

**PROBLEMBASERT LÆRING, MATEMATIKK
OG IKT:
GJØR DET NOEN FORSKJELL OM ELEVENE
LAGER FYSISKE ELLER VIRTUELLE
MODELLEILIGHETER?**

Av

Helge Bock

Mastergrad IKT i læring

Høstsemesteret 2008

Høgskolen Stord/Haugesund

SAMMENDRAG

Avhandlingen er basert på en studie gjort med elever fra femte til syvende klasse på en barneskole. Gjennom problembasert læringsmetode skulle elevene arbeide med matematikk, knyttet til en oppgave der de skulle designe en leilighet. Det ble lagt opp til en kvasiexperimentell design, der halvparten av elevene lagde fysiske modeller, mens den andre halvparten lagde virtuelle modeller i et CAD-basert interiørprogram. Elevene arbeidet i små grupper på to til tre. Før og etter undersøkelsesperioden besvarte elevene spørreskjemaer med spørsmål bl.a. om holdninger og læringspreferanser i forhold til matematikk og samarbeid. Elevene ble også testet med en matematikkprøve etter undersøkelsesperioden. I tillegg ble det foretatt observasjoner og intervjuer.

Tre problemstillinger blir reist: 1) Hvordan vil læringsresultatet påvirkes av om elevene bruker virtuelle eller fysiske verktøy i et problembasert undervisningsopplegg i matematikk? 2) I hvor stor grad vil læringsresultatet være bestemt av ulike faktorer ved elevene som modenhet eller kjønn? 3) Hvordan kan eventuelle ulikheter i læringsresultatet forklares? Det argumenteres for at det bør anlegges et todelt perspektiv uttrykt gjennom metaforene om tilegnelse og deltagelse. Metodisk legges studien opp med både en analytisk og systemisk tilnærming.

Med bakgrunn i matematikktesten kan det ikke påvises noen hovedeffekt av verktøyene på elevenes læring. Det lar seg heller ikke påvise noen selektive effekter av betydning, verken i forhold til elevenes modning eller kjønn. Imidlertid viser det seg at designen på de virtuelle modellene jevnt over er mer funksjonelle, enn på de fysiske modellene. Det er bare små endringer mellom målingene hva angår elevenes holdninger. Svake elever ser ut til å foretrekke samarbeid, mens sterke elever ser ut til å foretrekke å arbeide alene. Likevel var det de sterke elevene som hadde mest positiv opplevelse av PBL-situasjonen. Det ser videre ut til at det er en del elever som opplever arbeid med matematikk som utrygt, selv om de har en positiv holdning til faget.

Elevene som arbeidet med fysiske modeller måtte planlegge designen relativt nøye før de kunne bygge leiligheten. Dette ga en lineær arbeidsprosess. Dataverktøyet derimot var mye mer fleksibelt i forhold til å gjøre endringer i alle fasene av prosessen, som dermed kan betegnes som mer sirkulær. Samtidig var dataverktøyet mindre fleksibelt i

forhold til form. Det ble observert at lærerne på rommene med virtuelle modeller var mer tilbaketrukket i forhold til elevenes arbeid enn lærerne på rommene med fysiske modeller. Dette førte til at elevene som arbeidet med fysiske modeller også måtte arbeide mer med matematikk under designprosessen.

I avhandlingen drøftes problemstillinger av prinsipiell art: Skal målet for undervisningen først og fremst være at elevene oppnår best mulig ferdigheter sammen med teknologien, eller er det formidling av kunnskaper og ferdigheter som skal kunne manifestere seg også uten at teknologien er til stede, som bør være i fokus? Hva kan forklare de motstridene forskningsresultatene når det gjelder bruk av ny teknologi og elevaktive arbeidsmåter contra tradisjonell undervisning i forhold til elevenes læring? Studien tar også opp hvordan psykososiale forhold og læringspreferanser kan virke inn på PBL-situasjonen. Det vises til undervisning og læring som kulturell aktivitet. Ved innføring av nye arbeidsmetoder og teknologi, betyr det også at det må etableres nye adferdsmønstre og regler for samhandling.

FORORD

Nå er det like før siste punktum er satt og oppgaven ugjenkallelig levert. Det har vært en lang, men lærerik prosess. Selv om arbeidet med masteroppgaven ofte kan føles ensomt, er det likevel mange personer som jeg skylder en takk. Uten deres deltagelse, ville denne oppgaven ikke være mulig å skrive.

For det første vil jeg takke kollegaer og elever, som velvillig har stilt seg til rådighet i gjennomføringen av undersøkelsen. Det er deres bidrag som danner hele grunnlaget for avhandlingen. Jeg vil også takke min mor, Berit Bock. Det var hun som sådde ideen om å benytte et interiørprogram og la elevene designe leiligheter. Selv om det er mange år siden hun forlot skoleverket, lenge før datarevolusjonen gjorde sitt inntog i undervisningen, lukter en gammel ringrev det, hvis det er skolemat i nærheten. En takk går også til min gode venn og kollega Bjørn Grenness, som har lest igjennom manuskriptet og fått orden på figurer og tabeller.

En annen god venn, kollega og medstudent, Ivar Sørbotten fortjener også en stor takk for samarbeidet i forhold til undersøkelsen. Dessuten rettes en takk til Gavriel Salomon, for veiledning og hjelp, ikke minst i forhold til den kvantitative dataanalysen. En helt spesiell takk rettes imidlertid til min hovedveileder, Lars Vavik, som med kloke ord og mye tålmodighet har ledet meg gjennom denne prosessen, helt frem til mål.

Helge Bock

Bærums Verk, november 2008

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Undervisningsmetoder og digitale verktøy i nasjonale styringsdokumenter....	9
1.3	Problemstilling	11
1.4	Oppbygging av avhandlingen.....	12
2	Teori.....	12
2.1	Forskning	12
2.2	Problembasert læring og problemløsning i matematikk.....	14
2.3	Skole og PBL - nasjonal og internasjonal forskning.....	24
2.4	Teknologi og PBL	31
2.5	To metaforer: tilegnelse og deltagelse.....	35
2.6	Oppsummering av teorikapittelet	37
3	Metode og design	38
3.1	Ontologi, epistemologi og metode.....	38
3.2	Tilnærmingen i denne studien	43
3.3	Design.....	43
3.4	Validitet og reliabilitet.....	48
4	Analyse av datamaterialet.....	50
4.1	Plan for analysen	50
4.2	Kjennetegn ved utvalget	52
4.3	Analyse av posttesten	56
4.4	Eleverproduktene	61
4.5	Spørreskjemaene.....	65
5	Prosessanalyse.....	76
5.1	Verktøyene og elevenes arbeidsprosess	76
5.2	Undervisningen og lærerrollen	83
6	Drøfting	87
6.1	Resultat i forhold til verktøy.....	88
6.2	Andre påvirkningsforhold	91
6.3	Avsluttende refleksjoner.....	99
7	Referanser	102
8	Tabeller, figurer og vedlegg.....	105

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Temaet for denne avhandlingen er problembasert læring, matematikk og bruk av digitale verktøy. Avhandlingen er basert på en studie gjort med elever fra femte til syvende klasse på en barneskole. Elevene skulle arbeide med en oppgave der de skulle designe og innrede en leilighet etter visse spesifikasjoner. Den ene halvparten av elevene benyttet digitale verktøy, mens den andre halvparten lagde fysiske modeller med millimeterpapir, papp og plastelina. Det empiriske grunnlaget denne rapporten bygger på er i første rekke kvantitative data og den primære hensikt å se hva slags effekt de to ulike verktøyene har i forhold til læring. I tillegg drøftes også andre forhold som kan være av betydning når elevene arbeider problembasert i matematikk.

Tematikken i rapporten omhandler noen av feltene det har vært forsket mest på: læringsteorier og problembasert undervisning, matematikk og artefaktenes medierende betydning for undervisningen og læringen. Bare tilfanget på forskning og litteratur er tilnærmet uoverkommelig. Samtidig er det vanskelig å velge ut det ene uten å berøre de andre temaene. Dette gjelder spesielt når avhandlingen er en del av studiet *IKT i læring*, m.a.o. bruk av digitale verktøy i læringsøymed. Å se dette i forhold til problembasert læring når det gjelder matematikkundervisningen, kan slik sett fremstå mer som en avgrensning. At det foreligger mye forskning i forhold til fagfeltet betyr imidlertid ikke at det hersker konsensus, verken når det gjelder matematikkfagets innhold eller bruk av arbeidsmetoder og teknologi.

Den siste PISA-rapporten som kom på tampen av 2007 viste at den negative trenden fortsatte når det gjaldt norske elevers prestasjoner i bl.a. matematikk i forhold til andre land så vel som i forhold til tidligere norske prestasjoner (Kjærnsli, Lie, Olsen, & Roe, 2007). Norge er imidlertid ikke alene om å sloss om bunn plasseringene: mens Tyskland denne gangen klarte å krype opp mot OECD-gjennomsnittet, kan USA vise til samme begredelige resultat som Norge. At toneangivende land som USA og Tyskland gjennom lengre tid har figurert på feil side av gjennomsnittet i de internasjonale statistikkene, har

preget fagfeltet. I en historisk gjennomgang av de vekslende pedagogiske tilnæringer når det gjelder matematikkfaget, viser Schoenfeld (1992) hvordan pendelen har svingt de siste femti årene mellom ulike varianter av elevsentrert og mer såkalt tradisjonell lærerstyrt undervisning, bare for å finne ut at ingen av delene nytter. I Norge har den siste PISA-undersøkelsen fått stor mediedekning denne vinteren. Aftenposten oppsummerer finsk suksess, og dermed den norske skolens problemer: ”*Finner utklasser norske elever – Universitetsutdannede faglærere med høy status. Tradisjonell, effektiv klasseromsundervisning. God disiplin. Det er noe av hemmeligheten bak finsk skolesuksess*” (Ruud, 2008). Førsteamanuensis i pedagogikk, Christian Beck, går i et debattinnlegg i Dagbladet så langt som å sette spørsmålsteget ved hele modellen dagens skole bygger på:

Forskning viser at enda mer undervisningstid innen en lang skoledag ikke gir bedre opplæring. Både for livsopplysning og tilegnelse av praktisk kunnskap kan det bli nødvendige å komme seg mer ut av skolen til det virkelige liv i det sivile samfunn, i arbeidslivet, i hjemmene og i lokalsamfunnene. Dette kan føre til mindre skole, men likevel bedre kunnskap (Beck, 2008).

