

# Matematikundervisning med virtuella bläcktavlor

Författare: Kyril Tintarev och Jesper Rydén

Lärosäte/organisation: Uppsala universitet

Kontaktuppgifter: kyril.tintarev@math.uu.se, jesper.ryden@math.uu.se

Presentationsform: Öppet torg under NU2010

Tema 7 Rum för lärande

## Inledning

Vid matematikundervisning är effektivitet och interaktivitet viktiga begrepp. Vid föreläsningar behöver ofta grafiskt komplext innehåll presenteras, oftast i form av matematiska formler. Detta sker traditionellt via skrivande på tavla, och referenser ges sedan till det skrivna under föreläsningen. Tillgången på tavlor kan här vara en begränsande faktor. Interaktivitet är eftersträvarsvärt generellt inom pedagogiken, men i nämnda situation kan tavelanvändningen ofta utgöra ett hinder då läraren en stor del av tiden vänder ryggen mot studenterna under skrivmomenten.

Med *virtuella bläcktavlor* menas en teknologisk lösning som består en *projektor* synkroniserad med en *pektdator* med programvara för handskreven annotering (i realtid) av presentationer av PowerPoint-typ. Läraren skriver interaktivt på pekskärmen, vilket projiceras på en *projektorduk*.

Vid genomgång av långa, komplexa matematiska bevis (eller strukturdiagram i andra kurser) överförs innan föreläsningstillfället text- och formelmassan till digital form, varefter läraren under föreläsningen kan fokusera på viktiga steg eller fylla i detaljer som utelämnats i originaltexten, alltefter vad situationen kräver. Tid kan läggas på förklaringar istället för rent skrivarbete på tavla.

I statistikinriktade kurser är dataanalys i olika former vanligt. Ofta används då datamaterial vilka gärna presenteras utskrivet, för helhetens skull. Läraren kan här enkelt peka på typiska värden hos data eller alternativt avvika sådana genom att direkt göra markeringar i tabeller och utskrift. Viktiga steg i algoritmer kan betonas genom att markera med olika färger osv.

I denna artikel redogör vi först för några internationella erfarenheter från litteraturen, varefter vi presenterar egna exempel från undervisningen. Avslutningsvis presenterar vi information av mer teknisk karaktär om hård- respektive mjukvara och diskuterar aspekter kring storskaligt användande av tekniken.

## Virtuella bläcktavlor

Teknologin med virtuella bläcktavlor har använts i ökande omfattning i Nordamerika under senare år. En förutsättning är en tillförlitlig dator med pekskärm (*tablet PC*). Stickel och Hum (2008) sammanfattar som följer:

*One of the great advantages of TPCs is that they allow the instructor to combine the advantages of a PowerPoint-like presentation with the interactivity of the standard blackboard approach.*

Hos ljusbilder som visas med dator (t.ex. PowerPoint-presentationer) finns fördelar beträffande de visuella kvaliteterna och möjligheten till god struktur i framställningen. Kritik riktas ofta mot det oflexibla i presentationstekniken; det går inte att göra snabba ändringar "i farten" under själva presentationen. Det finns risk för såväl passivisering av åhöraren som överarbetade presentationer som drar uppmärksamheten från det väsentliga i innehållet. I litteraturen talas om fenomenet "Death by the PowerPoint" (Felder och Brent, 2005). Traditionella skrivtavlor tillåter, å andra sedan, denna flexibilitet men har i sin tur nackdelen med begränsningarna i utrymme och den tid som krävs för skrivarbete. Rätt använda kan virtuella bläcktavlor förena de positiva aspekterna hos såväl presentationer baserade på ljusbilder som klassisk användning av skrivtavla. Forskning visar att studenter minns föreläsningens innehåll i högre utsträckning än

med traditionell tavla. Vidare har man funnit att de positiva effekterna (betyg) är tydligast för medelstudenten, med en signifikant förbättring om 5-10 % (Frolik och Zurn, 2004).

I själva verket finns ingen stor skillnad i att använda virtuella bläcktavlor jämfört med att skriva med en färgpenna på OH-plast. Den förra tekniken har dock dessutom fördelarna att sidorna kan modifieras under presentationens gång; det är möjligt att på ett bekvämt sätt radera anteckningar eller göra omformuleringar. Därefter kan resultaten sparas till fil och eventuellt slutligen vidarebefordras till studenterna.

