5
Undersökande aktiviteter

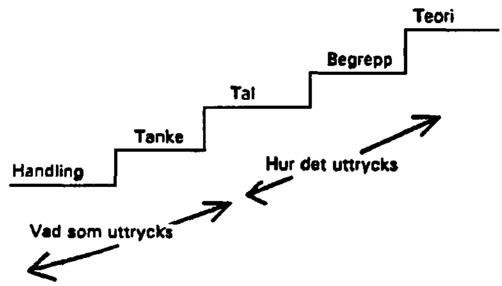
Laborationer är självklara inslag vid undervisning i naturvetenskapliga ämnen. Men hur är det i matematik? Laborativa uppgifter och undersökande aktiviteter betyder inte bara "mäta och väga" utan kan också innebära att eleverna söker efter data, mönster och samband i någon lämplig källa – allt från uppslagsböcker till databaser, och utnyttjar detta i sina undersökningar.

Elever, som på högstadiet har upplevt matematiken som ett virrvarr av regler och symbolmanipulationer, kan ha sådan motvilja mot ämnet att de har svårt att acceptera och ta till sig traditionell undervisning.

På högstadiet och i gymnasiet är matematikundervisningen, av hävd, till stora delar hanterande och manipulerande av tal och symboler. Det är inte sällan så, att eleverna ser en större nytta med att kunna hantera regelsystemet än att komma underfund med matematikens natur och karaktär (Mellin-Olsen, 1984). För de elever som tycker om matematik eller som inser att matematikkunskaper är nödvändiga i vidare studier eller kommande yrkesverksamhet kan det ändå gå ganska bra. De möter senare mera matematik och tillämpningar och har förhållandevis god tid på sig att komma underfund med ämnets struktur och funktion.

Nu är emellertid goda matematikkunskaper en nödvändighet för allt fler elever. Lärarens uppgift är därför att se till att nya elevgrupper får kunskaper som är relevanta och användbara. Förutom programspecifika uppgifter, som kan vara särskilt motivationshöjande, krävs konkreta laborativa arbetsuppgifter, som från många olika utgångspunkter kan leda fram till förståelse för matematiska begrepp, modeller och samband. I undervisningen ska vi sträva efter att det blir tydligt att matematik inte bara är ett effektivt och användbart verktyg för att lösa problem, utan också något i sig spännande och lustbetonat.

Då ett nytt område ska behandlas i en matematikkurs börjar vi lärare ofta med en generell, matematisk teori som vi illustrerar med några exempel. Eleverna löser sedan uppgifter ur läroboken. Det blir övning på algoritmer och formler. Först som avslutning kommer, i



bästa fall, problem och tillämpningsuppgifter. Varför inte göra tvärtom? Börja med konkreta aktiviteter som visar eleverna att helt olika situationer kan beskrivas med samma slags matematik. Det bör vara ett viktigt mål att eleven ska upptäcka att generaliserbarhet är matematikens styrka. Ett område där den här metodiken kan vara lämplig är t ex linjära funktioner.

I den allmänna debatten har det ofta framhållits att matematikämnet bör förändras så att man börjar med konkret verksamhet, där man tänker, diskuterar, upptäcker och erövrar ny kunskap. Det kan gynna elever som vi i skolan kallar "svaga", eftersom många av dem ingalunda saknar lust, fantasi och kreativitet. Erfarenheten säger att även matematikbegåvade elever stimuleras av att arbeta konkret. Det är sannolikt så att alla gynnas av att stegvis få gå från handling till teori.

Det är viktigt för en elev att ha konkreta upplevelser av situationer som kan matematiseras. Begreppsbildning bygger på strukturella likheter i erfarenheter.