Det ser imidlertid ikke ut til at det er Becks visjon om skole som vinner frem, men snarere synspunkter som tradisjonelt har hørt til høyresiden i norsk politikk. Allerede i oktober, over en måned før PISA-rapporten ble offentliggjort, så statsministeren for den rød-grønne regjeringen, Jens Stoltenberg, seg nødt til å foreta endringer blant statsrådene ved bl.a. å bytte ut kunnskapsministeren. Mens den forrige kunnskapsministeren, kanskje urettferdig, best huskes for laks og kylling til skolebarna, snakkes det nå om kvalitet og kunnskapsskole:

Reformoptimisme er avløst av bekymrede rynker, også i Arbeiderpartiet og SV. Det råder i øyeblikket en sterk samling i bønn-atmosfære i norsk skoledebatt. Klasserommet skal komme tilbake. Ansvar for læringen ligger hos læreren. Basiskunnskapene må prioriteres. Skoletiden må fylles av læring og undervisning, ikke organiseringstiltak og mas for å få arbeidsro. "Trivselsskolen" som skulle gjøre elevene til "gangs menneske", var honnørord i venstresidens politiske vokabular for relativt få år siden. Nå høres de ut som en dårlig spøk (Madsen, 2008).

Stortingsmelding 31, som ble lagt frem i medio juni i år, tilrår bl.a.:

- 430 millioner kroner fra neste år og én milliard kroner årlig fra 2010 skal settes inn for å styrke lese- og regneopplæringen for 1.-4.- trinn – først og fremst ved å sette inn flere lærere.
- Obligatorisk kartlegging av leseferdigheter på 1.-3. trinn.
- Nytt, varig og nasjonalt system for etter- og videreutdanning for lærere.
- Egen utdanning for rektorer.
- Kartlegging av hva som stjeler læringstid i skolen.

(St.meld. 31, 2008)

Også internasjonalt kan det se ut til at det foregår en dreining fra teorier basert på konstruktivistiske og sosiokulturelle teorier mot retninger som er mer inspirert av et tradisjonelt læringssyn. Titler, som *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching* (Kirschner, Sweller & Clark, 2006) og *Bringing Knowledge Back In: From social constructivism to social realism in the sociology of education* (Young, 2008), kan tjene som eksempler på denne dreiningen – begge tekster som vil bli omtalt senere. Schoenfelds historiske gjennomgang viser imidlertid at bildet neppe er så enkelt, og hvis man skuler til de sørøstasiatiske landene, Japan, Taiwan og Sør-Korea, som sammen med Finland figurer øverst på statistikkene over matematikkprestasjoner, bedrives det der langt mer problemsentrert undervisning i matematikk enn hva som synes å være tilfelle andre steder.

Professor i didaktikk ved Universitetet i Oslo, Svein Sjøberg, peker på testmotivasjon som et forhold som kan ha påvirket resultatene. Mens norsk skoleungdom går til prøven med den holdningen om at den ikke betyr noe – den inngår jo ikke i noe karaktergrunnlag, marsjerer taiwanske elever inn til prøven med hornmusikk og oppbakking av foreldre, besteforeldre, onkler og tanter, mens rektor minner elevene på at de nå forsvarer nasjonens ære (Sjøberg, 2008). Dessuten, i et land med full sysselsetting og importør av arbeidskraft, ser ungdommen ut til å lene seg mer tilbake og ikke bekymre seg like mye for fremtidige jobbutsikter. ”Vi er rett og slett litt for rike”, uttaler Sjøberg til tyske *Der Tagesspiegel* (Austrup, 2008).

Heller ikke hvilken rolle digitale verktøy skal spille, er det enighet om, selv om det kan virke slik når Morten Sjøby, leder for ITU, uttaler til Aftenposten 10.oktober 2007 i forbindelse med publiseringen av ITU monitor 2007:

Norge har et unikt utgangspunkt. Vi har en god læreplan, vi har godt utstyr og vi har kunnskap om hvilken type systematikk som må til for å utnytte IKT slik at det gir god læringseffekt. I ti år har IKT-satsning vært viktig, likevel er det grunn til å være bekymret for manglende integrering i undervisningen, spesielt i grunnskolen (Tesseem, 2007).

Det pekes på at det særlig er matematikkfaget som faller dårlig ut når det gjelder bruk av IKT. Per Aahlin, nestleder i Utdanningsforbundet, kommenterer i samme artikkel:

Vegringen blant lærerne skyldes usikkerhet, vi etterlyser en grunnleggende diskusjon om læringseffekten av IKT. Det er ikke slik at datamaskiner løser alle problemer, slik enkelte politikere synes å tro. Det trengs opplagt et bedre samarbeid mellom statlige og kommunale myndigheter for å sikre at IKT brukes best mulig i undervisningen (ibid.).

Ranestad (2007) på Matematisk Institutt ved Universitetet i Oslo advarer i samme avis mot uvettig bruk av PC-er i skolen. Han hevder at disse står i veien for å lære grunnleggende ferdigheter i matematikk, og viser til USA, der mange skoler trekker PC-ene ut av klasserommet.

Sjøberg (2008) viser til den negative sammenhengen mellom prestasjoner i matematikk og IKT som fremkommer i PISA-rapporten. Finsk skole ligger langt under OECD-gjennomsnittet i bruk av IKT. Samtidig peker han på at om PISA hadde målt ”digitale ferdigheter”, hadde kanskje norske elever kommet bedre ut, og spør retorisk om ikke det også er en kompetanse for fremtiden.

1.2 Undervisningsmetoder og digitale verktøy i nasjonale styringsdokumenter

Et av ankepunktene mot den forrige læreplanen, L97 (KUF, 1996), var at den i for stor grad var førende i forhold til arbeidsmetoder. Allerede innledningsvis i Stortingsmelding 30, ”Kultur for læring”, heter det at ”*Nasjonale myndigheter må tillate større mangfold i de løsninger og arbeidsmåter som velges, slik at disse er*

tilpasset situasjonen for den enkelte elev, lærer og skole.” og at det må *”vises tillit til skolen og lærerne som profesjonelle yrkesutøvere”* (St.meld. 30, 2004:3). Resultatet av dette var at den såkalte Broen fra generell del av læreplanen, den delen som bl.a. spesifiserte hvor mye tid som skulle benyttes til tverrfaglig undervisning, ble fjernet. Et annet aspekt fra St.meld. 30 er at den innfører digital kompetanse som en grunnleggende ferdighet på linje med å kunne lese, skrive, regne og uttrykke seg muntlig. De grunnleggende ferdighetene er ikke fagspesifikke, men mål for de grunnleggende ferdighetene skal innarbeides i de respektive fagplanene.

Ved å studere fagplanen for matematikk i K06 (KD, 2006) ser man imidlertid at det metodiske er minst like viktig, og kanskje ennå mer spesifisert enn for den gamle læreplanen (KUF, 1996). I tillegg til at regning som grunnleggende ferdighet også skal integreres i de andre fagene, legges det vekt på problemløsning:

Problemløsning hører med til den matematiske kompetansen. Det er å analysere og omforme problem til matematisk form, løse det og vurdere kor gyldig det er. Dette har språklige aspekt, som det å resonnerer og kommunisere idear. I det meste av matematisk aktivitet nyttar ein hjelpemiddel og teknologi. Både det å kunne bruke og vurdere hjelpemiddel og teknologi og det å kjenne til avgrensinga deira er viktige delar av faget.

og vidare:

Opplæringa vekslar mellom utforskande, leikande, kreative og problemløysande aktivitetar og ferdighetstrening. I arbeid med teknologi og design og i praktisk bruk viser matematikk sin nytte som reiskapsfag (s. 57).

I planen er det også nærmere spesifisert hvordan bruk av digitale verktøy skal inngå i faget:

Å kunne bruke digitale verktøy i matematikk handlar om å bruke slike verktøy til spel, utforsking, visualisering og publisering. Det handlar òg om å kjenne til, bruke og vurdere digitale hjelpemiddel til problemløsning, simulering og modellering. I tillegg er det viktig å finne informasjon, analysere, behandle og presentere data med høvelege hjelpemiddel, og vere kritisk til kjelder, analysar og resultat (s. 60 – 61).

Oppsummert er K06 tydelig på at problemløsning ikke bare er en metode, men er en del av faget og skal utvikles til dels gjennom praktiske erfaringer. IKT skal være et sentralt verktøy i denne sammenhengen.

1.3 Problemstilling

I de didaktiske anbefalingene som er gitt, knyttes IKT sentralt opp mot problembasert læring. Det er likevel uklart hva IKT eksplisitt bidrar med. Mens TIMSS- og PISA-studiene (Kjærnsli et al., 2007; Lie, Kjærnsli & Brekke, 1995) viser til at bruk av IKT ser ut til å henge sammen med svake resultater i matematikk, ser f.eks. problemløsning med videostøtte ut til å gi gode resultater (Vanderbilt). Det er på denne bakgrunn at følgende problemstilling fremsettes:

1. Hvordan vil læringsresultatet påvirkes av om elevene bruker virtuelle eller fysiske verktøy i et problembasert undervisningsopplegg i matematikk?

Det kan imidlertid vise seg å være vanskelig å skille ut effekten av verktøy fra andre faktorer som er med og påvirker læringssituasjonen, f.eks. bestemte egenskaper hos elevene. Dermed spørres det også om det kan påvises noen selektive effekter:

2. I hvor stor grad vil læringsresultatet være bestemt av ulike faktorer ved elevene som modenhet eller kjønn.

Undersøkelsen denne avhandlingen bygger på finner sted i en naturalistisk kontekst, der det er mange faktorer som kan virke inn i forhold til læringsresultatet. Det kan derfor, i tillegg til et analytisk, også være naturlig også å anlegge et systemisk perspektiv på læringssituasjonen. Disse to perspektivene vil bli nærmere belyst i metodekapittelet. For å forsøke å fange opp noe av kompleksiteten i det naturlige læringsmiljøet, spørres det derfor:

3. Hvordan kan eventuelle ulikheter i læringsresultatet forklares?

Her vil, i tillegg til egenskaper knyttet til eleven, bl.a. egenskaper ved verktøyene og ulike lærerroller trekkes inn i analysen. Også forhold knyttet til det psykososiale arbeidsmiljøet og undervisningskulturen vil være relevant i denne sammenhengen.

