

## **“Klickare” och studenter som undervisar varandra**

**M. Berg**

*Avdelningen för fysik och elektroteknik  
Karlstads Universitet  
65188 Karlstad, Sweden*

*Sammanfattning:* “Peer instruction” (“jämlikesundervisning” eller “kamratlärande” på svenska) är en undervisningsstrategi som har som avsikt att engagera studenterna i diskussion med varandra. Under pågående föreläsning ställer man flervalsfrågor som rör relevanta koncept, och studenterna förses med s.k. “klickare”, små fjärrkontroll-liknade sändare som de svarar med, varvid svarsresultat visas medelst projektor. Jag har tillämpat strategin i ett antal år och rapporterar några enstaka resultat här.

## INTRODUKTION

Mitt syfte med den här texten är att beskriva en undervisningsstrategi/metod som jag använt mig av i ett antal fysikkurser, och resonera om genomförandet framför allt utifrån mina egna erfarenheter. Det handlar alltså inte om något systematiskt genomfört utvecklingsarbete.

“Peer instruction” är en undervisningsstrategi som utvecklats till stor del av gruppen kring Eric Mazur på Harvarduniversitetet i USA (Mazur, 1997). Namnet kommer av engelskans “peer” (*jämlike, kamrat, någon som är på samma nivå som någon annan*) och kan översättas till “jämlikes-undervisning” eller kanske “kamratlärande” på svenska. En aspekt av strategin handlar om att aktivera studenterna under föreläsningens gång genom att ställa frågor (oftast flervalfrågor eller “kryssfrågor”, se även Wikströms konferensbidrag), och låta studenterna diskutera frågorna. För att studenternas svar skall synliggöras, både före och efter diskussion, används s.k. klickarteknologi (t.ex. Woods och Chiu, 2003). Alla studenter har en “klickare” (se fig. 1) som kommunicerar på radiofrekvens, för att inte avskämmas av t.ex. kateder, och läraren har en mottagare inkopplad i sin bärbara dator, kopplad till projektor i hörsalen. Via ett sådant system får läraren upp svarsresultat ögonblickligen och kan – i den mån det är praktiskt möjligt – anpassa undervisningen till den förståelse som studenternas svar ger uttryck för.



Figur 1. “Klickare” eller mentometer

Samtidigt får studenterna snabb återkoppling beträffande sin egen förståelse av materialet, vilket annars kan vara svårt att åstadkomma i synnerhet i kurser som inte redan har någon form av organiserad gruppdiskussion. Och sist men inte minst kan studenterna skapa ny förståelse i diskussionen med varandra.

## PEER INSTRUCTION: BESKRIVNING

Peer instruction (PI) har sin grund i en viss typ av kritik av fysikundervisning (Mazur, 2009). Kritikerna gör gällande att traditionell föreläsning baserad fysikundervisning paradoxalt nog inte ger tillfälle och tid för studenterna att bekanta sig med problem som är uttryckta “fysikaliskt”. Den här kritiken riktar sig huvudsakligen mot grundnivåkurser med stora studentgrupper, där den traditionella föreläsningen inte ger utrymme för studenterna att utgå från sina vardagserfarenheter/personliga erfarenheter i problemlösning. Det är bara läraren som använder de semiotiska verktygen som kursen behandlar (begrepp, modeller, bilder, etc.), medan studenterna i värsta fall reduceras till passiva lyssnare.

Studenterna behöver få tid och möjlighet att fördjupa förståelse utan alltför stor tonvikt på typexempel. De behöver få prata själva, undra och sondera. PI-baserad undervisning ska enligt författarna hjälpa kursen att tillfredsställa de behoven, genom att skänka studenten möjligheten att samtala om fysikfenomen som är aktuella i kursen, och inte fastna i inläring av typexempel, dvs. ytliga problemlösningar.

