

# Kontextrika problem för effektiv problemlösning i en avancerad mekanikkurs

L. Freyhult, J. Fransson, B. Gregorcic, M. Jacewicz, M. Klintenberg, M. Larfors, K. Silverforsen  
och V. Ziemann

**Sammanfattning**— Problemlösningsförmåga är en färdighet som eftersträvas i ingenjörsutbildningar. Problemlösning är därför en viktig komponent i de flesta kurser på programmen. Trots detta använder många studenter ineffektiva metoder för problemlösning som gör dem oförberedda på mer varierade och verklighetsnära problem. För att motverka denna tendens har vi introducerat kontextrika problem, vilka examinerades genom seminariediskussioner, i en avancerad mekanikkurs. Problemen formulerades på ett sådant sätt att ineffektiva strategier inte kunde appliceras. Gruppdiskussionerna främjade studenternas djupare förståelse för problemlösning och mekanikämnet. Tentamensresultatet förbättrades avsevärt jämfört med föregående år.

**Nyckelord**—kontextrika problem, problemlösning i grupp, aktivt lärande

## I. INTRODUKTION

INGENJÖRSUTBILDNINGAR är multidisciplinära men vanligen organiserade i disciplinära kurser. I denna organisationsmodell ordnas och examineras kurserna som separata enheter, vilket gör det viktigt

L. Freyhult är universitetslektor vid avd för Teoretisk fysik vid Institutionen för fysik och astronomi, Uppsala Universitet, e-post: <mailto:lisa.freyhult@physics.uu.se>

J. Fransson är professor vid avd för Materialteori vid Institutionen för fysik och astronomi, Uppsala Universitet, e-post: <mailto:jonas.fransson@physics.uu.se>

B. Gregorcic är forskare vid avd för Fysikens didaktik vid Institutionen för fysik och astronomi, Uppsala Universitet, e-post: [bor.gregorcic@physics.uu.se](mailto:bor.gregorcic@physics.uu.se)

M. Jacewicz är forskare vid FREIA vid Institutionen för fysik och astronomi, Uppsala Universitet, e-post: [marek.jacewicz@physics.uu.se](mailto:marek.jacewicz@physics.uu.se)

M. Klintenberg är professor vid avd för Materialteori vid Institutionen för fysik och astronomi, Uppsala Universitet, e-post: <mailto:mattias.klintenberg@physics.uu.se>

M. Larfors är forskarassistent vid avd för Teoretisk fysik vid Institutionen för fysik och astronomi, Uppsala Universitet, e-post: [magdalena.larfors@physics.uu.se](mailto:magdalena.larfors@physics.uu.se)

K. Silverforsen är student på Civilingenjörsprogrammet i teknisk fysik, Uppsala Universitet, e-post: [Kasper.Silverforsen.4620@student.uu.se](mailto:Kasper.Silverforsen.4620@student.uu.se)

V. Ziemann är universitetslektor vid FREIA vid Institutionen för fysik och astronomi, Uppsala Universitet, e-post: <mailto:volker.ziemann@physics.uu.se>

att etablera förkunskapskedjor och säkerställa progressionen genom att på olika sätt arbeta med kurskoppling. Om detta arbete fallerar så blir kursutbudet fragmenterat och studenten lämnas själv med arbetet att länka ihop utbildningens olika delar. Utbildningen får då svårt att nå det eftersträvade djupet. Vid problemlösning kan behovet av att länka samman kunskap bli tydligt [1]. Att ge studenterna förtroendet och utmaningen att lösa öppna problem som en del av processen av att lära sig nytt material leder naturligt till att de startar från de kunskaper de har, identifierar det de inte vet och tillägnar sig de kunskaper de behöver. På så sätt integreras de nya kunskaperna med de gamla [1]. Arbete i mindre grupper av studenter uppmuntrar sedan till kritiskt tänkande och aktivt lärande [2,3,4,5].

Förmågan att kunna lösa problem är en grundläggande färdighet som är starkt förknippad med att vara fysiker och ingenjör. Inom fysik examineras kurser ofta genom problemlösning, att visa att man kan lösa problem blir ett sätt att visa på förståelse av nya koncept eller färdigheter. Samtidigt vittnar studenters lösningar ofta om att de använder strategier för problemlösning som inte är optimala och skiljer sig markant från hur experter inom området löser problem.