1.4 Oppbygging av avhandlingen

Slik det allerede er antydning, spenner problemstillingen over et bredt forskningsfelt. Dette gjenspeiles også i det følgende kapitlet, der det både vises til empiriske studier, samtidig som det redegjøres for det teoretiske grunnlaget for avhandlingen. Kapitlet 2 konkluderer bl.a. med at man bør anlegge et todelt perspektiv i forhold til problemstillingen, uttrykt gjennom metaforene om tilegnelse og deltagelse (Sfard, 1998). Denne dualiteten videreføres når det i kapittel 3 gjøres greie for hvordan studien metodisk er lagt opp og det argumenteres for både en analytisk og en systemisk tilnærming (Salomon, 2007). I tillegg blir selve designet av den empiriske undersøkelsen presentert, der det legges opp til en kvasiekperimentell design.

Dataene fra undersøkelsen presenteres i kapittel 4 og 5. I kapittel 4 legges den kvantitative analysen frem. Det blir foretatt en komparasjon av gruppene som har laget hhv. fysiske og virtuelle modelleiligheter i forhold til ervervede matematikkunnskaper, når det gjelder kvaliteten på produktene de har laget i løpet av perioden og om det er noen endringer i holdninger og selvtillit i forhold til skole og matematikk. I kapittel 5 gjøres det rede for noen viktige kvalitative funn hva gjelder elevenes arbeidsprosess. Det dreier seg både om hvordan verktøyene har virket inn på måten elevene har arbeidet på, og det blir sett på lærerrollen. Til slutt, i kapittel 6, blir dataene drøftet i forhold til teori. Den første delen av drøftingen tar for seg de to første problemstillingene, mens den tredje problemstillingen vil være gjenstand for drøftingen i det andre avsnittet. Til slutt gjøres det noen avsluttende betraktninger omkring eventuelle konsekvenser i forhold til funnene i denne studien.

2 TEORI

2.1 Forskning

Det er en stor mengde forskning som er gjort når det gjelder matematikk, problemløsning og bruk av teknologi i opplæring og undervisning. Det er derfor foretatt et utvalg i forhold til hva som er mest relevant for problemstillingen.

Koschmann (1996) har forsøkt å vise hvordan forskning omkring bruk av teknologi i undervisningen har gjennomgått flere paradigmeskift fra behavioristisk tankegods og undervisningsteknologi, via verktøy bygget på kognitivistiske og konstruktivistiske ideer, til digitale verktøy tuftet på sosialkonstruktivistiske og sosiokulturelle læringsteorier, gjerne omtalt som datastøttet samarbeidslæring (CSCL). Andre har vært opptatt av forholdet mellom programmering og læring, blant annet gjennom programmeringsspråket LOGO (Papert, 1980). Hovedtesen har vært at ved å lære opp datamaskinen gjennom programmering, øker samtidig barnet sin evne til logisk tenkning og problemløsning. Det ble funnet liten støtte for dette, men LOGO-programmering så likevel ut til å kunne ha positiv innvirkning for matematikkundervisningen. Dette var imidlertid først og fremst avhengig av lærerens evne til å hjelpe elevene til refleksjon rundt arbeidet med programmeringen (Pea, 1987). En del studier tar for seg CSCL og felles kunnskapsbygging (Koshmann, 1996; Lipponen, 2002; Scardamalia, 2004) og betydning av infrastruktur når det gjelder kommunikasjon og samarbeidslæring (Star & Ruhleder 1995; Guribye 2005).

En del forskning knytter seg til matematikk og samarbeidslæring (Slavin, 1985; Davidson, 1985; van Oers 1996; Whicker, Bol & Nunnery, 1997), diskurs og begrepsdannelse (Sfard, 2001; Viogt 1996) og i forhold til matematisk diskurs og IKT (Lavy & Leron, 2004).

Når det gjelder forholdet mellom teknologi, problembasert læring og matematikk, er forskningen omkring *video-based anchored instruction* omfattende, spesielt i forhold til Jasperprosjektet utviklet av The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. Forskningen tyder på at en veksling mellom slik veiledet teknologibasert problemløsning og tradisjonell undervisning gir gode resultater, både når det gjelder problemløsning og ferdigheter i tradisjonell regning, (Vanderbilt; Vanderbilt, 1997; Bottge, Heinrichs, Chan, Metha & Watson, 2003) og at elevsamarbeidet er viktig for elevenes læring (Barron, 2000). I Liaos (1999) metastudie når det gjelder bruk av hypermedia i matematikkundervisningen, er resultatene blandet og svært avhengig av kontekst og hvordan sammenligningen mellom ulike medier foretas. Det er også resultater som tyder på at veiledningen er mer avgjørende enn hvilket medium, bok eller video, undervisningen baserer seg på (Shyu, 1999). En studie av 16-åringers læring i

sannsynlighetsregning kunne ikke påvise noen sammenheng i forhold til når i læringsprosessen man hadde benyttet IKT, og matematisk kunnskap etter læringsperioden. Derimot var det store forskjeller i forhold til læringsprosessen. (Pijls, Dekker og van Hout-Wolters, 2003).

Av større internasjonal forskning omkring bruk av IKT i undervisningen, kan det vises til SITES-studiene, som bl.a. viser til at vellykket integrering av IKT gjerne henger sammen med lærere som evner å benytte verktøyet i forhold til samarbeidslæring og kunnskapsbygging. I den norske studien pekes det spesielt på manglende kompetanse hos lærere i forhold til metodikk rundt bruk av IKT, og mangel på spesifikk programvare i matematikk og naturfag som viktige problemområder (Ottestad, 2006). Det er også studier som peker mot at bruk av IKT ikke ser ut til å gi gode resultater i matematikk (Fuchs & Woessmann, 2004; Lie, Kjærnsli & Brekke, 1997).

2.2 Problembasert læring og problemløsning i matematikk

Problembasert læring

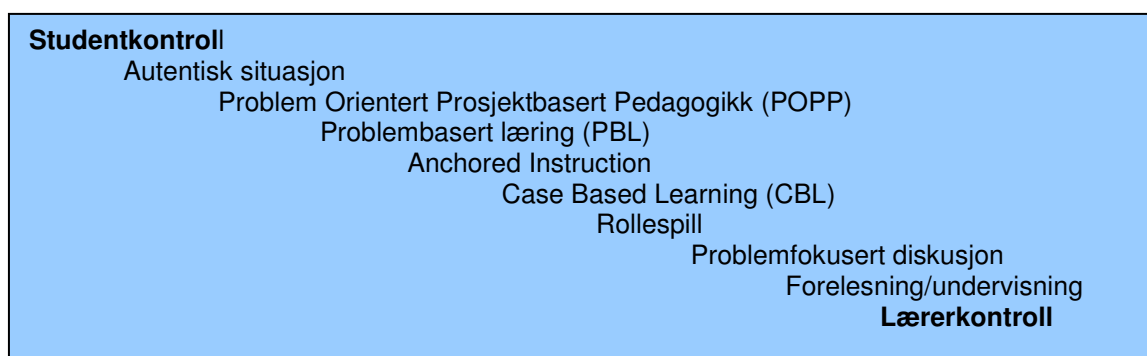
Problembasert læring (PBL) referer gjerne til en undervisnings- eller læringsmetode der en gruppe elever tilegner seg kunnskaper gjennom å utforske ofte komplekse og ustrukturerte problemer. Metoden kan defineres som *"an instructional method in which students learn through solving problems and reflecting on their experiences. In PBL, the teacher's role is to facilitate collaborative knowledge construction"* (Hmelo-Silver & Barrows, 2006:21-22). En tilsvarende, noe mer fyldig definisjon kan man finne hos Torp og Sage (2002):

Problem-based learning (PBL) is focused, experiential learning (minds-on, hands-on) organized around the investigation and resolution of messy, real-world problems.... PBL curriculum provides authentic experiences that foster active learning, support knowledge construction, and naturally integrate school learning and real life; this curriculum approach also addresses state and national standards and integrates disciplines....

Students are engaged problem solvers, identifying the root problem and the conditions needed for a good solution, pursuing meaning and understanding, and becoming self-directed learners. Teachers are problem-solving colleagues who model interest and enthusiasm for learning and are also cognitive coaches who nurture an environment that supports open inquiry (s. 15-16).

Felles for begge er at det i størst mulig grad er elevene som konstruere kunnskap gjennom å finne løsning på problemet. Læreren skal først og fremst tilrettelegge for elevenes læring i form av å være veileder.

PBL inngår i en rekke av læringsmetoder som har det til felles at de bygger på en forestilling om at læring best oppnås når eleven selv oppdager løsninger på ulike problemer fremfor en tradisjonell lærerstyrt undervisning. Dette omtales gjerne som læring gjennom oppdagelse (discovery) eller læring gjennom erfaring (experiential) (Stenseth & Tolsby, 2000). Stenseth bruker problemsentrert læring som en felles betegnelse på metodene, og forsøker å sette disse inn i et kontinuum der studentkontroll utgjør den ene enden av skalaen mens lærerkontroll utgjør den andre (Stenseth &



Tolsby, 2000):

Figur 2-1 Student- eller lærerkontroll

Charlin, Mann og Hansen (1998) peker på at betegnelsen PBL blir benyttet for en rekke ulike arbeidsmåter, og forsøker å sette opp noen kriterier for hva som faller inn under arbeidsmetoden: (1) problemet må stimulere til læring; (2) formålet er ikke bare tilegnelse av en undervisnings- eller læringsteknikk, men også faglig kunnskapstilegnelse; (3) undervisningen må være elevsentrert. Dette siste punktet innebærer for elevene: (1) aktiv prosessering av kunnskap; (2) at de kan bygge på tidligere kunnskap og erfaringer; (3) konteksten oppleves som meningsfull og (4) at det er muligheter for samarbeid og organisering av felles kunnskap. Ut over disse kriteriene, vil PBL-situasjonen kunne variere langs ulike dimensjoner, bl.a. når det gjelder lærer- vs. elevkontroll over arbeidssituasjonen, tilgang på læringsressurser, omfang av problemet osv.

Det finnes flere måter å fremstille et PBL-forløp på. Ofte deles arbeidet inn i syv trinn. Disse kan sammenfattes i tre faser av læringsforløpet (HiST):

Fase 1 Problemanalyse

Gruppen finner en felles forståelse for oppgaveteksten og definerer hva som er problemet eller problemene. I denne fasen analyseres problemet og medlemmene av gruppen idémyldrer omkring mulig løsninger

Fase 2 Informasjonsinnhenting

Forklaringene struktureres og gruppens kunnskaper systematiseres for å identifisere videre læringsbehov. Informasjonen innhentes, enten i fellesskap eller individuelt.