I PI-baserad undervisning ställer läraren “konceptfrågor” under föreläsningens gång, som studenterna alltså skall svara på med sina klickare, och viss tid avsätts till diskussion mellan studenterna. Konceptfrågorna skall omfatta kontextuella/kontextrika problem (se t.ex. Jonsson och Enghags konferensbidrag) som ger möjlighet för studenterna att utgå från sina vardagserfarenheter och personliga erfarenheter när de ska bekanta sig med de problem som frågorna aktualiserar. Genom dialog får studenterna möjlighet att fördjupa förståelse, då de försöker uttrycka vardagserfarenheter med hjälp av den fysik de skall lära sig använda. Man försöker komma åt ett aktivt lärande som omfattar studenternas verbalisering, och därigenom bidra till utvecklingen av förmågan till problemlösning, som i traditionell fysikundervisning huvudsakligen tränas genom hemuppgifter.

Å andra sidan föreslår författarna inte heller att studenterna lämnas åt sig själva, att de ska kunna lösa alla problem själva bara de får “prata på”. Någon form av struktur behövs, vilket jag ger exempel på nedan. En aspekt är att lärare kan gå omkring i hörsalen och interagera med studenter som är mitt i en diskussion.

PI är bara en av en mängd existerande strategier för interaktivt lärande (Crouch och Mazur 2001). Det är av intresse att göra meningsfulla effektstudier av hur och huruvida övergång till just PI-baserad undervisning i sig påverkar studenternas resultat vid t.ex. skriftlig examination. En utmaning som är specifik för fysik och närliggande ämnen är att studenterna enligt författarna tränas i en form av “koncepttänkande” som typiskt sett inte efterfrågas i speciellt stor utsträckning på skriftlig tentamen i fysik, trots att det är en del av kursmålen att *förstå* och inte “bara” *räkna ut* (se nedan). Med andra ord, det är sannolikt att studenterna som utsätts för PI tränar sig i egenskaper som man sällan testar, även i fall där man kanske borde.

Den sistnämnda frågeställningen kan man också vända bak och fram: tränas studenterna inte *sämre* i “vanliga” färdigheter som faktiskt testas i existerande examinationsformer, som rent tekniskt “räkande”, om man ägnar mer tid åt konceptuellt tänkande? Svaret från studier hittills (Lasry, Mazur, Watkins, 2008) har varit att det inte är så; förutsatt att man verkligen tar hänsyn till det här problematiken är resultaten i den här studien i en grupp som utsätts för PI faktiskt *bättre* även på traditionell räkningsinriktad skriftlig tentamen. I en mekanikkurs på grundnivå ökade resultatet på en och samma tentamen given vid två olika tillfällen från 63% utan PI till 69% med PI, en blygsam men statistiskt säkerställd ökning.

Man bör också påpeka att existerande studier just av PI-baserad undervisning verkar vara ganska knapphändiga jämfört med många mer omfattande studier av

närbesläktade metoder (t.ex. (Hake, 1998)). De har också mestadels bedrivits av en liten grupp forskare i USA. Det finns mycket kvar att undersöka!

Måste man lära sig att förstå? Den svenska Högskolelagen fastställer att studenterna skall utveckla "förmåga att självständigt urskilja, formulera och lösa problem". Kursplanen för kursen jag tar som exempel nedan säger att studenterna skall kunna "redogöra för mekanikens grundbegrepp och deras relevans i olika fysikaliska sammanhang". Det är tydligt att man på svenska institutioner redan har som mål att studenterna ska lära sig att själva hantera de semiotiska resurserna inom fysik.

Hur upplever studenterna att PI fungerar? Jag ger föga svar på den frågan nedan förutom några utdrag ur kursutvärderingar. Ett slags kvantitativt mått på hur "nöjda" studenterna är ges av den ovan nämnda studien (Lasry, Mazur, Watkins 2008) som undersöker hur många procent av studenterna som är registrerade på kursen som verkligen gör sluttentamen. När man infört PI minskade antalet registrerade studenter som *inte* gjorde sluttentamen till ungefär en tredjedel, från 11% till 3%. I en mekanikkurs på Karlstads universitet skulle en sådan siffra motsvara runt 8-10 fler studenter som åtminstone *försöker* göra sluttentamen. Det är förstås väldigt långt mellan mina försök att implementera PI på liten skala och de stora kursomstruktureringar man åstadkommit i de här studierna, så direkta analogier skall man nog akta sig för i nuläget.