Variation av de kontexter som utnyttjas i undervisningen befrämjar livskraft i föreställningar som uppstår. Upplevelsen att en viss kunskap är allmängiltig baserar sig mer än något annat på att den testas mot en stor mängd sinnesintryck. Brist på variation kan leda till en förstärkning av speciella tankemönster som kan observeras som ett beroende av speciella rutiner. Matematiken stelnar i sådana fall i sin form vid alltför tidig ålder. (Björkqvist, 1993)

Laborativa uppgifter

Det är lätt att finna laborativa uppgifter som handlar om geometri. I vår vardagsmiljö finns mängder av lämpligt material – lådor, burkar, bollar, trattar, leksaker i skala, osv. Bra uppgifter finner man också genom att i given anda förändra läroböckernas standarduppgifter. Jämför uppgifterna:

- Beräkna volymen av en cylinder med radien 18 cm och höjden 35 cm.
- Hur många liter rymmer burken? Gissa först! Mät och beräkna. Kontrollera svaret genom att fylla burken med vatten med hjälp av ett litermått.

Den senare uppgiften väcker mera intresse hos de allra flesta – också hos dem som kanske tycker att man då kan mäta med vatten direkt.

En förutsättning för laborativt arbetssätt är naturligtvis att det finns lämplig materiel på skolans matematikinstitution. Det behövs inte mycket, särskilt inte om eleverna arbetar i grupp och med "stationssystem". Men en del saker kan vara bra att ha i många exemplar. Man kan välja något som är billigt och lätt att skaffa, t ex ishockeypuckar.

Elevuppgifter

1 *Materiel*: En ishockeypuck

a) Hur stor volym har en puck? Gissa först! Beräkna sedan volymen.

b) Hur många procent är mantelytans area av totala arean?

c) Ange en formel att användas vid beräkningen i b)-uppgiften och i andra liknande fall med cylindrar. Gör formeln så enkel som möjligt!

2 *Materiel*: Ett kassettband.

Hur lång speltid är det kvar på sidan A?

3 *Materiel*: Rundstavar av samma materiel och med samma diameter men olika längd. En digital våg.

a) Bestäm stavarnas massa och volym och beskriv resultaten i tabell- och diagramform.

b) Upprepa föregående uppgift på fem nya rundstavar med annan tjocklek.

c) Jämför tabellerna och diagrammen i a) och b). Beskriv likheter och skillnader med egna ord.

d) Ta reda på hur man brukar beskriva denna typ av funktion. Vad kännetecknar sådana samband? Ge flera exempel på funktioner som tillhör samma "familj".

4 *Materiel*: Stativ med spiralfjäder och linjal. Vikter med olika kända massor. Föremål med okänd massa.

a) Bestäm fjäderns längd för några vikter med känd massa. Beskriv resultatet i tabell- och diagramform.

b) Bestäm massan hos några föremål med okänd massa. Beskriv med egna ord hur du gick till "väga".

c) Ta reda på hur man brukar beskriva denna typ av funktion. Vad kännetecknar sådana samband? Ge flera exempel på funktioner som tillhör samma "familj".

5 Beskriv med egna ord de likheter och skillnader som finns mellan funktionerna i de båda föregående uppgifterna.

Kommentarer till elevuppgifterna 1 – 5

Vissa elever klarar bara a) i uppgift 1. För att lösa hela uppgiften behövs kunskaper i geometri, procent och algebra.

I uppgift 2 ska man ha ett kassettband av genomskinlig plast. Liknande uppgifter finns ofta i läroböckerna med figur och utsatta mått. Men då blir det något helt annat! När boken anger just de värden som behövs för beräkningen lotsas eleven nästan rakt på svaret.

Två linjer med olika lutning som resultat av två konkreta situationer beskrivs i uppgift 3. Rundstavarna kan ha diametern, t ex 16 mm och 22 mm. Fem stycken av vardera med längder mellan 5 cm och 25 cm. En våg som ger massan i hela gram (utan decimaler) är bäst.

Elever på NV-programmet gör ibland uppgift 4 som fysiklaboration. Men alla matematikelever borde göra något liknande. Den okända massan bestäms först med hjälp av diagrammet och sedan genom att sätta in aktuella värden i formeln. Då dessa värden stämmer överens med resultatet vid en kontrollvägning så brukar eleverna inse att verkligheten ibland kan beskrivas med ett diagram eller en formel och att dessa två uttryckssätt då beskriver samma sak.