Fase 3 Syntetisering av kunnskap

Løsningen på problemet evalueres. Ny kunnskap identifiseres og utveksles mellom medlemmene.

Lærerens oppgave er å hjelpe elevene til å finne gode strategier for å løse problemene. Elevene arbeider som regel i små grupper og lærerens viktigste oppgave er å tilrettelegge (*facilitate*) for felles kunnskapsbygging. Læreren skal opptre som en *expert learner*, som ved å være en god rollemodell, bygger stillaser for elevene og veileder i hvordan man arbeider med problemstillingen slik at de gradvis tar ansvar for egen læring (Hmelo-Silver og Barrows, 2006). Hmelo-Silver og Barrows (s. 29) setter opp mål for hhv. elevene og læreren i PBL-prosessen:

Mål for eleven:

- Tilegne seg den faglige kunnskapen som problemet har til hensikt å illustrere.
- Lære å resonnerer på en effektiv måte.
- Bli bevisst på grensene for egen kunnskap.
- Å møte kunnskapsbehovet gjennom selvstendig læring og felles kunnskapsbygging.
- Å evaluere egen læring og egne prestasjoner og innsats.

Mål for lærer:

- Å sørge for at alle elevene er aktive i læringsprosessen.
- Å sørge for at læringsprosessen holdes på skinner – dvs. følger riktig retning i forhold til de faglige læringsmålene.
- Å sørge for at elevenes tanker og forståelse kommer til uttrykk.
- Å oppmuntre elevene til å stole på seg selv i læringsprosessen.

Å implementere PBL i undervisningen betyr dermed ikke at elevene skal ta ansvar for egen læring, men skal øve seg i og *lære* å ta ansvar for egen læring. For å oppnå disse målene må læreren ta i bruk forskjellige teknikker: stille åpne spørsmål, forsøke å få elevene til å finne forklaringer, gjenta, klargjøre og oppsummere elevens ideer og funn osv. Hvis læreren er en god rollemodell, vil elevene selv etter hvert bli i stand til å ta i bruk disse teknikkene og dermed bli mer lik *expert learner* (ibid.).

PBL, problemløsning og matematikk

Mens PBL refererer til en ikke-fagspesifikk arbeidsmetode, brukes gjerne begrepet problemløsning innenfor matematikken. Krulik og Rudnick definerer problem som "*a situation, quantitative or otherwise, that confronts an individual or group of individuals, that requires resolution, and for which the individual sees no apparent or obvious means or path to obtaining a solution*" (sitert i Carson, 2007:7). Hva som oppleves som et problem, vil dermed kunne være individuelt. "*A problem will no longer be considered a problem once it can easily be solved by algorithms that have been previously learned*" (ibid.). Problemløsning er en tilnærming av flere mulige for å undervise elever i "tenkeferdigheter" (thinking skills), i følge Carson, og nevner bl.a. PBL som alternativ. Samtidig viser Carson til at lærere og teoretikere legger ulikt innhold til de forskjellige tilnærmingene, og at de har en rekke til felles, bl.a. i forhold til definisjon av problem og problemløsning, fremgangsmåte og heuristikk, transfer og bruk av eksisterende kunnskap osv.

Den som kanskje mest av alt forbindes med problemløsning i matematikken, er Polya, som i 1933 lanserte en fremgangsmåte i fire trinn (Polya, 1990):

Første steg er å sette seg grundig inn i hva som faktisk er problemet. Hva er ukjent? Hva er det som kan gi et svar på problemet? Selv om problemforståelse er en forutsetning for å finne en løsning, er det ikke alltid like opplagt hva problemet består i.

Andre steg er å lage en plan for hvordan man vil gå frem. Her er det viktig å forsøke å hente frem allerede eksisterende kunnskap og erfaringer.

Tredje steg er å gjennomføre planen.

Fjerde steg er å studere løsningen. Stemmer løsningen? Kunne det vært løst på andre måter? Kan man trekke noen slutninger eller gjøre seg noen erfaringer med bakgrunn i løsningen som kan komme til nytte ved en annen anledning?

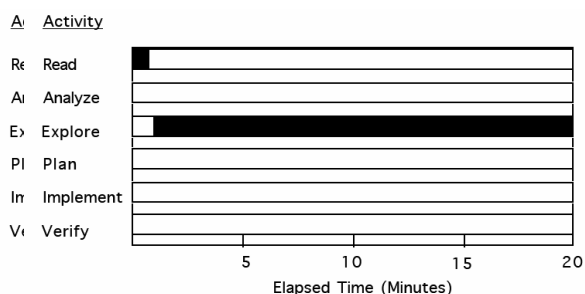
Det som først og fremst skiller denne fremgangsmåten fra fasene i PBL, er at Polyas modell savner informasjonsinnhenting. Matematisk problemløsning fremstilles gjerne som en heuristikk, en metode man kan benytte uansett forhåndskunnskaper. Carson (2007) peker på paradokset i at en fremgangsmåte for problemløsning som på den ene siden er løsrevet fra kunnskap, samtidig baserer seg på at man kan overføre og benytte allerede eksisterende kunnskap. Snarere er det slik, at jo mer kunnskap (content knowledge) man besitter, desto mer effektiv er man i forhold til problemløsning. I undervisningssammenheng er det derfor viktig at lærere ikke bare underviser i problemløsningsteknikker (thinking skills), men også kunnskaper om hvordan problemet kan eller skal løses. Oppsummert ser det ut til at PBL først og fremst er en læringsmetode for å tilegne seg fagspesifikk kunnskap, men med et langsiktig mål om å bli *expert learner*, mens problemløsning først og fremst dreier seg om å lære en heuristikk, som samtidig er avhengig av tilegnelse av annen kunnskap. Dermed kan det bli vanskelig å se hva som blir den prinsipielle forskjellen mellom PBL og problemløsning i det begge tilnærmingene impliserer både sak- og metodekunnskap. Forskjellen blir kanskje først og fremst et spørsmål om problemet er av matematisk karakter eller ikke.

Det er forskjellig hvordan begrepet problemløsning blir fremstilt i litteraturen. En del matematikkverk behandler problemløsning som et eget tema, ofte kalt nøtter, og i M87

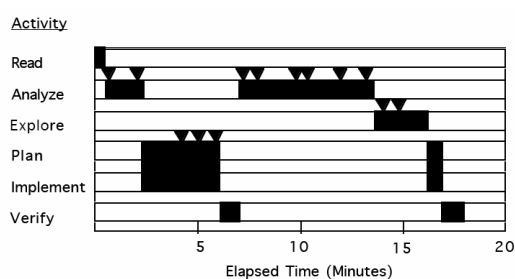
inngikk problemløsning som en eget emne i matematikkplanen. Det er imidlertid også vanlig å se problemløsning som selve kjernen i det å bedrive matematikk. Schoenfeld fremmer et slikt syn:

Mathematics is an inherently social activity, in which a community of trained practitioners (mathematical scientists) engages in the science of patterns — systematic attempts, based on observation, study, and experimentation, to determine the nature or principles of regularities in systems defined axiomatically or theoretically ("pure mathematics") or models of systems abstracted from real world objects ("applied mathematics"). The tools of mathematics are abstraction, symbolic representation, and symbolic manipulation. However, being trained in the use of these tools no more means that one thinks mathematically than knowing how to use shop tools makes one a craftsman. Learning to think mathematically means (a) developing a mathematical point of view — valuing the processes of mathematization and abstraction and having the predilection to apply them, and (b) developing competence with the tools of the trade, and using those tools in the service of the goal of understanding structure — mathematical sense-making (Schoenfeld, 1992:3).

Dette innebærer en endring i hvordan man underviser i matematikk, fordi matematikkundervisningen ikke bare skal bidra til å lære bort en rekke ferdigheter og algoritmer, men også må ha atferdsendring som mål. Schoenfeld (figur 2-2 og 2-3) viser forskjellen i hvordan en matematiker løser problemer i forhold til elever og utrenede personer, ved at førstnevnte benytter mye mer tid i forhold til å analysere problemet og utforsker flere mulige fremgangsmåter underveis, mens novisen går rett i gang med å løse problemet ut i fra en enkelt strategi. Dermed vil den utrenede personen ofte ende uten noen løsning.



Figur 2-2 Tidslinjestudie av en typisk student som forsøker å løse et matematisk problem (Schoenfeld, 1992:61).



Figur 2-3 Tidslinjestudie av en matematiker som jobber med et vanskelig problem (Schoenfeld 1992:62).

Schoenfeld viser at det er fullt mulig å undervise elever i forhold til strategier for problemløsning og matematisk tenkning. Slike endringer i adferd hos elevene tar imidlertid lang tid å lære. Dessuten vil implementeringen av en slik undervisningsform måtte få store konsekvenser for læreutdanningen.

PBL og situert læring

Det er vanlig å knytte PBL til teorier om situert læring (Charlin, Mann & Hansen, 1998). All læring er, i følge denne tilnærmingen, situert i kontekst (Lave & Wenger, 1991; Brown, Collins & Duguid, 1989). Lave og Wenger (1991) begrunner dette bl.a. ved å vise til antropologiske studier av hvordan læring skjer gjennom mer eller mindre formaliserte former for samspill mellom lærling, mester og kultur. Dette kaller de for *legitimate peripheral participation of communities in practice*, der den lærende i utgangspunktet tar en perifer, observerende plass for gradvis å bli integrert i det praktiserende samfunnet som en aktiv deltager. Fordi læringen alltid situeres i konteksten, skaper dette problemer i forhold til tradisjonell undervisning i skolen, fordi denne alltid vil være fjern fra virkeligheten. Dermed er sannsynligheten stor for at det meste som læres på skolen vil fortone seg som ubrukelig utenfor skolesammenhengen. Brown et al. (1989) gjør et poeng ut av hvordan en deltager i Weight Wachters løser en oppgave der han skal finne tre fjerdedeler av to tredeler av kopp med Cottage Cheese. Etter noe mumling om at han ikke husker brøkgregningen fra skolen, løser han problemet praktisk ved å legge to tredeler av osten i en sirkel på et brett, og fjerner så en firedel av dette. Poenget hos Brown et al. er at skolelærdommen ikke kom til nytte, fordi denne var lært i feil kontekst. I stedet løste mannen oppgaven på et mer praktisk og virkelighetsnært nivå med redskaper som tilhørte kjøkkenet, altså en naturlig kontekst. Tanken med å benytte en PBL-tilnærming i undervisningen, er å skape så virkelighetsnære situasjoner, slik at elevene kan bli deltagende praktikanter i fellesskapet. van Oers (1996) forsøker å knytte sammen det sosiokulturelle perspektivet med det rent matematiske, i det han fremhever at matematikkundervisningen må ta sikte på både å oppleves som virkelighetsnær og meningsfylt for elevene, samtidig som at den ikke skal gå på akkord med de regler, metoder og konvensjoner som er gjeldene blant dagens matematikere.