Det kan också vara värt att nämna att det också finns icke-naturvetenskaplig ämnesundervisning i USA som använder sig av PI, men eftersom just Mazurs metod utvecklades för fysik är den väl anpassad till behov och problematik i just fysikundervisning, och då speciellt på grundnivå. I fysik på grundnivå finns det ofta många frågor som har konkreta "rätta svar" och som också har välkända "missförstånd" som man kan reda ut mer effektivt med hjälp av strategier som PI.

## GENOMFÖRANDE – NÅGRA INFALLSVINKLAR

### *Min PI-bakgrund*

Jag började med PI som assistent på Charles Chius PI-baserade mekanikkurs på University of Texas at Austin, USA, 1997. Trådlös teknologi var inte så utbrett på den tiden, så studenterna kopplade in klickarna i en därför avsedd kontakt under stolen! I USA används själva klickarteknologin numera i så stor grad att studenterna hämtar ut sin egen klickare när de börjar på universitetet, och använder densamma på många olika kurser. Under åren 2008-2011 använde jag PI på Stockholms universitet, och på Karlstads universitet började jag med det 2012. Totalt har jag svarsdata från runt 100 konceptfrågor från fem kurser.

### *Kurser och upplägg*

Här redovisar jag bara enstaka erfarenheter från en mekanikkurs på civilingenjörsprogrammet på Karlstads universitet vårterminen 2012 (förutom utvärderingarna, se nedan). Många av de allmänna reflektionerna i det

som följer gäller emellertid också min erfarenhet från andra kurser.

Kursplanen på mekanikkursen (kurskod FYGA16) stipulerar att studenterna efter kursen bl.a. förväntas kunna "redogöra för mekanikens grundbegrepp och deras relevans i olika fysikaliska sammanhang". Det stämmer väl överens med det fokus på konceptuella frågeställningar som PI står för. Samtidigt skall man kunna "beräkna efterfrågade storheter", så frågan som ställdes ovan huruvida tidsplaneringen drabbar "teknisk räkning" aktualiseras, men jag presenterar inga resultat om huruvida PI har haft någon inverkan på examinationsresultaten här, utan hänvisar bara till studierna som nämndes ovan.

### *Motiv till val av PI på den här kursen*

Det är inte någon systematisk studie som ligger bakom mitt val av PI som strategi, utan huvudsakligen min egen tidigare bekantskap med metoden. Jag har fått intrycket att metoden kan

- vara en motivationsfaktor, ge möjlighet till aktivt deltagande
- ge tillfälle till samtal mellan studenterna – prata, lyssna, argumentera på annan nivå än vid direkta "hemuppgifts-diskussioner"
- aktivera vardagserfarenheter: begreppen används inte bara av läraren
- ge återkoppling/feedback både till lärare och student – studenternas svar synliggörs direkt, vilket ger underlag för anpassning av undervisningen, mer nyanserat än att bara som vanligt fråga "har ni förstått?"

Jag har använt PI på grundnivåkurser med stort studentantal (där Mazurs ovan nämnda kritik av traditionella undervisningsmetoder är mest tillämplig) men också på mindre kurser, och mitt personliga intryck är att vid studentantal över 30 börjar metoden komma till sin rätt. Men det finns exempel, t.ex. på Stockholms universitet där PI använts i små grupper efter det att jag introducerat det, tyvärr hittills utan pedagogiska studier därav.

