

IT i matematikundervisningen - **mirakel eller katastrofe?**

Mogens Niss

IMFUFA/NSM Roskilde Universitet

Indledning

Diskussionen om **IT** i **matematikundervisningen** er meget **kompleks** og **vanskelig**.

- Resultatet er oftest noget intellektuelt, politisk, didaktisk og pædagogisk **rod**.
- Debatten er til dels præget af **itealister** – nu og da med svar uden spørgsmål - mens **skeptikerne** gerne er tavse.

Vi bliver nødt til at starte med **spørgsmålene** før vi kommer med svarene.

Fem **basale** spørgsmål:

(Spm. 1)

Er **hovedformålet** med IT i matematikundervisningen at **udvikle elevernes matematiske kompetence**?

Eller er **hovedformålet** at gøre matematikundervisningen til platform for **udvikling af elevernes IT-kompetencer**?

Resten af diskussionen afhænger af svaret på det. Svaret "**både-og**" **duer ikke**, da det gør diskussionen uforpligtende og uskarp.

Mit svar er: Det første hovedformål:

Aksiom: Hovedformålet med IT i matematikundervisningen er at **udvikle elevernes matematiske kompetence.**

- Uafhængige IT-kompetencer er en ønskværdig sidegevinst, men ikke hovedsagen

M.a.o. Matematik er hunden, IT er halen.

Leder til:

(Spm. 2)

Hvad er så **den matematiske kompetence**, der skal udvikles hos eleverne, bl.a. med hjælp af IT?

- **Mit svar:**

Se **KOM-rapporten** (2002): **8 kompetencer** og **tre** former for **overblik og dømmekraft** vedrørende matematik som fagområde.

Og videre til **de tre egentlige spørgsmål** for dette oplæg:

(Spm. 3) I **hvilke henseender** og på **hvilke måder kan IT bidrage** til at udvikle elevernes matematiske kompetence?

(Spm. 4) Hvilke **faldgruber, dilemmaer** og **omkostninger ved inddragelse af IT** i matematikundervisningen er der, som kan **bringe hovedformålet i fare**? Og hvad kan vi gøre for at **undgå eller modvirke dem**?

(Spm. 5) **Hvad skal der til** for at **ITs potentialer** i.f.t. matematikundervisningen kan indløses?

Mit fokus er på **IT** som en **del af egentlig matematisk virksomhed**.

Ikke på **IT** som **medium** for informationsformidling (fx e-lærebøger, noter), kommunikation (fx undervisning, spørgsmål-svar sessioner), eller interaktion (fx opgavebehandling, -aflevering og -retning).

(**IT har store kvaliteter som medium, også for matematik, men det er en anden sag.**)

Hvad **kan** IT gøre for matematikundervisningen?

- Frembringe **erfaringer med fænomener** som ellers vanskeligt kan opnås
 - fx geometriske steder; skæring mellem grafer; tilfældige processer; grænseovergange; konvergens og divergens af følger og rækker ; datafitning og regression
- Frembringe **visualisering** af objekter, fænomener og processer som ellers er svært indfangelige
 - fx 3D-objekter fra forskellige sigtepunkter; snit i 3D-legemer; dynamiske illustrationer af objekter under forandring, fx i bevægelse; grafer for særprægede funktioner; zoom ind eller ud.

- Skabe **undersøgelsesrum**, hvor elever kan eksperimentere og udforske klasser af objekter, bl.a gennem manipulation og variation
 - fx løsningsmængder for parametriserede ligninger; mønstre i sammenhørende data; frembringelse af hypoteser; taleeksperimenter, fx faktorisering
- Håndtere **skift mellem forskellige repræsentationer** af et matematisk sagsforhold
 - Fx symbolske udtryk \leftrightarrow grafer ; datasæt \leftrightarrow diagrammer; ligninger \leftrightarrow parameterfremstillinger; symbolsprog₁ \leftrightarrow symbolsprog₂

- Løse **beregningsopgaver**, som ikke er mulige analytisk, eller er meget besværlige
 - fx gennemførelse af mange eller store regneopgaver; bestemmelse af funktionsværdier; beregning af deskriptorer for store datamængder; gennemførelse af statistisk estimation, hypotesetest og regression; numerisk løsning af ligninger (algebraiske, transcendent eller differentialligninger)
- Foretage regelbaserede **symbolske manipulationer**
 - fx algebraiske omformninger; symbolsk løsning af ligninger; formelle bevissystemer