Et problem i forholdet mellom kognitiv teori og teori om situert læring, knytter seg til overførbarhet av kunnskap, *transfer*: "*Learning and cognition, it is now possible to argue, are fundamentally situated*" (Brown et al.:32). Dermed avvises transfer som vesentlig i forhold til læring og tenkning. Lave betegner hele konseptet som "*seriously misconceived*" (sitert i Sfard, 1998), fordi kunnskapen ikke besittes av aktørene, men er en del av aktiviteten eller konteksten, distribuert mellom aktørene og i artefaktene. Dette skaper problemer i forhold til PBL da nettopp bevisst opphenting av tidligere kunnskap og erfaringer, *high-road transfer* (Salomon & Perkins, 1998), er en av de viktigste forutsetningene for problemløsningen – spesielt i forhold til matematikk. Det kan argumenteres at det nettopp var et forsøk på transfer Weight Watcheren gjorde, i det han faktisk husket at han hadde lært noe om slik brøkkregning på skolen. Han hadde imidlertid ikke lært dette godt nok, eller kanskje han manglet relevante artefakter – papir og blyant. Uansett påpeker Salomon (1993) "*The way the weight watcher, observed by Lave, solved the cottage cheese problem is not necessarily the way an educated person should have solved it*" (s. 131), og dermed peker på at under-visningen bør ha et annet siktemål enn bare hverdagslige erfaringer.

Kritikk av PBL

En kritikk av den elevaktive problemsentrerte undervisningen kommer fra Kirschner, Sweller og Clark (2006). De bruker *Minimal Guidance Instruction* som samlebetegnelse for ulike elevaktive metoder, inklusive PBL og Inquiry Learning (IL) og definerer dette som "*one in which learners, rather than being presented with essential information, must discover or construct essential information for themselves*". Dette stilles opp mot *Direct Instructional Guidance*, som defineres som "*providing information that fully explains the concepts and procedures that students are required to learn as well as learning strategy support that is compatible with human cognitive architecture*" (Kirschner et al., 2006:75). Læring defineres som endringer i langtidsminnet. Det vises videre til to antagelser som de mener ligger til grunn for minimal guidance-tilnærmingen. Den første er at læring mest effektivt oppnås ved selv å måtte finne løsninger på komplekse problemstillinger i informasjonsrike omgivelser. Den andre antagelsen bygger på at kunnskap best tilegnes gjennom erfaringer gjort på fagdisiplinens egne premisser. Mot dette argumenteres det med at det ikke finnes bevis for at man lærer bedre gjennom å bli presentert for bruddstykker av informasjon.

Snarere lærer man mer effektivt gjennom å få full informasjon. Dessuten blir kunnskapen mer helhetlig.

I argumentasjonen vises det til teorier og forskning om begrensninger i arbeidsminnet og forholdet mellom arbeids- og langtidsminet (Kirschner et al., 2006). Klassiske studier av sjakkmeisteren og –novisen illustrer dette forholdet. Mens det ikke er forskjell mellom novisen og mesteren når de forsøker å rekonstruere brikke plassert tilfeldig på et sjakkbrett, forholder dette seg annerledes dersom brikkene er plassert slik at de kunne ha fremkommet i et virkelig spill. Ved å dra veksel på ervervet kunnskap i langtidsminet klarer mesteren i langt større grad å plassere brikkene riktig. Dette begrunnes ut i fra undersøkelser som viser at arbeidsminnet kun klarer å behandle en svært begrenset mengde med ny informasjon og den forsvinner etter omkring 30 sekunder dersom den ikke blir repetert (ibid.). Når man imidlertid kan dra veksel på langtidsminet, forsvinner disse begrensningene. På denne bakgrunn hevdes det at kunnskapssøkingen i seg selv er så belastende på arbeidsminnet at det hindrer kunnskapsbygging og endringer i langtidsminet:

All problem-based searching makes heavy demands on working memory. Furthermore, that working memory load does not contribute to the accumulation of knowledge in long-term memory because while working memory is being used to search for problem solutions, it is not available and cannot be used to learn. Indeed, it is possible to search for extended periods of time with quite minimal alterations to long-term memory (Kirschner, et al. 2006:77).

Forskning viser at man t.o.m. kan få et negativt læringsresultat, i følge Kirschner et al. Minimal guidance-metoder kan imidlertid ha en positiv læringseffekt dersom den lærende har stor kunnskap i utgangspunktet, slik at han kan dra veksler på dette i læringssituasjonen.

Hmelo-Silver, Duncan og Chinn (2007) imøtegår denne kritikken, selv om de langt på vei er enige i argumentasjonen til Kirschner et al. i forhold til minimal guidance learning. Imidlertid hevdes det at PBL og IL ikke faller inn under denne kategorien. Snarere gjør metodene intensiv bruk av veiledning og instruksjoner. I PBL og IL bestreber man seg imidlertid for å gjøre dette *just-in-time*, når elevene selv opplever at de har behov for kunnskapen. I tillegg benyttes en rekke stillasteknikker, bl.a. til å

hjelp eleven til å hente frem egen kunnskap, men også for å synliggjøre hvilken kunnskap som må erverves. Ved eksplisitt å få frem kunnskapen elevene allerede besitter, gjøres de bedre i stand til å utnytte kapasiteten i langtidsminnet i problemløsningen. Hmelo-Silver et al. (ibid.) konkluderer med at det ikke så mye er snakk om PBL og IL er bedre eller dårligere enn tradisjonell undervisning, men at det snarere er et spørsmål om når og for hvilke formål det ene er å foretrekke fremfor det andre.

Young (2008) omtaler ikke direkte problembasert læring, men setter spørsmålsteget ved det læringsteoretiske grunnlaget som ligger til grunn for PBL – konstruktivisme, sosialkonstruktivisme og sosiokulturell teori. Det viktigste ankepunktet er at disse teoriene mangler en kunnskapssosiologi – teoriene er opptatt med hvordan man lærer, men i liten grad hva kunnskapen skal bestå i. Dette skyldes et relativistisk syn på kunnskap, som subjektive konstruksjoner hos individer eller grupper av individer. I følge disse teoriene eksisterer ikke objektiv kunnskap. Snarere er det forhold som makt, tradisjon m.m. som definerer de til en hver tid rådende oppfatninger. Young er ikke uenig i at læring og kunnskapsdannelse må sees i en sosial og historisk-kulturell sammenheng. Likevel hevder han at det eksisterer en objektiv kunnskap. At kunnskapen er objektiv betyr at den eksisterer uavhengig av subjektive tolkninger og maktfaktorer. Det betyr imidlertid ikke at den er uforanderlig. Young betegner dette kunnskapssynet for *social realism* og henter sitt teoretiske grunnlag bl.a. fra Vygotsky og Durkheim som uavhengig av hverandre beskrev kunnskapsdannelse som et forhold mellom dagligdags kunnskap og vitenskapelig eller abstrakt kunnskap. I følge Vygotsky dannes den vitenskapelige kunnskapen gjennom akkumulasjon og abstrahering av den direkte erfarte virkeligheten (ibid.). Durkheim så vitenskapen som en videreføring av religion, som menneskers måte å forsøke å forstå det som ikke kan erfares direkte (ibid.). Utdanningens oppgave er først og fremst å formidle kunnskap som ikke erfares direkte i dagliglivet, i følge Young.

Youngs (2008) sosialrealistiske kunnskapssyn står i kontrast til situert læringsteori, i det han hevder at skolekunnskap gjerne er av en slik karakter at den ikke er direkte erfarbar i dagliglivet. Dermed kan det også bli vanskelig å situere skolekunnskap i en naturlig kontekst for elevene. En egenskap ved PBL som ofte blir hevdet, er at elevene lærer mer

fordi de gjennom utforskning av problemet gjerne vil møte kunnskap ut over det som kreves eller er relevant for problemstillingen (Hmelo-Silver et al., 2007). Et slikt læringssyn blir ofte forsvart ut i fra et relativistisk, postmodernistisk syn på kunnskap: det er ikke så viktig hva man lærer, bare man lærer noe. Bl.a har fastholdingen av faginndelingen i den akademiske tradisjonen blitt kritisert av Foulcaut, da denne først og fremst er et resultat av maktforhold og slik sett bidrar til å opprettholde slike strukturer (Young 2008:82).

2.3 Skole og PBL - nasjonal og internasjonal forskning

Det var kanskje et varslet sjokk, resultatene fra siste runde i PISA. Norske elever fortsatte trenden fra tidligere undersøkelser. Ikke bare havnet Norge enda lenger ned på listen, godt under OECD-gjennomsnittet, men resultatene var også svakere sett i forhold til norske prestasjoner i tidligere undersøkelser (Kjærnsli, Lie, Olsen & Roe, 2007). TIMSS-undersøkelsen i 1995 viste at de norske elevene strevde spesielt i forhold til formell matematikk og algebra, mens de gjorde det noe bedre på oppgaver som handlet om å bruke matematisk forståelse i praktiske sammenhenger (Lie, Kjærnsli & Brekke 1997:212). TIMSS 2003 (Grønmo, Bergem, Kjærnsli, Lie & Turmo, 2004) viste en markant nedgang i forhold til egne prestasjoner i 1995. Nedgangen i prestasjoner for norske trettenåringer fra 1995 til 2003 tilsvarte bortimot et skoleår. Enda verre var det imidlertid at 9-åringene prestasjonsmessig lå et halvt år etter 1995-nivå, til tross for at de gjennom innføringen av Reform 97 hadde gått et år lengre på skolen enn elevene i 1995-undersøkelsen. I PISA 2006 er en av konklusjonene at de norske elevene gjør det spesielt svakt i oppgaver som må løses i flere trinn og som ”krever at eleven investerer mer tid på fokusert, mentalt arbeid (Kjærnsli et al.:170). Også troen på den norske enhetsskolen som spesielt egnet for å utjevne forskjeller, får et skudd for baugen i det viser seg at spredningen når det gjelder de norske elevprestasjonene er på størrelse med OECD-gjennomsnittet (Kjærnsli, Lie, Olsen, Roe & Turmo, 2004; Kjærnsli et al., 2007). I PISA-rapporten fra undersøkelsen i 2000 konkluderes bl.a. følgende:

I Norge har enhetsskoletanken tradisjonelt stått sentralt, men resultatene for dette konstruktet (sosioøkonomisk status) tyder på at vi i vårt land ikke lykkes mer enn gjennomsnittlig når det gjelder å utjevne forskjeller mellom elever (Lie, Kjærnsli, Roe & Brekke, 2001:209).