## METOD OCH RESULTAT

En av de första frågorna man stöter på när man försöker anpassa en existerande traditionellt undervisad kurs till PI är tidsplaneringen under föreläsningens gång. Man vill förstås som helhet inte gå igenom mindre material, men man måste samtidigt på något sätt krama ut några minuter ur ett redan kanske ganska intensivt schema av kursmoment som måste täckas. En typisk anpassning av ett 1 timmes och 45 minuters undervisningspass kan se ut så här:

Föreläsning 40 min	PI 7-8	Paus 10 min	Föreläsning 40 min	PI 7-8
-----------------------	-----------	----------------	-----------------------	-----------

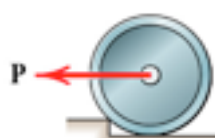
Figur 2. "PI 7-8" = Peer instruction 7-8 min.

Hur lägger man upp själva konceptfrågorna? Förfarandet som Mazur förespråkar (Mazur, 1997) är att läraren först ställer konceptfrågan och låter studenterna svara individuellt, utan längre betänketid, kanske en minut. Den här första frågan är huvudsakligen "diagnostisk". Så fort svaren har kommit upp på projektorn kan man fatta ett snabbt beslut om hur föreläsningen dynamiskt bör anpassas till svarsresultatet. Man kan ställa upp ett detaljerat flödesschema av valmöjligheterna man som lärare ställs inför (Lasry, Mazur, Watkins, 2008). I grova drag föreslår författarna att man tillåter ordentlig vidarediskussion mellan studenterna om svaret då de tänkt enskilt är mellan 30% och 70% rätt. Om resultatet är under 30% kan man anta att studenterna inte har utvecklat tillräckligt med begrepp för att få ut något av substans i diskussionen, eller så är frågan faktiskt för otydligt ställd för att leda till produktiv diskussion. Om resultatet är över 70% rätt kan man å andra sidan bestämma sig för att det inte är så stor mening att ägna tid åt vidare diskussion mellan studenterna. Däremot kan det senare fallet vara en öppning för läraren att själv ge en kort vidareutveckling av svaret, då majoriteten tydligen har en tillräcklig begreppsapparat att fänga in en sådan vidareutveckling med.

#### Frågor och några resultat

Det är lättast att illustrera strategin med ett konkret exempel. Låt mig ta följande fråga som jag ställde på kursen FYGA16, "Mekanik för civilingenjörer", vårterminen 2012. Det är en medelstor kurs (drygt 100 studenter) och det är andra terminen på civilingenjörsprogrammet. Studenterna har väldigt olika bakgrund och representerar alla inriktningar av civilingenjörsutbildningen (teknisk fysik, datateknik, energi- och miljöteknik, etc.) på Karlstads universitet.

FYGA16, vt 2012, 12/2, konceptfråga 4:



En metallhjul med massa  $m$  skall dras upp för ett trappsteg genom successiv ökning av dragkraften  $P$ . Förutom  $P$  och tyngdkraft, vilka krafter verkar på hjulet i ögonblicket då det precis börjar röra på sig?

Svarsalternativ:

- A) Normalkraft från trappsteget, snett uppåt åt höger.
- B) Normalkraft från trappsteget, snett uppåt åt höger, samt vertikal normalkraft från marken under hjulet.
- C) Vertikal normalkraft från trappsteget, samt vertikal normalkraft från marken under hjulet.

I det här exemplet ställde jag enligt PI-föreskriften först frågan utan att låta studenterna diskutera med varandra. Sedan lät jag dem diskutera i två minuter och svara igen. Resultatet ges i tabellen. Totalt antal studenter var 111, och alla svarade. (Ibland måste man förlänga svarstiden med t.ex. 30 sekunder för att alla studenterna verkligen skall hinna svara. Det är en intressant frågeställning huruvida en sådan förlängning i sig påverkar resultatet. Studier om tidsaspekter har inletts i USA.)