- Leverer **simuleringer** af deterministiske eller stokastiske processer
 - fx løsningsforløb som funktion af begyndelsesbetingelser; forløb som resultat af stokastiske mekanismer (asymptotiske normalfordelinger, Poissonfordelinger)
- Producere **tegninger**
 - Fx isometriske eller perspektiviske tegninger og snit i sådanne, på basis af plane opskrifter
- Støtte frembringelsen af **matematikholdige tekster**
 - Fx indeholdende symbolske udtryk samt figurer

- Leverer platforme for individualiseret, responsinteraktiv **træning og bedømmelse** af matematisk aktivitet
 - Fx strukturerede opgavehierarkier med ledsagende kommentarer

m.m.m.

Alt dette kan bidrage væsentligt til udviklingen af matematiske kompetencer hos eleverne – men på betingelser og aldrig automatisk!

Hvad kan IT ikke?

- **Erstatte** meningskabelse, begrebsforståelse og sammenhæng i omgangen med matematiske begreber, teoridannelse, sætninger og metoder
- **Erstatte** ræsonnement og vurderinger vedrørende matematiske påstande, fænomener og resultater
- **Erstatte** problemløsningskompetencen, dvs. det selvstændigt at kunne formulere matematiske problemer, og udtænke og gennemføre løsningsstrategier og -processer

- **Erstatte symbol- og formalismekompetencen**, herunder det at **kunne** gennemføre og vurdere (be)regninger på et ekspliciteret grundlag
- **Bygge, evaluere eller validere matematiske modeller**
- **Erstatte** det krævende **arbejde** at forstå **hvad, hvordan og hvorfor i matematik**

Mirakler eller katastrofer?

Forskningsmæssig kendsgerning:

IT i matematikundervisningen kan

- bidrage til **mirakler**
- skabe **katastrofer**

også selv om der er tale om ét og det samme hard- eller software.

Intet it-redskab er i sig godt eller dårligt for matematikundervisningen.

Alt afhænger af

- hvad det specifikke **mål** med at gøre brug af IT er
- **hvad** IT konkret bruges til
- **hvordan** IT bruges
- hvordan it-brugen **spiller sammen** med den øvrige matematiske virksomhed

- Når IT bidrager til at skabe **mirakler** i matematikundervisningen, er ITs rolle at være **kapacitetsforstærker - ikke kompetenceerstat**

Det sker hvis IT indgår i et didaktisk og pædagogisk **gennemtænkt forløb i matematikundervisningen**, hvor dets **nøjagtige formål og rolle i forløbet** står klart og artikuleret, og hvor **arbejdsdelingen** med andre komponenter er udtrykkelig og begrundet, og hvor læreren er helt på det rene med **hvad IT kan og skal - henholdsvis ikke kan og ikke skal** - i den pågældende sammenhæng

- Når IT skaber **katastrofer** i matematikundervisningen, er det oftest fordi IT fungerer som **kompetenceerstat**ter – ikke kapacitetsforstærker

Det sker når ITs **formål, rolle**, og **samspil** med andre komponenter i arbejdsdelingen inden for det pågældende forløb som led i **matematikundervisning** ikke er skarpt gennemtænkt, når det der foregår er **tilfældigt**, når IT-systemet får lov at **løbe af med elever og lærer** – fx fordi tilegnelsen af det tager for megen tid, så middel bliver til mål.

- Forskning indeholder et væld af dokumentation for, at det forholder sig sådan, især at **IT har stærk indflydelse på elevernes begrebsdannelse.**
- Fx vedr. talbegrebet og talbehandling og vedr. ræsonnement.
- Også forskning på **danske gymnasieelever** viser dette, fx af Jankvist & Misfeldt, og Jankvist, Misfeldt & Marcussen. Fx J, M & M, (submitted):

- I en gymnasieklasse bliver eleverne bedt om at bestemme h' for

$$h(x) = (\sqrt{x} + 3)(\sqrt{x} - 3)$$

(Læg mærke til, at $h(x) = x-9$)