Spørsmålet som ble stilt var hvorfor et av verdens rikeste land, med en høyt utdannet befolkning og som er i fremste rekke når det gjelder ressursbruk på skole bare skårer gjennomsnittlig på de internasjonale testene (– ikke bare i matematikk, men i naturfag og lesing også). Lie et al. (1997) viser til en negativ sammenheng hos norske elever mellom såkalt elevaktive arbeidsmåter, inklusive bruk av IKT og prestasjoner i matematikk og naturfag sammenlignet med tradisjonell undervisning: *”det er for oss et tankekors at undervisningsmetoder som anbefales sterkt for tiden (prosjektarbeid, gruppearbeid og bruk av datamaskin) ser ut til å henge sammen med svake resultater i matematikk* (Lie et al., 1997:203). Det advares mot å fremheve én metode som bedre enn andre, men at mange av de nye arbeidsformene stiller særlig store krav til læreren i forhold til faglige og didaktiske refleksjoner (Kjærnsli et al., 2007). Norske elever rapporterer om lite bruk av læringsstrategier, mer problematisk forhold mellom elev og lærer enn i andre land og mye bråk og uro i timen (Kjærnsli et al., 2004; Kjærnsli et al., 2007). Når det gjaldt rapportering fra lærerne i forbindelse med TIMSS 2003, opplever 63 prosent at undervisningen begrenses av uinteresserte elever og 58 prosent av lav arbeidsmoral. Norge er blant de landene hvor dette problemet synes størst (Grønmo et al., 2004:164).

Et synspunkt som kom frem var at undersøkelsene ikke tilgodeså at norske elever i større grad enn i andre land etter elevaktive arbeidsmetoder, som f.eks. prosjektarbeid. Dette skulle angivelig gjøre norske elever flinkere i forhold til problembaserte oppgaver. Kjærnsli et al. (2004) tar opp denne tråden i det de med henvisning til L97 skriver: *”Man kan tenke seg at norske elever skulle ha særlig forutsetninger for å løse oppgaver i problemløsning, siden prosjektarbeid er en så sentral arbeidsmåte i norsk skole”* (s. 163). Bl.a. med bakgrunn i synspunkter om at ferdigheter i problemløsning var viktig i fremtidens arbeidsmarked, ble denne ferdigheten forsøkt målt i PISA 2003. Følgende definisjon på problemløsning ble lagt til grunn:

Problemløsning er den enkeltes evne til å bruke kognitive prosesser for å løse virkelige, tverrfaglig problemstillinger hvor fremgangsmåten ikke umiddelbart er innlysende. De faglige og/eller tverrfaglige områdene som inngår, hører ikke hjemme innenfor kun ett av de tre fagområdene matematikk, naturfag eller lesing (ibid.).

Til tross for norske elevers erfaring med prosjektarbeid, skåret de også her under OECD-gjennomsnittet, og langt under de andre nordiske landene. Avstanden til Finland var formidabel. Når det gjaldt spredningen, lå denne på gjennomsnittet for OECD-landene.

Det som går igjen i undersøkelsene er at Finland sammen med de østasiatiske landene Japan, Sør-Korea, Taiwan, Singapore og Hong Kong figurerer øverst listene (Taiwan, Singapoer og Hong Kong er ikke med i PISA, Finland deltar ikke i TIMSS), selv om Japan presterte noe dårligere i PISA 2006.

PBL som læringskultur

Slik det ble påpekt i innledningen, ser finsk skole til å følge det vi normalt oppfatter som tradisjonell lærerstyrt undervisning. I østasiatiske land later dette til å fortone seg annerledes. Stigler har i ulike studier sammenlignet undervisnings- og læringskulturen i en del av disse landene med bl.a. USA (Stevenson & Stigler, 1995; Stigler & Hiebert, 1999; Stigler, Fernandez & Yoshida, 1996). Enkelte trekk i den amerikanske undervisningen er bl.a. vektlegging av individuelt arbeid i det amerikanske klasserommet:

Working alone a large part of the time may also contribute to the American children's lower levels of academic achievement. Although children can learn without a teacher's attention, it seems unlikely that independent activity is the most effective means of instruction. (...) What appears to be a devotion to individuals and to small groups of children has the unintended effect of removing the American teacher from the remaining children and depriving those children of valuable opportunities for instruction (Stevenson & Stigler, 1995:69-70).

Stevenson og Stigler peker på at man i USA først og fremst har fokus på enkeltindividet. Læring foregår når eleven sitter og løser oppgaver for seg selv. Tankegangen i Japan og Kina er gjennomgående mer kollektivistisk enn den amerikanske når det gjelder hvordan undervisning og læring foregår. Et hovedpoeng er at det ikke nødvendigvis er noen motsetning mellom elevaktiv undervisning samtidig som læreren har fokus på hele klassen.

En gjennomgang av undervisningen i USA, Tyskland og Japan viser at både den amerikanske og den tyske undervisningen preges av å være sterkt lærerstyrt (Stigler & Hiebert, 1999). Typisk for begge landene er at læreren forklarer og stiller konkrete spørsmål til elevene underveis. Forskjellen mellom landene består først og fremst i at mens den tyske læreren legger vekt på matematiske forklaringer og utledninger av matematiske bevis, fokuseres det i USA mest på forklaring av algoritmer og fremgangsmåter elevene skal benytte før de går så går i gang med å løse oppgaver på egen hånd.

Den japanske undervisningen skiller seg fra både den amerikanske som den tyske ved at den verken fokuserer særlig på utledning av formelle matematiske bevis eller på konkrete fremgangsmåter. Imidlertid settes fokuset i mye større grad på at elevene selv skal arbeide med matematikken og finne løsninger. Typisk for en japansk matematikktime er at læreren presenterer et matematisk problem i forhold til temaet som skal lærers, knytter dette gjerne opp mot noe elevene har lært tidligere, før elevene blir satt i gang med å finne løsninger på problemet, gjerne i samarbeid med sidemannen, eller i små grupper. I en studie av en undervisningstime i geometri for femte klasse satt elevene i nesten et kvarter for å finne ut hvordan man beregner areal av trekant (Stigler et al., 1996). Under elevenes arbeid blandet læreren seg i liten grad inn, men observerte hva elevene holdt på med og hva de diskuterte. Etter en stund kunne elevene presentere sine forslag til løsninger som læreren sammenfattet, og timen ble avrundet med en felles forståelse av hvordan problemet kan løses.

Stigler & Hiebert (1999) fant at mens den amerikanske undervisningen i langt større grad slår fast matematiske sammenhenger, preges den tyske og den japanske undervisningen av at sammenhengene utledes, enten av lærer eller i fellesskap med elever. Videre presenterer elevene langt hyppigere forslag til løsninger på problemer i Japan i forhold til de to andre landene. Den japanske undervisningen skiller seg dessuten ut fra den tyske og amerikanske i forhold til hva elevene bruker tid på når de sitter og arbeider. Mens både den amerikanske og tyske skolen er preget av at elevene bruker det meste av tiden på ferdighetstrening, bruker de japanske elevene mer tid, relativt sett, til å tenke og finne løsninger på problemer, eller tilegne seg nye metoder (Stigler et al., 1996; Stigler & Hiebert, 1999).

Det er nettopp etablering av en formålstjenlig undervisningskultur for problemløsning som står i fokus hos Lampert (2001). Hun vektlegger ikke bare det faglig-didaktiske, men også det sosiale aspektet, og hvordan disse henger sammen. Dette oppnås bl.a. ved å etablere faste rutiner for undervisningen, og i dialog med elevene sette klare regler for samhandling og diskurs. Kompleksiteten i dette vises bl.a. ved at læreren må kunne "sone inn" på den enkelte elev, samtidig klassen som arena for problemløsning opprettholdes. Klare rutiner og regler ser også ut til å være en viktig bestanddel av undervisningen i Japan og Kina (Stevenson & Stigler, 1995).

PISA+ og evaluering av Reform 97

Sammenligningen med USA kan være relevant i norsk sammenheng, fordi USA plasserer seg i samme kategori som Norge i de internasjonale undersøkelsene. Det er likevel ikke slik at fremstillingene gitt overfor i alle sammenhenger passer med norsk skole, verken når det gjelder USA eller de andre landene. Et forhold som likevel reiser seg er den tilsynelatende vellykkede vektleggingen av problemløsende, elevaktive metoder i undervisningen i Japan. Dette står i skarp kontrast til funnene fra PISA og TIMSS, der det nettopp advares mot slike metoder, og modellen fra TIMSS 1995 viste en negativ sammenheng mellom elevaktive arbeidsmåter og poengskåre på elevprøvene.

PISA+ er et kvalitativt forskningsprosjekt som bl.a. baserer seg på videostudier av undervisning i den norske ungdomsskolen. Formålet er å sette søkelys på uheldige sider ved norsk skole i lys av problematiske funn fra PISA-undersøkelsene. Fremstillingen nedenfor er et sammendrag av "Sentrale funn. Foreløpige resultater fra PISA+ prosjektet" (Klette & Lie, 2006). Det legges først og fremst vekt på funn av generell karakter, eller de som spesifikt har med matematikkundervisningen å gjøre:

- Funn fra evalueringen rundt Reform 97 bekreftes i forhold til god og inkluderende tone mellom ungdom og voksne i skolen. Det gis rom for elevinitiativ og elevspørsmål. Samtlige klasserom var preget av et høyt aktivitetsnivå og mye elevengasjement.
- Tolkning i forbindelse med PISA 2003 blir bekreftet når det gjelder svakt læringstrykk i norsk skole.