Att träna problemlösning i grupp och att använda kontextrika problem i undervisningen har identifierats som effektiva sätt att lära ut problemlösning [6,7,8,9]. Dessa metoder har framgångsrikt använts i tidiga kurser i mekanik och erfarenheter av liknande upplägg med öppna problem har beskrivits i [10,11]. Vi har använt dessa metoder och anpassat dem för en mer avancerad kurs i mekanik. Ämnet har tidigare ibland uppfattats som abstrakt och utan tydliga ingenjörsmässiga tillämpningar. Problem med en tydlig verklighetsanknytning och relevans för

yrkesrollen som ingenjör har därför konstruerats och varit särskilt användbara.

Kursen vi har arbetat med är den sista av tre kurser i mekanik och behandlar stel kropps rörelse i tre dimensioner, kopplade svängningar och analytisk mekanik. Studenterna går andra året på civilingenjörsprogrammen i teknisk fysik, teknisk fysik med materialvetenskap eller kandidatprogrammet i fysik. Kursen bygger vidare på tidiga kurser inom mekanik och matematik men använder också metoder från linjär algebra som studenterna läst strax innan.

## II. PROBLEMEN

### A. Ineffektiva problemlösningstrategier

Studenternas lösningar och arbetssätt vittnar om att de ofta använder ineffektiva metoder för problemlösning. Två vanliga strategier är att hitta en lämplig formel att stoppa in värden i så att man får ut det som efterfrågas och att försöka identifiera mönsterlösningar [6,7]. Studenter som tillämpar den senare strategin med mönsterlösningar identifierar ofta problemen efter ett antal ord eller objekt som synbart verkar karaktärisera dem och fokuserar på att lära sig ett stort antal typproblem utantill. Studenter som använt denna strategi klarar ofta en examination där problemen inte är särskilt varierade, när de misslyckas klagar de på att tentamensproblemen skiljer sig mycket från de problem som räknats vid undervisningstillfällena eller som finns med på tidigare tentamina [6].

Studenternas strategier för problemlösning hänger samman med studiemönster. De studenter som använder sig av mönsterlösningar upplever det ofta som fullt tillräckligt att läsa inför tentamen en kort tid innan och då lösa en stor mängd tidigare tentamensproblem. Att strategin inte är framgångsrik blir i värsta fall inte synligt förrän vid tentamen, eller då studenten märker brister i sina förkunskaper under efterföljande kurser.

I tentamenslösningarna har vi ofta sett brister i att kunna visualisera en situation som beskrivs i text. Vidare har de studenter som misslyckats vid tentamina inte kunnat identifiera och använda fundamentala koncept eller haft svårigheter att genomföra en logisk matematisk analys.

Den aktuella kursen innehåller en del mer

abstrakta metoder och en svårighet för studenterna har varit att koppla dessa till verkliga situationer. Man har saknat intuition och av den anledningen också haft svårt att analysera sina svar och göra avvägningar om rimlighet hos såväl approximationer som framräknade storheter.

### B. Omtyckt undervisning

Samtidigt som vi sett svårigheter vad gäller studenternas färdigheter och förståelse så har kursen också varit omtyckt bland studenterna.

Kursen undervisas med hjälp av studentaktiva föreläsningar, lektioner med varierande grad av problemlösning i mindre grupper och laborationer. Föreläsningarna har varvat genomgångar med konceptuella frågor med tillhörande diskussioner och kortare övningar. Vissa åtgärder har gjorts med uppgifter som ska lämnas in under kursens gång för att uppmuntra till mer kontinuerligt lärande i enlighet med [12]. Inom kursen har vi haft 5 lektionsgrupper med ca 30 studenter i varje. En av grupperna har undervisats av föreläsaren och de övriga av 4 andra lärare. Ytterligare lärare har undervisat laborationerna.

Samtliga lärare är erfarna och har fått mycket positiv återkoppling från studenterna. Studenterna har också angett att de haft bra kursmaterial och tillgång till bra förklaringar från lärarna som gör att de upplevt att de har förstått.

Problemet med undervisningen har just varit att studenterna upplever att de förstår men att de sedan haft svårigheter att använda sina kunskaper i nya situationer. Detta har lett till att de inte inhämtar relevanta kunskaper i tid och gjort att de blivit förvånade när de misslyckats.