Det är viktigt att man som lärare provar uppgifterna själv. Då upptäcker man lättare vilka svårigheter eleverna kan få, men man ser också möjligheterna att utvidga problemet och ställa andra frågor. Vidare får man en bättre beredskap att hjälpa eleverna utan att lösa uppgiften åt dem.

Undersökningar i grupp

Arbete med matematiklaborationer sker lämpligen i en arbetsform då vi låter eleverna arbeta i smågrupper. Vi betonar själva processen, vad som händer under "resans" gång. Resultatet, "svaret", får här komma i andra hand. Att få förklara för en kompis hur man tänker har erfarenhetsmässigt mycket positiva effekter för elevers lärande.

I gruppen kan man utgå från något man känner igen och förstår, en handling eller ett praktiskt förhållande som ger associationer och tankeinnehåll. Idén är att eleven först ska tänka igenom och uttrycka sig med egna ord innan läraren kommer in och stöder processen fram till ett matematiskt begreppsinnehåll, uttryckt i symbolspråk. Först då blir det matematikkunnande som eleven äger. Stoffmässigt i sig finns kanske inget nytt, men man vänder på tågordningen! Detta sätt att arbeta är i sig inget revolutionerande men har praktiserats i liten omfattning på gymnasie- och högskolenivå.

Fas I:

– Eleverna sätter sig in i problemet individuellt. De gör klart för sig vad uppgiften går ut på och de skriver ner sådant som frågor, reflexioner och det de inte förstår.

Fas II:

– Eleverna diskuterar igenom problemet i små grupper. En del frågor besvaras av kamrater.

Fas III:

– Först här "lyssnar läraren in sig" och stödjer framkomliga idéer.

Fas IV:

– Här tas problemet upp i större grupp (klasstorlek) för gemensam genomgång och bearbetning under lärarens ledning. Nu är tiden mogen att diskutera och analysera lösningsstrategier, att generalisera och "göra matematik" av stoffet.

- Enligt vår erfarenhet har man i matematik färre laborationer och undersökande aktiviteter än i naturvetenskapliga ämnen.
  Vad kan detta bero på?
- Vilka erfarenheter har du av undersökande aktiviteter?
  Diskutera några konkreta exempel på lyckade och mindre lyckade inslag i matematikundervisningen.
- I vilken ordning bör denna typ av aktiviteter komma i förhållande till andra inslag i elevernas arbete? Skall man börja eller avsluta ett undervisningsavsnitt med laborativt arbete? Diskutera för- och nackdelar
- Gör en översikt över de matematiklaborationer som ni brukar använda på skolan. Hur kan dessa förbättras och kompletteras?
- Kan man vara säker på att "Ramlösa" i burk och flaska (33 cl) innehåller lika mycket? Be eleverna utveckla några olika sätt att bestämma volymen i de båda förpackningarna.
- Vilka erfarenheter har du av grupparbete i matematik?
  Diskutera för- och nackdelar med några kollegor.
- Har du prövat grupparbete liknande det som beskrivits ovan i fas I – IV? Om inte, formulera en gruppuppgift t ex av det slag vi beskrivit tidigare och pröva i egen klass.
  Om du prövat tidigare: Hur kan man förbättra effekten av denna arbetsform?

Att söka information

Med undersökande aktiviteter kan man mena alla uppgifter där eleverna aktivt måste ta fram de data som behövs. Även om lärobokens uppgifter kan vara aktuella och omfattande, kan de kompletteras med uppgifter där eleverna får söka information i någon faktabok. Man kan t ex använda SCB:s små häften *Sverige i siffror* och *Miljösverige.*

När eleverna arbetar i grupp vid matematiklaborationer behöver inte alla grupper lösa samma uppgift samtidigt. Grupperna kan arbeta med olika uppgifter, som sedan redovisas och diskuteras i "plenum".

Elevuppgift

Materiel: SCB:s häfte Miljösverige

6 Ge exempel på vad du anser vara intressanta frågor som man kan ställa och få svar på utifrån tabellen nedan.

Miljöpåverkande faktorer: Trafik

Luftutsläpp och energiåtgång per personkilometer vid långväga transporter.