På senare tid har s.k. *smartboards* dykt upp i undervisningen (för exempel, se t.ex. [www.e-chalk.de](http://www.e-chalk.de)). Dessa skall inte förväxlas med den teknologi vi beskriver i denna artikel. Den grundläggande skillnaden är var själva skrivandet sker: vid *smartboards* direkt på tavlan, med virtuella bläcktavlor på en dators skärm. Man kan se flera fördelar för virtuella bläcktavlor:

- Dessa tillåter läraren att enklare ha ögonkontakt med studenterna. Med *smartboards* är lärarens arbetsposition densamma som med en konventionell skrivtavla.
- Utöver dator med programvara behövs endast en projektor som vid behov enkelt kan transporteras till lokalen, medan *smartboards* måste vara installerad i den aktuella lokalen.
- *Smartboards* är betydligt dyrare att installera. Kostnaden överstiger pekdatorns proportionellt mot ytan som tas i anspråk.

### Erfarenheter vid Uppsala universitet

Vi har använt virtuella bläcktavlor i ett flertal matematikkurser av olika karaktär. Tonvikt lades dels vid att hitta bästa användningsformerna för undervisningsmomentet och kursen i fråga, dels vid optimering av olika teknologiska lösningar.

1. Höstterminen 2008 och vårterminen 2009: *Mått- och integrationsteori I och II* (kurs på masternivå). Dessa kurser innehåller en stor andel matematiska bevis och de virtuella bläcktavlorna ledde till en effektivare undervisning. En högre andel av studenterna klarade kursen.
2. Höstterminen 2009: *Envariabelanalys* (förstaårsstudenter, civilingenjörsprogram). Här användes teknologin vid räkneövningar, där problemlösning kunde ske på blanka bakgrunder och resultatet sparas som pdf-filer.
3. Höstterminen 2009: *Tillämpad statistik* (sistaårsstudenter, civilingenjörsprogram). Tekniken var här fördelaktig att använda dels för presentation av beräkningsalgoritmer, dels för presentation och diskussion av stora datamaterial.

Gemensamt för samtliga kurser var en förbättrad ögonkontakt med studenterna jämfört med användning av tavla, och en mer avslappnad atmosfär, även under högt informationsflöde. Enkla enkäter hos studenterna visar att bläcktavlor uppskattades på de högre kurserna och i statistik kursen. För studenter på matematiska grundkurser uppskattas tekniken vid problemlösning medan för föreläsningarna en traditionell tavelbaserad presentation föredras. I internationella studier har man funnit att genomsnittsstudenten är den som mest uppskattar bläcktavlor; de svagare liksom de starkare studenterna är mer likgiltiga inför presentationsformen.

### Teknologi

Vi diskuterar här i mer detalj hårdvara, operativsystem samt mjukvara och dataformat.

#### Hårdvara

Pekdatorer (*tablet PC*) kom ut på marknaden 2003, och den tredje generationen följde 2007. Då introducerades även modeller från Hewlett-Packard (HP TX 2xxx). Med ett avsevärt lägre pris blev dessa populära inom utbildningsväsendet i USA. Hårdvaran som stöder skrivandet är en Wacom *screen overlay*, som kommunicerar via en intern USB-ingång. Senaste versionerna av surfplattor (iPad m.m.) saknar teknologisk relevans.

## Operativsystem

Skrivandet stöds i Linux- och Windowsmiljöer. Den enda problemfria versionen av Windows för vårt ändamål är Windows 7. Ubuntu Linux 10.4 och senare versioner har inbyggt stöd för pek-skärm och är mindre resurskrävande än Windows.

En version för Mac OS X finns, men med begränsad mjukvarusupport. Vi har inte undersökt detta alternativ, speciellt som denna pekdator inte säljs i Europa.

## Mjukvara och dataformat

Det är eftersträvansvärt i högre utbildning att teknologin är baserad på vanligt förekommande (gärna öppna) dataformat, liksom öppen källkod. Det två vanligast förekommande dataformaten av idag är PowerPoint respektive PDF.

- När komplicerade formler (t.ex. matematiska eller kemiska) inte utgör en stor del av presentationen, är PowerPoint ett alternativ. För användning av virtuellt bläck krävs dock tilläggsprogram. Microsoft OneNote möjliggör tillägg av virtuellt bläck till samtliga program inom MS Office, inklusive PowerPoint. Med den fria programvaran Classroom Presenter kan man använda virtuellt bläck i PowerPoint-filer, förutsatt att en licensierad kopia av PowerPoint är installerad.
- För en presentation med stort inslag av teknisk typsättning får det optimala formatet anses vara interaktiv PDF, kompilerad i LaTeX med tillägget Beamer och visat med mjukvara för visning av PDF-filer som tillåter virtuellt bläck. Enklare PDF-presentationer kan även skapas direkt i sådan mjukvara.