En strategi som används av många studenter är att de använder de sista veckorna innan tentamen för att läsa in en stor del av kursen. Vissa studenter kan t.o.m. nästan uteslutande läsa under denna korta tidsperiod. Detta gör att kursen blir svår att följa eftersom man inte ligger i fas. Beteendet leder också till ytinläring.

## III. METOD

Metoden vi har använt är att adressera de svårigheter vi ser att studenterna har genom att konstruera problem som systematiskt tränar det

som är svårt. Problemen konstrueras på ett sådant sätt att effektiva metoder för problemlösning uppmuntras och så att det blir svårt eller omöjligt att använda ineffektiva metoder [6,7,8].

Svårigheter att visualisera olika situationer som beskrivs adresseras t.ex. genom problem som kräver att studenterna ritar figurer. Det uppfattas som svårt att använda grundläggande koncept så problemen kräver att relevanta koncept och variabler identifieras av studenten själv. Svårigheter i att koppla materialet till verkligheten adresseras genom att varje problem beskriver något från studenternas verklighet eller kommande yrkesliv. Svårigheter med att utföra en logisk analys tränas genom att problemen innehåller flera steg. Samtliga problem ska vara relevanta, beskriva realistiska situationer och dessutom vara av intresse för studenterna. Målet är att studenterna verkligen ska vilja lösa problemet för att de är nyfikna på svaret.

Denna typ av kontextrika problem har använts på mer grundläggande kurser i mekanik och där finns också många problem konstruerade, se t.ex. [6]. Resultaten av att använda kontextrika problem i kombination med problemlösning i mindre grupper har varit goda [6].

En utmaning är att verklighetsnära realistiska problem gärna blir omfattande och för svåra för att kunna användas i någon större omfattning inom ramen för en kortare kurs. Här har vi valt ett liknande tillvägagångssätt som [7,8] med ett större antal kortare problem. Problemen konstrueras så att de är relativt väl avgränsade för passa kursens syften utan att för den sakens skull göra avkall på att vara realistiska problem.

Inom lärolaget för kursen konstruerade vi kontextrika problem som behandlade kursinnehållet. Ett urval gjordes och 3 inlämningsuppgifter med 3-4 problem vardera sattes samman. Instruktionen som gavs till studenterna var att de skulle lämna in ett ordentligt försök till lösning. En modell för problemlösning som innehöll 5 enkla steg diskuterades (fig. 1) och krav ställdes på att man skulle följa denna.

Tre av räkneövningarna byttes ut mot seminarier där studenterna i mindre grupp fick diskutera och lösa färdigt problemen tillsammans. För att bli godkänd vid problemlösningsseminarier behövde

studenterna delta aktivt i diskussion samt lämna in ett protokoll från gruppdiskussionen. Protokollet kunde vara gruppens lösning på en uppgift men kunde också i korthet beskriva de frågor de diskuterat eller avväganden de gjort.

Upplägget baseras på modellen i [6,7,8] och förberedelsen hemma var ett led i att få till bra diskussioner i klassrummet. Det var även ett sätt att uppmuntra till att träna problemlösning på egen hand, utan tillgång till en lösning. Från början gjordes klart att återkoppling skulle ges vid seminarietillfällena och att lösningar till problemen inte skulle komma att delas ut. Vi erbjöd dock individuell muntlig återkoppling på studenternas lösningar om de så önskade.

- **Ställ upp problemet.**  
Vad frågas efter? Rita figur. Identifiera relevant information.
- **Beskriv fysiken bakom problemet.**  
Inför beteckningar. Ställ upp fysikaliska samband. Gör relevanta idealiseringar.
- **Gör en plan för att lösa problemet.**  
Vad ska göras, i vilken ordning?
- **Utför planen.**
- **Undersök lösningen.**  
Svara på den identifierade frågeställningen. Är resultatet rimligt? Kontrollera enheter.

Fig. 1: Instruktioner för problemlösning gavs i 5 enkla steg.

#### A. Att konstruera kontextrika problem

De kontextrika problemen ska vara anpassade för att fungera som problem för gruppdiskussion. De bör i det avseendet vara tillräckligt öppna för att studenterna ska kunna göra olika avväganden och val och därmed finns det inte endast en korrekt lösning. Vi valde att använda oss av problem med samma svårighetsgrad som tentamensproblemen vad gäller beräkningar och resonemang. Då problemen är öppna blir dock komplexiteten större eftersom studenten själv behöver identifiera och ta reda på relevant information. Ingen information som behövdes var dock mer svårtillgänglig än att man snabbt kunde finna den genom en enkel sökning på nätet.