	Kol-väten g	Kväve-oxider g	Kolmon-oxid g	Energi kWh
Personbil utan katalysator	0,60	1,1	4,6	0,40
Personbil med katalysator	0,04	0,05	0,3	0,40
Buss 1989-års modell	0,05	1,21	0,09	0,23
Persontåg[1]	0	0	0	0,11
Flyg F-28-4000[2]	0,15	0,53	0,55	0,69
Flyg DC-9-412[2]	0,18	0,72	0,58	0,80

1 Avser eldrift från vatten- och kärnkraft, 35% beläggning.
2 Avser 67% beläggning. Källa: IVA-rapport 379, 1990.

Diesel- och bensindrivna motorer ger utsläpp av kväveoxider, kolmonoxid, koldioxid, kolväten, partiklar (sot och damm), svaveldioxid och bly. Utsläppen av kvävedioxider är större från diesel- än från bensinmotorer, räknat per liter bränsle. Bussar och främst lastbilar är dieseldrivna. Från bilar med katalytisk avgasrening är utsläppen av koloxid, kolväten och kväveoxider betydligt mindre än från andra bilar. Koldioxidutsläppen däremot påverkas endast av bränsleförbrukningen. De största mängderna kväveoxider och kolväten bildas då motorer belastas hårt som vid acceleration och retardation.

Källa: *MILJÖSVERIGE, ISBN 91-618-0718-4*
SCB Publikationstjänsten, 701 89 Örebro, tfn 019-176800

Att finna mönster

Även uppgifter som t ex går ut på att finna mönster kan ingå i undersökande aktiviteter.

Elevuppgift

7 Ta reda på antalet kvadrater i nedanstående figurer.
Både små och stora kvadrater räknas.

Fig 1

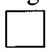


Fig 2

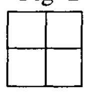


Fig 3

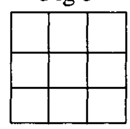


Fig 4 .... Fig 5 ....

a) Hur många kvadrater finns det i figur nr 2 och i figur nr 3?
b) Försök finna ett samband mellan figurens nummer och antalet kvadrater.
c) I Uppslaget i Nämnaren nr 4, årg 21, finns förslag till en mera omfattande aktivitet, som har utprovats (Emanuelsson & Emanuelsson, 1994). Pröva i din klass och diskutera utfallet
d) Konstruera gärna fler elevuppgifter av denna typ.

- Be några lärare, t ex i biologi, fysik, geografi, idrott, kemi, naturkunskap eller samhällskunskap om förslag till nya uppgifter.
- Konstruera några uppgifter som eleverna kan lösa med hjälp av Miljöhäftet. Gör dels några enkla uppgifter, dels några mera komplicerade, där de måste kombinera fakta från flera olika diagram och tabeller.

Att simulera

Många händelser och förlopp i privatekonomi, samhälls- eller naturvetenskap kan simuleras med t ex datorer eller programmerbara räknare. Ett enklare sätt är att använda tärningar eller en kortlek.

Elevuppgift

Materiel: 14 st givna spelkort.

8 Du ska göra ett modellförsök. Anta att valören på ett spelkort anger temperaturen i grader Celsius kl 12.00 på en ort. Blanda korten väl och dra sedan ett kort i taget. Anteckna temperaturen.

a) Visa i ett linjediagram hur temperaturen varierar under en 14-dagars period (= 14 kort).

b) Beräkna medeltemperaturen och mediantemperaturen under perioden.

c) Hur många dagar var temperaturen över, under respektive lika med medeltemperaturen? Svara i procent.

d) Var någonstans i Sverige/världen kan du tänka dig att denna ort ligger? Förklara.

Kommentarer

Spelkorten kan t ex vara 3 st med valör 2, 1 st med valör 3, 2 st med valör 4, 4 st med valör 6, 3 st med valör 7 och 1 st med valör 8.