### Presentationsprogram för virtuella bläcktavlor

Plattform	Linux	Windows	Windows
Format		(öppen källkod)	(kommersiella program)
PowerPoint	-	-	PowerPoint med OneNote
PDF-format	Xournal	Xournal	PDF Annotator

## Storskalig användning av virtuella bläcktavlor

Det finns en risk att projekt om nya teknologier i högre utbildning aldrig når utöver karaktären av pilotprojekt. Vi diskuterar nedan några aspekter kring möjlig storskalig användning.

- Vi har med stor noggrannhet undersökt de viktigaste tekniska aspekterna (val av hård- och mjukvara, operativsystem etc) för virtuella bläcktavlor (för detaljer, se Tintarev och Rydén, 2010).
- Vi har studerat tekniken i matematikkurser av olika karaktär.
- Vi har presenterat teknologin för kollegor från olika avdelningar vid universitetet.

Vidare har vi försökt att samtidigt undvika några vanliga fallgropar för nya projekt:

- *Läsningseffekt.* Teknologisk utrustning som inte sammanfaller med den reguljära linlärningsprocessen – som kräver specialiserade lokaler och inte kan användas i vanliga klassrum eller föreläsningssalar – kan inverka negativt på lärandet.
- *Grisen i säcken.* Det finns en risk med ny teknologi: dyra utrustningar och licenser, oväntade utgifter för underhåll etc. I detta projekt krävs projektorer för visning av ljusbilder (förekommer allt oftare inbyggt i salarna), fri eller relativt billig mjukvara samt överkomlig dator (c:a 7000 kr).
- *RTFM* ("Read the friggin' manual!"). Projektet grundar sig på väl utvecklad och dokumenterad programvara, i många fall som öppen källkod. Detta i motsats till skräddarsydda alternativ, i värsta fall med invecklad dokumentation.

Avslutningsvis vill vi kommentera en viktig aspekt beträffande tiden för förberedande av presentationer. En stor tidsbesparing är här att kunna använda färdiga, digitala kopior av läroböcker. För närvarande regleras detta för lärare av det s.k. koperingsavtalet:

<http://info.uu.se/uadm/dokument.nsf/sidor/50AF9AC1C5673005C12570B500518BA2>

Allt fler böcker kommer dock i digitala format för studenterna, och det vore fördelaktigt att i en kurs kunna ta del av lärarens anteckningar direkt i den aktuella filen, under föreläsningens gång.

### Sammanfattning

- Vi har utvärderat den nya tekniken ur flera aspekter; den fungerar och får anses ha mognat.
- Virtuella bläcktavlor har använts på ett brett utbud av matematikkurser.
- Det finns goda möjligheter för ett bredare användande, genom utnyttjande av befintlig infrastruktur.
- Teknikutvecklingen får bevakas, framtidens undervisning kan bjuda på intressanta internetlösningar där virtuella bläcktavlor kan fylla en funktion. Likaså kan den snabba tekniska utvecklingen av mobiltelefonerna leda till intressanta uppslag för en interaktiv och effektiv undervisning som gynnar studenternas lärande.

### Referenser

Felder, R. and Brent, R. (2005). Death by PowerPoint. Chemical Engineering Education, Vol. 39, No. 1, Winter 2005, pp. 28-29.

Frolik, J. and Zurn, J.B. (2004). Evaluation of Tablet PCs for engineering content development and instruction., Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference, June 2004, Salt Lake City, UT.

Stickel M., Hum S.V. (2008). Lessons Learned from the First-Time use of Tablet PCs in the Classroom, Proceedings of 38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, October 22-25, 2008, Saratoga Springs, NY.

(Prepublication: <http://fie.engrng.pitt.edu/fie2008/papers/1381.pdf>)

Tintarev K., Rydén, J. (2010). Teaching with digital inkboards. In *Att undervisa med vetenskaplig förankring - i praktiken!* (Conference proceedings, Universitetspedagogisk utvecklingskonferens, Uppsala universitet 2009; ed. B-I Johansson); pp 159-168.