Ett av de problem vi använde var formulerat enligt följande:

*Du gör ett projektarbete på ett företag som konstruerar vindkraftverk. Någon har föreslagit att man skulle kunna bygga vindkraftverk med endast två rotorblad och din första uppgift blir att dimensionera upphängningen av rotorn för ett sådant. Du tänker att färre rotorblad borde vara bättre då det väger mindre och är lättare att konstruera men samtidigt känner du dig osäker då alla vindkraftverk du sett har haft tre blad. Dessutom inser du att med tre rotorblad så kan man få en fördelaktig symmetri vilken gör att tröghetstensorn i ett koordinatsystem med två koordinataxlar i rotorns plan blir densamma oavsett hur dessa koordinataxlar väljs.*

*Maskinhuset med rotorn ska kunna vridas kring en vertikal axel med hjälp av en motor så att det kan ställas in i en optimal position i förhållande till vinden. Den roterande rotorn kommer under vridningen att påverka maskinhuset med ett kraftmoment och din handledare vill veta hur stort detta kan komma att bli. Du bestämmer dig för att lösa uppgiften du har fått men väljer också att undersöka fallet med tre rotorblad. Vad blir ditt budskap till handledaren?*

Uppgiften är formulerad som att det är en uppgift som studenten ska utföra på uppdrag av en arbetsgivare. Den handlar om vindkraftverk som studenten har en relation till, vet hur de ser ut och som är en relevant tillämpning med tydlig verklighetsanknytning. I uppgiften ges ingen figur och studenten behöver producera en sådan själv för att kunna lösa problemet. Vidare ges inte några numeriska uppgifter om dimensionerna på de olika delarna av vindkraftverket utan det behöver man själv uppskatta eller på annat sätt ta reda på. Man får reda på att ett kraftmoment efterfrågas men ska också undersöka fallet med tre rotorblad. Här ska ett budskap förmedlas till handledaren och studenten måste själv avgöra vad som ska beräknas och vilken slutsats som ska förmedlas.

#### *B. Att undervisa ett problemlösningsseminarium*

Vid problemlösningsseminarierna hade vi tillgång till ett klassrum anpassat för gruppdiskussioner med runda bord med plats för nio studenter vid varje. Rummet var utrustat med skärmar och mindre

whiteboards. Grupperna varierade i storlek men var oftast på mellan 20 och 30 studenter.

De flesta studenter hade gjort ett försök att lösa uppgifterna innan seminariet och hade med sig ett underlag för diskussion. Ett mindre antal studenter kom dock oförberedda. Vi instruerade studenterna att sätta sig i grupper om tre i enlighet med rekommendationener om optimal gruppstorlek [8]. I övrigt uppmanade vi studenterna att inte sitta tillsammans med dem de brukade diskutera tillsammans med och vi fördelade dem som inte förberett sig jämnt i grupperna.

Ungefär en dag innan seminariet hade studenterna lämnat in sitt försök till lösning. Det inlämnade underlaget användes för att skapa en bild av studenternas svårigheter med materialet som sedan kunde adresseras vid seminariet, i enlighet med [12].

Under passet cirkulerade läraren mellan grupperna och deltog i diskussionerna genom att t.ex. ställa frågor som ledde in på rätt spår eller genom att ge olika typer av återkoppling på lösningsförslagen.

Läraren gjorde ingen gruppindelning mer än vad som beskrivits ovan. I [8] rekommenderas en gruppindelning för en blandning av kompetenser men av praktiska skäl frångick vi detta.

Gruppdiskussionerna sammanfattades av studenterna i enkla protokoll. Dessa lämnades in men rättades inte. Istället användes de för att forma den fortsatta undervisningen och säkerställa att inget missats under problemlösningsspassen. Om särskilda svårigheter togs upp eller om missförstånd kvarstod i protokollen kunde dessa adresseras vid efterföljande undervisningstillfällen.