Linjediagrammen ser naturligtvis olika ut, men svaren på b- och c-uppgifterna blir alltid desamma. Observera att det inte finns någon dag då temperaturen är lika med medeltemperaturen.

De flesta elever löser den här uppgiften med större nyfikenhet än om temperaturuppgifterna är givna i en tabell.

Att göra uppgifter

Matematik är en levande mänsklig konstruktion och en kreativ och undersökande aktivitet som omfattar skapande, utforskande verksamhet och intuition. Undervisningen i matematik skall ge eleverna möjlighet att utöva och kommunicera matematik i meningsfulla och relevanta situationer i ett aktivt och öppet sökande efter förståelse, nya insikter och lösningar på problem.

Kursplanen i matematik för grundskolan, s 34

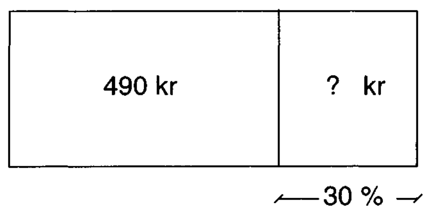
För att inlärningssituationen ska bli så meningsfylld som möjligt kan man låta eleverna själv konstruera uppgifter efter vissa, givna betingelser. De kan t ex skriva ut uppgifterna på ordbehandlare och sedan låta kamrater lösa dem. När elever arbetar i par eller i små grupper kommer de på ett naturligt sätt att uppfylla läroplanens mål att göra, berätta, förklara och argumentera. Detta att de måste förstå vad de gör för att själv kunna formulera uppgifter gör att de tycker sig behärska området. Här nedan följer ett exempel på hur en instruktion kan se ut.

Elevuppgifter

9 Beskriv en vardagshändelse där det ingår två procentuella förändringar. Rita gärna en bild!

10 Beskriv en situation där det ingår en procentuell förändring följt av ökning eller minskning. Formulera en fråga om den totala procentuella förändringen!

11 Uppgiften är att sätta text till nedanstående bild! Sammanhanget ska vara sådant att bilden blir till hjälp för din kompis, när hon ska lösa problemet. Båda rektanglarna tillsammans utgör 100 %.



Gruppsammansättning

Gruppsammansättningen kan ha större betydelse än man i första hand tror. Det är inte ovanligt att man i gymnasieskolan låter eleverna själva bilda grupper. Det kan då hända att man får grupper av elever som är nära kompisar och umgås mycket på fritiden. Det är inte så underligt om grupprelationerna redan är fastlagda och att det pratas och skojas en hel del som inte har att göra med den uppgift man ska lösa. Det kan ibland vara så att risken för oordning och dålig arbetsdisciplin ökar om eleverna får gruppera sig som de själva vill.

Det är en förutsättning för laborativt arbete att gruppen fungerar, att alla känner att de deltar och tar ansvar för arbetet. Läraren kan styra gruppsammansättningen på många sätt.

Vissa menar att smågrupper inte leder till att "lågstatuselever" blir inblandade i lösandet av uppgifterna. Studier visar att högpresterande elever ofta dominerar arbetet i gruppen, medan lågpresterande är passiva, fastän de tycker om att arbeta i grupp. En orsak till detta kan vara att det finns statusskillnader mellan eleverna, vilka framträder klarare i smågrupper. Eftersom man arbetar tätt ihop kommer olikheter i kunskaper och inlärningsförmåga att framträda mycket tydligare och statusskillnaderna kommer att öka. En annan orsak till högstatuselevernas dominans är att de förväntas vara mer aktiva medan de lågpresterande förhåller sig passiva då de inte anses kunna bidra med något.

Duktiga elever kan ofta förklara uppgifter klart medan lågpresterande elever har svårt att förklara gruppuppgifterna. En förklaring till varför lågpresterande elever verkar vara mindre aktiva kan vara att de inte förstår uppgifterna. Erfarenheter och studier visar att smågrupper inte genererar en omgivning som är lika stimulerande för *alla* elever. På grund av detta menar en del att denna arbetsform inte kan lyfta dessa elevers kunskapsnivå.