- Alle eleverne på nær én benytter **CAS** til at finde f' og g' for funktionerne $f(x) = (\sqrt{x} + 3)$ og $g(x) = (\sqrt{x} - 3)$ og derefter indsætte resultatet i formelen for den afledede af et produkt, $h' = f'g + fg'$. De afleverer **det færdige** resultatet således

$$h'(x) = (\sqrt{x} + 3)/2\sqrt{x} + (\sqrt{x} - 3)/2\sqrt{x}$$

- Læreren gør opmærksom på, at h er af formen $(a(x) - b)(a(x) + b) = a^2(x) - b^2$ og beder eleverne benytte det.
- En elev tager handsken op og vil bruge formelen for **differentiation af en sammensat funktion** til at differentiere $(\sqrt{x})^2$ og benytter CAS til at differentiere $a(x) = \sqrt{x}$, og opnår så som **færdigt** resultat
$$h'(x) = 2\sqrt{x}/2\sqrt{x}.$$
- Med lærerens hjælp når hun frem til, at dette kan reduceres til $h'(x) = 1$.

- Fra **matematikvejlederuddannelsen ved RUC** har vi endeløst mange eksempler på elever med **ondt i symbol- og formalismekompetencen** uden for IT-domænet og – hvad næsten værre er – **ondt i den matematiske begrebsdannelse**, også af helt basale begreber.

Vi har simpelthen et problem, det er uansvarligt at sidde overhørigt!

Tre kilder til ulykker

Kilde 1 (Tsunamien): IT ændrer hele tiden dagsordenen for matematikundervisningen, fordi

- den teknologiske udvikling går langt hurtigere end den didaktisk-pædagogiske
- den didaktisk-pædagogiske udvikling ligger i baghjul og bliver reaktiv. Lærerne frygter at blive gammeldags.
- IT kan meget af det, som det tidligere var en hovedsag at lære eleverne; så hvad nu?
- eleverne har adgang til kraftfulde IT-værktøjer uden for skolen; og de bruger dem. Og skolen må vel følge med?

Kilde 2 (Identiteten): IT er en udfordring for matematikfagets identitet og karakter, fordi

- Nogle af matematikfagets **klassiske praksisser** ser ud til at **ændres**, frem for alt de kalkulatoriske og de grafiske
- Matematiske **begrundelser** for påstande og procedurer synes at blive **overflødige** – umiddelbart synlige IT-resultater – tal, formler, billeder - bliver **overdommer**
- Dermed **ændres** også **klassiske ud(dannelses)værdier** – uddannelsen af den menneskelige regnemaskine; omhu, pålidelighed og ræsonnement

I medfør af Kilde 1 og Kilde 2 opstår også

Kilde 3 (Formålet): IT rejser spørgsmålet om matematikundervisningens formål og essens,

- Hvad er – **nu** – matematikundervisningens **formål**, hvilke **kompetencer** skal eleverne tilegne sig, og med hvilke midler?
- Hvad **går matematik** i det hele taget **ud på** i dag?
- Hvordan **afgør vi** om **eleverne har udviklet** efterstræbelsesværdige **matematiske kompetencer og indsigter**
- Hvordan **bedømmer** vi elevernes **udbytte** af undervisningen?

- Hvordan skal **undervisningen indrettes**, **tilrettelægges** og **gennemføres**, og **hvilken rolle** skal **IT** have i den forbindelse?
- Vi har lavet **alvorlige fejlslutninger**: **Det IT kan**, **behøver eleverne ikke at kunne!**

Alt for mange **centrale aktører** – **ministerium**, **læreruddannere**, **lærebogsforfattere** og vigtigst af alt **lærere** - **har ikke gode svar** på disse spørgsmål. **IT har bragt dem i vildrede** om matematikfagets identitet og natur og om matematikundervisningens formål og essens.

Gode svar på disse spørgsmål er en **forudsætning** for gode svar på ITs rolle i matematikundervisningen!.

Afslutning

- **Vi må ikke være til fals** for imponerende systemer og *quick fixes*
- Vi må investere langt flere kræfter i at **analysere ITs muligheder og begrænsninger i matematikundervisningen.**
- **Vi må insistere på, at intet IT-system** bliver benyttet i noget undervisningsforløb uden et **klart didaktisk og pædagogisk formål**, en **klar rolle** og en **gennemtænkt arbejdsdeling** med andre komponenter, og en grundig **efterfølgende evaluering.**

- Vi har brug for langt mere forskning om IT i **dansk matematikundervisning.**

Ellers kommer halen til at logre med hunden, og vi ender med at få elendig matematikundervisning.

Hvis, derimod, hunden får lov at logre med halen kan vi opnå eminent matematikundervisning, støttet af IT.

Tak for opmærksomheden!