## IV. RESULTAT

Målet med att introducera kontextrika problem och träna problemlösning är att förbättra studenternas lärande men också att träna generella färdigheter som kritiskt tänkande och arbete i grupp. För att utvärdera försöket är det därför av relevans att titta på tentamensresultatet men också lärare och studenters uppfattning av hur problemlösningstillfällena fungerat.

#### *A. Tentamensresultat*

Resultatet vid sluttentamen förbättrades avsevärt jämfört med föregående år. Poängfördelningen visas i figur 1. Andelen godkända studenter vid den första tentamen ökade från 40% 2016 till 67%

2017. Innan 2016 skilde sig både undervisningen, examinationen samt de undervisande lärarna för mycket för att en jämförelse ska säga något om effekten av undervisningen i problemlösning.

Av de 140 studenter som skrev sluttentamen hade 104 studenter deltagit i problemlösningstillfällena med kontextrika problem. Av dem som deltagit godkändes 85% vid tentamen och av dem som inte deltog endast 15%. Vi tar detta som en stark indikation på att träningen av problemlösning har varit framgångsrik. Andra faktorer kan dock spela in för de goda resultaten i gruppen som valde att delta. Exempelvis kan man tänka sig att de som deltog var samma grupp studenter som var aktiva på kursen och lade tid på att läsa under kursens gång. Vårt intryck var dock att seminarierna och inlämningsuppgifterna ledde till en större aktivitet överlag i kursen.

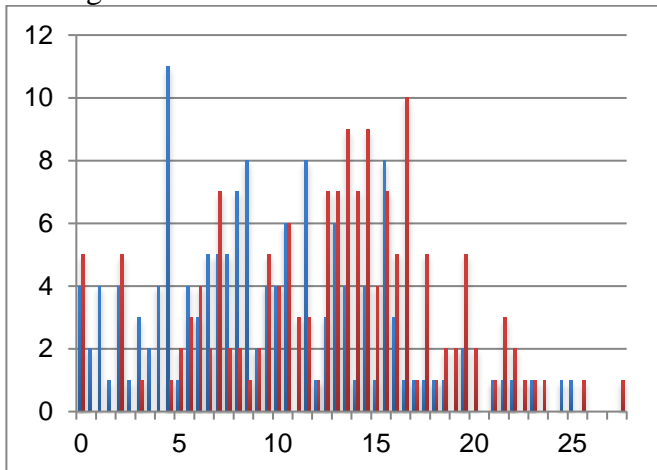


Fig. 2: Poängfördelningen på sluttentamen 2017, då problemlösning med kontextrika problem införts, (rött) jämfört med 2016 (blått).

### B. Studenternas upplevelser

Återkoppling från studenterna efterfrågades vid flera tillfällen. Mitt i kursen gjordes en mittkursvärdering där studenterna fick lämna in allmänna förbättringsförslag, en specifik utvärdering gjordes av den första inlämningsuppgiften och efter kursens slut så gjordes en kursvärdering. Utöver det så skedde auskultation vid ett av problemlösningsspassen och en grupp av studenter intervjuades efteråt.

Vid det första seminarietillfället var det tydligt att studenterna förberett sig i ganska olika grad. Vissa deltog också i seminariet utan att ha förberett sig. Det var inte tydligt för alla studenter vad som krävdes för att man skulle ha ansetts ha gjort ett

ordentligt försök. Som en följd av detta och beroende på de olika diskussionsgruppernas sammansättning fungerade diskussionen i de olika grupperna olika bra. Många upplevde att de inte hann med och vissa konstaterade att det berodde på otillräcklig förberedelse från deras sida. Ett mindre antal studenter angav också att de skulle föredragit att läraren hade demonstrerat rätt svar på tavlan istället för att tiden ägnades åt diskussion.

Efter första omgången diskuterades bedömning av inlämnade lösningar och informationen till studenterna om vad som krävdes förbättrades. De inlämnade lösningarna med efterföljande diskussioner fungerade sedan bättre. Generellt upplevde både studenter och lärare att tiden för diskussion var väl kort. Varje seminarium var schemalagt till 2x45 minuter och under den tiden var det ofta svårt att tillgodose alla studenters behov av återkoppling. Flera studenter önskade också individuell återkoppling från läraren och ett "rätt svar" vilket ibland ledde till frustration då detta inte presenterades.