Ett sätt att komma till rätta med detta problem är att sätta ihop grupperna omsorgsfullt. En undersökning visar att heterogena grupper är bra för hög- och lågpresterande elever men inte för mellanpresterande elever. I stället bör hög- och mellan, mellan- och låg eller bara mellanpresterande elever vara i samma grupp. Vad kan då anledningen vara att så många lärare väljer att dela in eleverna i heterogena grupper? Kan anledningen vara att grupperna då blir mer jämbördiga sinsemellan och man kan använda samma uppgifter till alla grupper?

Det visar sig också att de duktiga eleverna, som oftast är de som ger förklaringar till de andra eleverna, blir duktigare eftersom de måste klargöra sina tankegångar för sig själva och sedan kanske förklara på flera olika sätt. Men i de fall de bara talar om rätt svar finns ingen anledning för dem att omorganisera sina tankar. Under vissa betingelser kan alltså arbete i smågrupper få de duktiga eleverna att bli ännu duktigare. Återstår att undersöka om lågpresterande elever blir bättre om de tvingas ge förklaringar för sina klasskamrater oftare.

Det är viktigt att läraren är tydlig och att man diskuterar igenom arbetsformer och arbetssätt med eleverna innan man sätter igång. Man hittar många bra argument genom att dra paralleller med yrkeslivet utanför skolan.

Om man vill ändra på sin undervisning är det också viktigt att man inser svårigheten med att införa något nytt i skolan. Det måste få ta tid och vi lärare måste tillåta oss att misslyckas ibland.

Lärarens arbete är i det inledande skedet ett inre tankearbete. Det handlar mycket om att lyssna på diskussionerna i grupperna och om att försöka kartlägga elevernas tankar och problem, för att senare ta upp relevanta frågeställningar under andra lektioner. Att gå in då eleverna sitter och arbetar med ett problem i en grupp stör ofta mer än det hjälper. Eleverna slutar då tänka själva och inriktar sig på att förstå vad läraren vill och tänker.

- Vilka erfarenheter har du av olika typer av gruppsammansättningar? Vilka erfarenheter har dina kollegor? Pröva under ett par månader en typ av gruppering som du inte prövat tidigare.
- Välj ut och pröva några gruppaktiviteter med hjälp av kapitel 7.

Litteratur

Alander, S. (1990). Skolgårdsmatematik. *Nämnaren* 17(2), 24-25.

Björksten C. & Åhman, L. (1984). Laborativ matematik med hjälp av miniräknare. *Nämnaren* 10(3), 34-35.

Bratt, B. & Wyndhamn, J. (1991). Språket vår mentala tumme. *Nämnaren* 18(3/4), 78-82.

Dunkels, A. (1985). Ett undersökande arbetssätt. *Nämnaren* 12(2), 32-33.

Dunkels, A. (1992). Lek med tal på allvar. *Nämnaren* 19(4), 26-27.

Dunkels. A. (1991). Problemlösning på geobräde. *Nämnaren* 18(3-4), 96-100.

Ekbäck, B. K. & Wahlgren, J. (1993). CD-skiva i stället för räknebok? *Nämnaren* 20(2), 35-39

Emanuelsson, G. & Emanuelsson, L. (1994). Kvadrater i kvadrat. *Nämnaren* 21(4), 26-27.

Holmström, G. (1986). Laborativa och undersökande arbetssätt. *Nämnaren* 13(2-3), 67-71.

Jaworski, B. (1992). Can all pupils be mathematicians? *Nämnaren* 19(2), 31-39.

Johansson, B. (1991). Två spelare – en miniräknare. *Nämnaren* 18(3/4), 94-95.

Johansson, I. (1995). Spel för kunskapande. *Nämnaren* 22(3), 42-45.

Joki, J. (1990). En dykning i tre dimensioner. *Nämnaren* 17(3-4), 85-88.

Källgården, E-S. (1988). Laborativt arbetssätt i matematik. *Nämnaren* 15(2), 60-62.

Larsson, K. (1990). Att arbeta i grupp. *Nämnaren* 17(3-4), 93-94.