Tabell 1. Svarsresultat, FYGA16, vt 2012, 12/2, fråga 4

	A (rätt)	B (fel)	C (helt fel)
Före diskussion	56	52	3
Efter diskussion	79	32	0

En första reflektion om ett sådant resultat före diskussion från mina icke-PI-användande kollegor kan vara att det är "dåligt", ganska precis hälften svarade fel och några svarade till och med svarsalternativ C, som är "mer fel" än det felaktiga alternativet B. Men i själva verket är det ganska typiskt att man före diskussion får ett sådant resultat. Studenterna har ju inte haft tid att sätta sig in i konceptet, som de nyligen har hört om, kanske för första gången. Frågan i sig kan ju helt enkelt vara dåligt ställd. Det händer förstås också att resultatet har väldigt hög andel rätt. Ett sådant förstaresultat är ur PI-synpunkt faktiskt i själva verket "dåligt", för då ombeds man av strategerna att helt sonika gå vidare utan diskussion, som jag nämnde ovan.

Med klickar-data kan inte bara se totala resultatet, som i tabellen ovan, utan också hur en enskild student svarat. De flesta studenter ändrar sig inte efter diskussion, men de som ändrar sig kan ge intressant information om processen. Att en given student efter diskussion skall ändra sitt svar från "fel till rätt" inträffar i 32% av fallen i en studie (Crouch, Mazur, 2001), medan "rätt till fel" inträffar 6% av fallen i samma studie. Jag har inte räknat ut motsvarande siffror från mina data men det vore förstås möjligt. Om man som lärare noterar att många ändrat "rätt till fel" kan det i sig leda till upplysande diskussion, för det kan betyda att det finns utbredda oklarheter som man som lärare får chansen att reda ut.

Exempel på en annan fråga, för att illustrera bredden på den typ av frågor man kan tänkas ställa:

FYGA16, vt 2012, 20/3, konceptfråga 5:

Antag att polarisarna fullständigt smälter p.g.a. global uppvärmning. Detta skulle inverka på dygnslängden på följande sätt:

- a) Dygnet skulle bli längre.
- b) Dygnet skulle bli kortare.
- c) Dygnslängden skulle vara oförändrad.
- d) Ingen aning.

Tabell 2. Svarsresultat, FYGA16, vt 2012, 20/3, fråga 5

	A (rätt)	B (fel)	C (fel)	D (vet ej)
Före diskussion	21	8	41	11
Efter diskussion	26	17	37	5

Det var 81 studenter som överhuvudtaget svarade före diskussion, och 85 som svarade efter. En konsekvent effekt är att antalet som svarar "vet ej" går ned efter diskussion. Det är förstås inte klart att de studenterna verkligen har förstått något, men det är så de väljer. Det är intressant att som lärare få en smula insikt i kontrasten mellan de diskussioner som uppstår i en sådan här mer kontextrik fråga (Enghag och Jonsson, 2011) och den förra, mer traditionella frågan. Studenterna ger ofta

intrycket att vara *överraskade* att det man diskuterar på t.ex. en mekanikkurs faktiskt har något överhuvudtaget att göra med något ur vardagsdiskursen. (Detta poängterar Mazur också i ovan nämnda artiklar). Som fysiker är det fångslande och lärorikt att ta del av den här överraskningen, vilket man får en liten kort inblick i genom att cirkulera i hörsalen under diskussionens gång.

#### *Studenternas synpunkter*

En viktig fråga i sammanhanget är förstås: vad tycker studenterna om detta med PI i undervisningen? Kursen ovan har i skrivande stund inte utvärderats så jag tar istället utvärderingar från en fristående kvantfysikkurs jag undervisade på Stockholms universitet 2009-2010. Här är några osystematiskt utvalda kommentarer.

Kursutvärderingar, FK2003 HT 2009-2010, SU:

*“Bäst på kursen: konceptfrågorna. Fick en att tänka och vilja vara i klassrummet istället för att lägga sig på stranden.”* [kurs i solig junimånad]

*“[Konceptfrågorna] sätter lite press, men kan ge bra feedback”*

*“Konceptfrågorna: plötsligt vill man verkligen inte somna till!”*

*“Konceptfrågorna tilltalar inte min pedagogiska syn. Jag tror inte på att man på 15 sekunder kan resonera sig fram till rätt svar om man precis varit på en föreläsning.”*

Andra vanliga negativa kommentarer handlar om tidsödande, som jag diskuterade ovan. Några studenter hade hellre velat ha mer räknande av typexempel.