Trots detta angav de allra flesta av studenterna att de upplevde problemlösningsoövningen som givande. På enkäten som delades ut efter det första seminariet svarade 96% ja på frågan om diskussionen i klassrummet varit givande. De angav också att de spenderade relativt mycket tid på att försöka lösa problemen, i genomsnitt 6.5 timme per inlämningsuppgift.

Under kursens gång och även vid kursvärderingen efter att kursen avslutats uttryckte flera studenter att de uppskattade att ha fått undervisning i hur man löser problem. En student skriver exempelvis "*Seminarieuppgifterna var väldigt lärorika. Jag gillar idén med att man nödvändigtvis inte måste ha rätt, och därmed slippa pressen och istället kunna fokusera på det härliga med problemlösning. Förmågan att kunna göra approximationer och egna modeller på problem är något som inte riktigt lärs ut i grundskolan, och något som många måste träna på. Detta ger ett utmärkt tillfälle för just det. Det är bara synd att det introduceras på riktigt såhär sent i ens utbildning. Men bättre sent än aldrig!*". En annan uttrycker att "*Diskussionerna kring inlupparna gav stor förståelse som man inte kunnat få på något annat vis.*".

Det tydligaste förbättringsförslaget från studenterna gällande kursen var att de önskar mer återkoppling. Särskilt menar flera att mer återkoppling på lösningarna före och efter problemlösningsseminarieerna hade varit bra. Vissa studenter uttryckte en osäkerhet kring sina lösningar och ville gärna att de skulle rättas skriftligt för att de skulle vara säkra på att de gjort rätt.

Det är viktigt att studenterna har tillgång till en viss mängd exempel och lösta problem. Att modellera sätt att angripa problem och att resonera är viktigt för inläringen. Dock räcker det inte att studera problem som någon annan löst för att bli en bra problemlösare. Egna erfarenheter och till viss mån också egna misslyckanden [13] leder till ökade färdigheter men också ett ökat självförtroende som inte kan fås på annan väg.

Med inlämningsuppgifterna och seminarierna ville vi skapa ett tillfälle för inläring och då ville vi inte kräva helt korrekta svar. Detta var studenterna ovana vid och många diskussioner ägnades åt att definiera vad som skulle anses som godkänt.

Studenterna vi intervjuade upplevde problemen som relativt svåra. De uppskattade att de tilläts lämna in ett försök till lösning som inte behövde vara ”rätt” för att godkännas. Detta minskade stressen för studenterna betydligt. Trots att de inte klarade att lösa de flesta problemen på egen hand angav de att de lärde sig om vad som kan gå fel vid problemlösning och att detta kommer att vara användbart i deras fortsatta studier och kommande yrkesliv.

Vår tolkning av de åsikter som studenterna uttrycker är att de upplevt de försök de gjort hemma som en produktiv del av läroprocessen – så kallad ”productive failure” [13].

Studenterna menade vid intervjuerna att de sällan arbetar i mindre grupper vid andra undervisningstillfällen men att de ofta arbetar på detta sätt utanför klassrummet och att de tycker om det sättet att arbeta på. De angav vidare att de lärde sig mycket av gruppdiskussionen vid problemlösningsseminarieerna även om det var mer tidskrävande än om läraren hade gått igenom lösningarna.

I fysikundervisning på universitetsnivå är grupparbete relativt ovanligt trots att det har många fördelar [5] och att förmågan till arbete i grupp är en viktig kompetens på arbetsmarknaden. Studenterna ansåg att de fick en möjlighet att utveckla denna kompetens.

### *C. Arbetet i lärolaget*

Arbetet med att introducera kontextrika problem och problemlösning i grupp involverade hela lärolaget från början. Även om problemlösningsseminarieerna skedde i lektionsgrupperna involverades även de andra delarna av kursen. Laborationerna kan med fördel ses som problemlösningstillfällen och metoder för problemlösning är användbara även där. Dessutom var det till nytta att alla lärare var involverade i arbetet då det gav bättre möjligheter till att koppla ihop kursens olika delar. Vid kursens slut angav studenterna också att de upplevde att kursen hängde mycket väl samman och att det fanns en tydlig röd tråd.

Metoderna för att undervisa i problemlösning var nya för oss i lärolaget och det var en fördel att prova metoderna tillsammans och kunna diskutera utfallet.