Lindberg, L. (1991). Arbetssätt i Vux. *Nämnaren* 18(3/4), 142-144.

McIntosh, A. (1995). Vitalisera huvudräkningen. *Nämnaren* 22(3), 23-25.

Munther, R. (1984). Trippel. *Nämnaren* 11(1), 34-35.

Pehkonen, E. (1993). Problem med kvadrater. *Nämnaren* 20(3), 28-29.

Persson, I. O. (1991). Huvudräkningsspelet Plump. *Nämnaren* 18(3/4), 87-87.

Reys, B., Reys, R. & Emanuelsson, G. (1995). Meningsfulla tal. *Nämnaren* 22(4), 8-12.

Rusek, A. (1994). Matematik och demokrati – när mötas de två? *Nämnaren* 21(2), 41-45.

Råde, L. (1991). Upptäckter med datorn. *Nämnaren* 18(3/4), 135-139.

Skedinger-Jacobson, M. (1994). Bilda svaret. *Nämnaren* 21(1), 24-25.

Ulin, B. (1991). Den mångsidiga fyrhörningen – några uppslag till problemlösning i geometri. *Nämnaren* 18(2), 50-53.

UPPSLAGET i varje nummer av *Nämnaren*.

Ahlberg, A. (1991). Att lösa problem i grupp. I G. Emanuelsson, B. Johansson & R. Ryding (Red), *Problemlösning*. Lund: Studentlitteratur.

Andersson, G. (1989). *Lögn och sanning i statistik*. Stockholm: Liber.

Björkqvist, O. (1993). Social konstruktivism som grund för matematikundervisning. *NOMAD* 1(1), 8-17.

Heikne, H. & Larsson, K. (1994). *111 laborativa matematikuppgifter*. Eget förlag.

Häggmark, P. (1989). *Laborativ geometri*. Lund: Studentlitteratur.

Johnsen-Höines, M. (1990). *Matematik som språk*. Stockholm: Utbildningsförlaget.

SCB (1994). *Miljösverige*.

SCB (1994). *Sverige i siffror*.

Unenge, J, Sandahl, A. & Wyndhamn, J. (1994). *Lära matematik*. Lund: Studentlitteratur.

Vännman, K. & Dunkels, A. (1984). *Boken om kreativ statistik med EDA*. Århus: Förlagshuset Gothia.

Alrø, H. & Skovsmose, O. (1993). Det var ikke meningen! – Om kommunikation i matematikundervisningen. *NOMAD* 1(2), 6-29.

Alrø, H. (1993). I forlanger for lidt af jer selv. *NOMAD* 3(2), 7-28.

Christiansen, I. M. (1994). "Informal activity" in mathematics instruction. *NOMAD* 2(3/4), 7-30.

Cockcroft, W. H.(Chairman). (1982). *Mathematics Counts*: Report of the Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools. London: H.M.S.O.

Hunting R. P. & Lamon, S. J. (1995). A re-examination of the rôle of instructional materials in mathematics education. *NOMAD* 3(3), 45-64.

Lowe, I. (1991). *Mathematics at Work. Volume 1 & 2*. Canberra: Australian Academy of Science.

Lowe, I. (1991). *Mathematics at Work. Volume 1 & 2. Teachers guide to 1 & 2*. Canberra: Australian Academy of Science.

Mellin-Olsen, S. (1984). *Eleven, matematikken og samfunnet. – En undervisningslære*. Larvik: NKI-forlaget.

Paasonen, J. (1994). What on earth is a straight line? *NOMAD* 2(3/4), 47-56.

Shell Centre for Mathematical Education. (1985). *The Language of Functions and Graphs*. Manchester: University of Nottingham.

Wyndhamn, J. (1993). Mediating artifacts and interaction in a computer environment. An exploratory study of the acquisition of geometry concepts. *NOMAD* 1(2), 59-85.

Wyndhamn, J. (1993). *Problem-solving revisited om Mathematics as a situated practice*. Linköping Studies in Art and Science nr 98. Linköping: University of Linköping.