#### AVSLUTANDE REFLEKTIONER

Hur väl examineras studenternas kunskaper i nuläget, dvs. de som anges i kursplaner och i de förväntade studieresultaten? Om man inför PI för att bidra till måluppfyllelsen, bidrar det till bättre fysikundervisning? Underlättar PI-strategin studenternas lärande? Ingen av de här frågorna har jag hittills direkt undersökt utifrån mina erfarenheter, utan jag har som i texten ovan lutat mig tillbaka på ovan nämnda studier.

#### *Gruppdiskussioner*

Det vore mycket intressant att studera *gruppdiskussionerna* som i begränsad bemärkelse pågår i PI-momenten (jfr. Jonsson och Enghags konferensbidrag). Det vore också av intresse att av studera båda undervisningsformerna i aktion tillsammans, alltså om de PI-baserade föreläsningarna skulle läggas upp för att på bästa sätt koordinera med det som sker under eventuella gruppdiskussioner. PI-diskussionernas fåtaliga minuter under föreläsningens gång må vara en torftig skugga av den fullödiga gruppdiskussionen, men på många svenska institutioner finns det helt enkelt i nuläget inga schemalagda gruppdiskussioner alls på de berörda kurserna. Det går förstås att ändra på.

En annan intressant potentiell relation till Jonsson och Enghags studie är hur man i PI-baserad undervisning använder “rätt och fel”, när det handlar om olika sätt att

förstå och missförstå. Läraren är inte bara intresserad av huruvida det blir rätt eller fel i sig, utan också hur studenten resonerar, dvs strategin.

#### *Läsfrågor?*

Flera av de nedanstående referenserna föreslår att man upplåter betydligt mer tid till diskussion under föreläsningens gång, upp till halva föreläsningen, genom att uppmuntra studenterna att läsa delar av litteraturen hemma *i förväg*. Det skall också hjälpa diskussionerna. Ett sätt att göra det är att ställa konceptfrågor om själva läsningen och ge poäng för rätt svar i examinationen. Detta är förenat med många osäkerheter. Åtminstone studenter på en kurs jag gav i Stockholm uppfattar sådan poängutdelning som en slags närvaroplikt som man helst vill undvika.

#### *Återkopplingseffekt?*

Systemet med PI har en viss inlärningströskel för studenterna när de först utsätts för det. Det vore därför rimligt att anta att studenter som redan utsatts för PI kommer att kunna ta till sig fördelarna bättre i nästa kurs det används. I USA torde den här effekten vara ganska svår att studera i nuläget på grund av att så många redan använder liknande strategier. Kanske kan studier på svenska universitet därför bidra något av speciellt värde till den här diskussionen även på internationell nivå.

#### REFERENSER

Crouch, C.H., Mazur, E. (2001), Am. J. Phys. 69, 970.

Enghag, M. och Jonsson, G. (2011) Att lösa fysikproblem i gruppdiskussioner – hur, vad och varför? Konferensbidrag, Högskolepedagogisk utvecklingskonferens 2011.

Hake, R.R. (1998), Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses, Am. J. Phys. 66, 64.

Jonsson, G. och M. Enghag (2012), Att använda kvantitativa eller kvalitativa kontextrika problem vid gruppdiskussioner i fysik. Konferensbidrag, Högskolepedagogisk utvecklingskonferens 2012.

Lasry, N., Mazur, E., Watkins, J. (2008), Peer instruction: From Harvard to the two-year college, Am. J. Phys. 76, 1066.

Mazur, E. (1997), Peer Instruction: A User's Manual, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.

Mazur, E. (2009), Farewell, Lecture? Science 323, 50.

Wikström, F. (2012), Kryssfrågor i examination – möjligheter och problem. Konferensbidrag, Högskolepedagogisk utvecklingskonferens 2012.

Woods, H.A. and Chiu, C. (2003) "Wireless Response Technology in College Classrooms" The Technology Source, University of North Carolina Press, USA.