- Det registres et ”underbruk av læringssituasjoner”. Selv om det er et høyt aktivitetsnivå, mangler aktivitetene fokus og retning, spesielt hva angår lærernes systematiske introduksjon og oppsummering. Elevoppgaver og aktiviteter blir ofte stående som enkelthendelser og blir i liten grad satt inn i en større kunnskapsmessig, faglig eller teoretisk ramme. Læringen blir dermed lett privatisert og overlatt til den enkelte elev.
- Det registres et smalt repertoar hva gjelder læringsstrategier som memorerings- eller elaboreringsteknikker knyttet til elevens eksisterende kunnskaper. Situasjoner der lærer legger til rette for oppsummerende strategier med fokus på aktivitetenes metakognitive overføringsverdi er sjelden registret. Organiseringsstrategier knyttet til tankekart, nøkkelord osv. forekommer noe.
- Når det gjelder matematikktimene er disse i liten grad preget av varierte læringsaktiviteter. Hovedsakelig er undervisningen sentrert rundt lærerstyrt instruksjon/gjennomgang og individuell oppgaveløsning.
- Lærernes systematiske og gjennomtenkte bruk av de enkelte læringsaktivitetene fremstår som lite optimal. I naturfag- og matematikktimene er det et påfallende fravær av læringssituasjoner der elevene prøver ut og utforsker et faglig problem i fellesskap. Verken lærerens instruksjon, oppgavens utforming eller krav til dokumentasjonsformer stimulerte til felles problemløsning. Observasjonene dokumenterer få faglige elevdialoger i naturfag og matematikk.
- Helklassesamtalen som et særegent kollektivt rom for meningsutprøving og læring er lite utnyttet.
- I noen klasser knyttes veiledning hovedsakelig til emosjonell støtte, mens i andre klasserom dreier veiledningen seg om faglige anvisninger og kommentarer. Mindre vanlig i samtlige klasser var veiledning i metakognitive aktiviteter for problemløsning.
- Bruken av arbeidsplaner synes å komplisere formalisert læring knyttet til:
 - relasjonen mellom lærerens undervisning og gjennomgang og elevenes oppgaver
 - helklassen som et felles læringsrom
 - elevsamtalen(e) som læringsverktøy
 - fokus på skriftlighet og skriftlige innleveringer

- lite systematisk oppfølging av elevens arbeid (enten det er arbeid elevene gjør på skolen eller hjemme)
- aktivitetsorientering (fokus på å løse oppgaven) versus læringsorientering (fokus på læringsmål)
- Elevinitierte spørsmål synes hyppig forekommende og man har klart å skape et aksepterende klima og et sosialt fellesskap der det er mulig å formulere spørsmål uavhengig av elevens bakgrunnskunnskaper, særlig i matematikktimene.

Rapporten oppsummerer som følger:

(Observasjonsmaterialet viser) til svak systematisk bruk av medelevene som faglig samtalepartner og medkonstruktør av mening og læring. Elevenes meningsskaping er konstruert rundt den enkelte og med tilsvarende liten utnyttelse av medeleven(e) som samtale- og læringspartner og klassefellesskapet som felles læringsarena. Individorienterte arbeidsplaner, omfattende bruk av individuell oppgaveløsning, lærerens svake systematiske bruk av klasseoffentligheten som medlæringsagent, samt fravær av oppsummering av aktivitetenes hensikt og mål bidrar til at elevenes læring blir overlatt til den enkelte. Faglig forståelse blir lett et anliggende mellom elev, lære(bok)tekst og arbeidsplan der læreren ofte spiller en perifer - for ikke å si tilbaketrasket – rolle (rapporten mangler sidetall).

Rapporten kaster nytt lys på finnene fra TIMSS og PISA i den forstand at det ikke er (de intenderte) arbeidsmetodene i seg selv som er problemet med undervisningen, men snarere i hvilken grad man i undervisningen evner å sette kunnskapen i perspektiv og sammenheng. I *Evaluering av reform 97* (Haug, 2004) tas problemet opp når det gjelder forholdet mellom intenderte arbeidsmetoder i L97 og det som faktisk skjer i klasserommet. Evalueringen peker på at det faktisk i liten grad drives den type reformpedagogikk som L97 foreskrev i norske klasserom. Her dreier det seg ikke nødvendigvis om vegring fra lærerne om å ta i bruk nye metoder:

(Det) må heller forståast på bakgrunn av at skulen og alle skulen sine system, organisasjon, bygningar, rom, innhald, arbeidsmåtar, vurderingsformer, samværsformer, kompetanse, skulen sitt språk og tankemønster osv. er resultatet av og berarar av den same tradisjonen. Den ser ut til å overleve «det meste», noko som også svært kraftig understrekar den store rekkjevidda som ligg i kontinuitet og samanheng i utdanningspolitikken (s. 57-58).

Dette gir et misforhold mellom kultur og den politisk initierte reformen:

Når det gjeld kjennskapen til arbeidsmåtene som L97-skulen er meint å skulle ha, er forholda slik at den kompetansen som finst i skulen, mest er knytt til den formidlingsorienterte pedagogikken, medan den som trengst i aktivitetspedagogikk, ikkje finst i tilstrekkeleg grad. Ein har ikkje sytt for å formidle den nødvendige kompetansen for å drive den skulen som det er politisk ønske om, og dette går igjen i alle fag (s. 60).

Problemet oppstår når man ”*kombinerer det verste frå to verdener – det kjedsommelige frå formidlingspedagogikken med det overfladiske frå aktivitetspedagogikken*” (Bergesen sitert i Krumsvik, 2007:200).

2.4 Teknologi og PBL

Teorier om distribuert kognisjon

En mulighet når det gjelder å tilnærme seg forholdet mellom teknologi og PBL, er å se dette i lys av teori om distribuert kognisjon (distributed cognition) (Salomon 1993). Begrepet fremkommer både i en sterk og en svak variant der forskjellen har konsekvenser i forhold til ontologi og epistemologi. Hvilken effekt bruk av et IKT-verktøy gir, kan deles i effekten *med* og effekten *av* verktøyet (Salomon, Perkins & Globerson, 1991). Effekten *med* verktøyet referer til hva individ og verktøy får til i fellesskap. Individ og verktøy blir sett på som en kognitiv enhet. Dersom individet lærer noe gjennom bruk av verktøyet som vedkommende kan dra nytte av senere uten at verktøyet er til stede, er dette et resultat av effekten *av* verktøyet. I den sterke varianten av begrepet avvises i praksis ideen om effekten *av* verktøyet. Kognisjonen er fullstendig distribuert mellom individet og dets omgivelser som kan bestå av andre individer og av artefakter. Summen av en handling er større enn delene. Dermed kan heller ikke handlingen forstås ut fra de enkelte delene i dette systemet, men må den tolkes i kontekst. Enhver handling er dermed situert og kunnskapen distribuert i hele systemet (Brown et al., 1989).

Ideen om effekten *av* verktøyet forutsetter at individet kan agere ut over den til en hver tid situerte konteksten. Det innebærer at individet må være i stand til å overføre i hvert fall noe av kunnskapen fra den opprinnelige situerte konteksten til andre situasjoner.

Denne svakere varianten av begrepet blir bl.a. utviklet hos Salomon (1993). Det selvstendige individet – individet utenfor systemet – er en forutsetning for at systemet skal utvikle seg. Gjennom økt kunnskap hos individet settes systemet i stand til å fungere på et høyere kognitivt nivå, som igjen etterlater seg økt kunnskap hos individet. Perkins (1993) skiller mellom *personen-solo* som refererer til individet uten kontekst, og *personen-pluss*, personen i konteksten av andre individer, artefakter og situasjon. Personen-pluss kan fremstilles som en modell av et informasjonssystem, som (1) tilbyr relevant informasjon, (2) gir representasjoner av kunnskapen, (3) har rutiner for gjenfinning av kunnskap og (4) har mulighet for konstruksjon av ny kunnskap. I varierende grad kan personen-pluss utnytte omgivelsen til oppgavene i informasjonssystemet. T.o.m. eksekutivfunksjoner kan overlates til omgivelsene. For en elev på skolen vil det f.eks. ofte være lærebøker som gir relevant informasjon og representasjoner av kunnskapen, indekser i bøker osv. gir mulighet for gjenfinning av informasjon og datamskiner, papir og blyant osv. vil kunne hjelpe i forhold til kunnskapskonstruksjon. Læreren vil gjerne utføre eksekutivfunksjoner ved å bestemme hva eleven skal gjøre når og hvordan.

Distinksjonen mellom den sterke og den svake varianten av teori om distribuert kognisjon er ikke bare av teoretisk interesse, men har også direkte implikasjoner i forhold til undervisning og læring i skolen. I følge den sterke versjonen er det ikke elevens (nesten) solo-prestasjoner som bør være fokus for utdanningen. I stadig større grad støtter individet seg til kulturgjenstander som om disse skulle være en del av individet selv, og som medfører kognisjon på et høyere nivå. Ved å ta i bruk ny teknologi, kan man i undervisningen legge til rette for at eleven opererer på et høyere kognitivt nivå: *”For example, in mathematics and science education, one might develop a metacurriculum oriented to learning about the role of distributed intelligence in enabling complex thought”* (Pea, 1993:82-83). Perkins (1993), som også er opptatt av metaperspektivet i undervisningen, argumenterer imidlertid motsatt, med utgangspunkt i det han kaller *the fingertip effect*: *”There is a widespread belief in (...) the ”fingertip effect”:* *Simply make a support system available and people will more or less automatically take advantage of the opportunities that it affords* (Perkins, 1993:95). I stedet viser det seg imidlertid at elever (og andre) ikke benytter læringspotensialet i teknologien såfremt dette undervises direkte. En slik undervisning må, i følge Perkins,

rette seg mot tilegnelse av kunnskap av høyere orden, og forklarer slik kunnskap som *"discipline-appropriate problem-solving and patterns of justification, explanation, and inquiry characteristic of the discipline. (...) Such knowledge occurs not only in academic domains but in daily life; an example is knowledge about everyday decision making or self-management"* (s 101). Denne kunnskapen er imidlertid ikke distribuert, men besittes av det enkelte individ, i følge Perkins. Salomon (1993) mener at undervisningen først og fremst må legge til rette for å effekt av verktøyet, bl.a. med bakgrunn i det sykliske forholdet mellom individ og system. Dessuten er utdanningens mål ikke nødvendigvis situert mestring, men å løfte kunnskapen ut av kontekst slik at den kan utnyttes i andre situasjoner og i forhold til andre problemstillinger (Salomon & Perkins, 1989; Salomon et al., 1991; Salomon, 1993). Det pekes imidlertid på at det rent metodisk kan være vanskelig å påvise effekten av et verktøy, fordi det kan være vanskelig å skille ut effekten av verktøyet fra andre påvirkningsforhold, spesielt fordi en potensiell effekt gjerne vil vise seg først etter lang tids bruk (Salomon et al., 1991).