Även om studentaktiv undervisning i allmänhet tas emot väl [14] är det också vanligt med klagomål från studenterna när metoderna inte motiveras [4]. Tid spenderades därför på att förklara för studenterna varför vi valt att undervisa på just detta sätt och vi var också tydliga med att vi gärna ville ha återkoppling och var beredda att ändra på tillvägagångssättet om det inte skulle visa sig fungera bra.

Arbetet i lärolaget började med att vi gjorde ett försök att konstruera ett antal kontextrika problem var. Därefter diskuterade vi problemen tillsammans och modifierade efter behov samt valde ut problem till inlämningsuppgifterna. Detta gav oss förutom en inblick i hur metoderna [6,7,8] fungerade också en samling problem som kan användas vid senare tillfällen.

Lärolaget utnyttjades också för att diskutera bedömningar och utbyta erfarenheter under kursens gång. Det blev exempelvis viktigt att definiera en miniminivå för godkända inlämnade lösningar. Varje lärare bedömde inlämnade

lösningar och diskussionen i sin grupp. En samstämmighet i bedömningen och en tydlighet mot studenterna var därför nödvändig.

#### V. SLUTSATSER

För att träna problemlösning och motverka användandet av ineffektiva studiemetoder har vi, i en avancerad mekanikkurs, använt oss av gruppdiskussioner och kontextrika problem. Genom att använda denna typ av problem har det tydliggjorts för studenterna att ineffektiva strategier för problemlösning inte fungerar. Detta i kombination med gruppdiskussioner har lett till att studenterna arbetat på ett sätt som främjar djupinläring i större utsträckning.

Studenternas utvärdering av kursen tyder på att de är positiva till de nya kurselementen. I lärolaget har vi sett en stark förbättring i studenternas förmåga att kunna angripa nya problem vilket blir särskilt tydligt i tentamensresultatet.

#### TACK

Tack till Teknisk-naturvetenskapliga fakultetens universitetspedagogiska förnyelsefond, TUFF, för stöd att bedriva detta utvecklingsarbete. Tack till Staffan Andersson för inspiration och uppmuntran och tack till alla studenter på Mekanik III vårterminen 2017.

#### REFERENSER

- [1] Prince, M. och Felder, R. (2006) Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95, 123-138.
- [2] Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., och Wenderoth, M. (2014) Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics PNAS vol. 111 no. 23 8410-8415
- [3] Chickering, A. W. och Gamson, Z.F. (1987). Seven Principles for Good Practice. *AAHE Bulletin*. 39 (7): 3-7
- [4] Fraser, J. M., Timan, A. L., Miller, K., Dowd, J.E., Tucker, L. och Mazur, E. (2014) Teaching and physics education research: bridging the gap, *Rep. Prog. Phys.* 77 032401
- [5] Johnson, D. W. och Johnson, R. T. (1999). *Learning together and alone* (5th ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- [6] Heller, P och Heller, K (2010) *Cooperative Problem Solving in Physics A User's Manual*
- [7] Heller, P, Keith, R och Andersson, S. (1992), Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving, *S. Am. J. Phys.* 60,
- [8] Heller, P och Hollabaugh, M (1992), Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2: Designing problems and structuring groups, *Am. J. Phys.* 60, 637
- [9] Maloney, D., Research on problem solving in physics, in D. Gabel (ed.) (1994), *Handbook of research in science teaching and learning*, New York
- [10] Wedelin, D., Adawi, T., Jahan T. och Andersson, S., (2015), Investigating and developing engineering students' mathematical

modelling and problem-solving skills, *European Journal of Engineering Education*, 40:5, 557-572

- [11] Wedelin, D. och Adawi, D. (2015), Warming up for PBL: a course in mathematical modelling and problem solving for engineering students *Högre utbildning* Vol. 5, No. 1, 23-34
- [12] Novak, G. N., Patterson, E. T., Gavrin, A., and Christian, W. (1999), *Just-in-Time Teaching: Blending active Learning and Web Technology*, Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [13] Manu Kapur (2008) Productive Failure, *Cognition and Instruction*, 26:3, 379-424.
- [14] Gasiewski, J.A., Eagan, M.K., Garcia, G.A. et al. (2012) From Gatekeeping to Engagement: A Multicontextual, Mixed Method Study of Student Academic Engagement in Introductory STEM Courses, *Res High Educ* 53: 229.