Affordance

En annen vinkling når det gjelder å se på forholdet mellom teknologi og PBL, er gjennom begrepet *affordance*. Spesielt studier i forhold til Human Machine Interaction har tatt utgangspunkt i teorier om affordance. Begrepet stammer fra Gibson (1986) og hans studier i forhold til økologisk psykologi og persepsjon av den visuelle verdenen. Gibson tar utgangspunkt i hvordan dyr (og mennesker) oppfatter sine omgivelser: *"The terrestrial environment is better described in terms of a medium, substances, and the surfaces that separate them"* (s.16). Mediet som menneskene hovedsakelig befinner seg i er luften, for fiskene vannet. Det man ser er ulike overflater i form av jord, fjell, vann, men også gjenstander og andre mennesker. I forhold til begrepet affordans, skriver Gibson: *"The affordances of the environment are what it offers the animal, what it provides or furnishes, either for good or ill"* (s. 127). Det omgivelsene tilbyr, er imidlertid forskjellig fra art til art, eller person til person. Et islagt vann kan tilby at man kan gå på det for et individ, mens det tilbyr at man går igjennom isen for et individ som er tyngre. Affordancen vil være forskjellig fra individ til individ, men er ikke knyttet opp mot hva individet oppfatter:

An important fact about the affordances of the environment is that they are in a sense objective, real, and physical, unlike values and meanings, which

are often supposed to be subjective, phenomenal and mental. But, actually, an affordance is neither an objective property nor a subjective property; or it is both if you like. An affordance cuts across the dichotomy of subjective-objective and helps us to understand its inadequacy. It is equally a fact of the environment and a fact of behavior. It is both physical and psychical, yet neither. An affordance points both ways, to the environment and to the observer (s. 129).

En affordance er altså en mulighet til handling som ligger i omgivelsene, uavhengig om individet utnytter muligheten eller i det hele tatt oppfatter den.

Mens Gibson først og fremst var opptatt av affordance i det naturlige miljøet, har Norman (2002) i sett på affordance i forhold til design av artefakter. Normans affordance-begrep skiller seg noe fra Gibson, i det Norman knytter begrepet opp mot individets tidligere erfaringer: *"I believe that affordances result from the mental interpretations of things, based on our past knowledge and experience applied to our perception of things about us"* (Norman 2002:219 sluttnote 3). Det innebærer f.eks. at en dør uten håndtak eller andre synlige ting som kan fortelle at det er en dør i "Gibsonsk" forstand, likevel vil ha affordansen å kunne åpnes, mens dette ikke er tilfelle hos Norman. I denne studien blir det tatt utgangspunkt i affordance i forhold til hvordan eller i hvilken utstrekning mulighetene i verktøyene blir utnyttet. I noen sammenhenger vil affordansen være knyttet direkte til hva man ser at verktøyet kan tilby. På den annen side vil en lærer kanskje kunne se pedagogiske muligheter med verktøyet som egentlig ikke kan persiperes direkte fra objektet, men som knytter seg til lærerens tidligere erfaringer og kunnskap. For Norman er imidlertid ikke affordance et enten-eller spørsmål, slik det er hos Gibson, men også et spørsmål om grad av affordance (McGrenere & Ho, 2000). Gibson tenker seg at en trapp har affordansen å gå oppover, eller den har ikke affordansen. For Norman er det også et spørsmål om hvor vanskelig det er å gå i trappen.

Lampert (2001) trekker frem affordance i forhold til planleggingen av undervisningen. Hvilke affordanser har (muligheter gir) undervisningsrommet – hva er tilgjengelig av undervisningsmateriell, teknologi, møbler osv. Omgivelsene har mange muligheter, men setter også begrensninger (constraints) (Gibson, 1986; Lampert, 2001; Norman, 2002).

2.5 To metaforer: tilegnelse og deltagelse

Sfard (1989) drøfter bruken av metaforer i den vitenskapelige teoridannelsen. Metaforene uttrykker gjerne kompliserte konstrukter og modeller og er den måten man ofte kommuniserer vitenskaplige ideer på. Uten metaforene ville det være vanskelig å lage vitenskaplige teorier. Samtidig oppstår det en fare i at metaforene blir så selvfølgelig at man ikke lenger tenker kritisk gjennom innholdet i dem. Betydningen kan også ha endret seg over tid. Metaforene kan dermed lett ende som selvforklarende sannheter som blir lagt til grunn for den videre teoridannelsen.

En slik metafor er *tilegnelsesmetaforen* (acquisition metaphor). Innenfor læringsteori er det tradisjon å tenke på læring som tilegnelse av kunnskap. I følge Sfard har nesten all læringsteori opp gjennom historien hatt dette utgangspunktet, enten den skjer gjennom stimuli og respons, gjennom prosessering av informasjon eller kunnskapskonstruksjon – individuelt eller via et sosialt fellesskap. Tilegnelsesmetaforen handler imidlertid ikke bare om vitenskapelig forskning og teoridannelse men gjenspeiles også i den pedagogiske praksisen. Den har også en utilsiktet politisk slagside, i det at den legitimerer kunnskap som en personlig eiendel, en vare som kan kjøpes og selges, og som er ujevnt fordelt i befolkningen og i verden. Denne ulikheten i tilgang på kunnskap blir dermed både et sosialt og et demokratisk problem.

Et av de største problemene innen læringsteori, og som er sterkt knyttet til tilegnelsesmetaforen er det som har blitt kalt læringsparadokset, og skriver seg tilbake til Platons dialog *Meno*: "*How can we want to acquire a knowledge of something that is not yet known to us?*" (Sfard, 1998:7). Dersom dette *noe* som skal læres fortsatt ikke er en del av repertoaret er det også umulig å etterspørre det – å lære nye ting blir en umulighet (Sfard 1998:7). Et annet problem i forhold til tilegnelsesmetaforen knytter seg til det konstruktivistiske kunnskapssynet. Dersom kunnskapen er subjektiv, hvordan forholder det seg da at individer konstruerer kunnskap som later til å samsvare helt med andre?

Sfard mener imidlertid å kunne identifisere en annen metafor for læringsprosessen, *deltagelsesmetaforen* (participation metaphor). Læring handler dermed ikke om kunnskap hos det enkelte individ, men om deltagelse i et fellesskap. "*To learn a subject*

is now conceived of as a process of becoming a member of a certain community” (Sfard 1998:6). Læring skjer når novisen blir en stadig mer integrert del av fellesskapet, lærer seg språket og konvensjonene osv. En implikasjon av dette er at læring må være situert i forhold til konteksten – den er et forhold mellom individ og fellesskapet. Ved å avvise læring som å ”objektisifere” kunnskap, avvises samtidig problemstillingene. Tilegnelsesmetaforen forholder seg ikke til kunnskap som objekt som noen besitter. Slik sett står heller ikke deltagelsesmetaforen som noen motsetning til tilegnelsesmetaforen. De forholder seg egentlig ikke til hverandre. En viktig implikasjon i forhold til deltagelsesmetaforen, er at eiendomsaspektet til kunnskapen blir borte. Ved å flytte fokuset fra tilegnelse til deltagelse, demokratiseres også kunnskapen i det den ikke lenger ses på som en vare eller en ting som noen besitter, men snarere som et felles anliggende.

Også deltakelsesmetaforen har sine svakheter. Dette tydeliggjøres ved f.eks. å ta utgangspunkt i konseptet transfer. Skal man ta utgangspunkt i deltagelse, kan man ikke snakke om overføring av kunnskap mellom ulike situasjoner, fordi man da allerede har objektifisert kunnskap som noe som kan overføres fra en situasjon til en annen. Det vises til Greeno, som forsøker å omgå dette med å definere læring som *“improved participation in interactive systems”* (sitert i Sfard, 1998:9). Sfard hevder at selv om læring til en viss grad er situert, forutsettes det likevel at man kan benytte tidligere erfaringer i nye situasjonen og konkluderer derfor med følgende: *”Thus, if a model of learning is to be convincing, it is probably bound to build on the notion of an acquired, situationally invariant property of the learner, which goes together with him or her from one situation to another”* (s. 10).

I stedet for å se på disse to metaforene som gjensidig ekskluderende, må man heller se dem som gjensidig supplerende. Det argumenteres for at begge metaforer må benyttes i teoridannelsen, ellers havner man i en situasjon der man overser viktige faktorer ved læring. Dessuten vil den ene metaforen kunne utfylle svakheter i den andre.

If, for example, one’s purpose is to build a computer program that would simulate human behaviour, then the acquisition metaphor is likely to be chosen as one that brings forward the issues of representations – something that has to be constructed and quite literally put into a computer. If, on the other hand, one is concerned with educational issues – such as the

mechanisms that enable successful learning og make its failure persistent, then the participational approach may be more helpful as one that defies the traditional distinction between cognition an affect, brings social factors to the fore, and thus deals with an incomparably wider range of possibly relevant aspects” (s. 11).

2.6 Oppsummering av teorikapittelet

- Forskningen omkring bruk av teknologi i matematikk og problembasert læring spriker i mange retninger. Et gjennomgående trekk i mange av studiene er imidlertid at læreren fremstår som en viktig, eller den viktigste forklaringsfaktoren, uavhengig av metode og teknologi.
- Til tross for en del forskjeller mellom PBL som generell undervisningsmetode og problemløsning som metode i matematikk, lar det seg også forsvare å betrakte metodene under et.
- Selv om PBL gjerne tar utgangspunkt i en virkelighetsnær situasjon, ble det vist til at den også står i motsetning til situert læringsteori fordi transfer er en sentral del av det metodiske i PBL og i matematisk problemløsning. Det situerte aspektet kan også synes problematisk hvis det er snakk om problemløsning av ren matematisk art (pure mathematics).
- Kritikere av PBL og elevaktive metoder hevder, med utgangspunkt i teori om cognitive load, at metodene i for stor grad drar veksel på arbeidsminnet noe som hindrer eller reduserer at ny kunnskap tas opp i langtidsmindet. Derfor er *direct guidance* å foretrekke som undervisningsmetode. Til forsvar ble det fremhevet at PBL-metoden gjennom stillasbygging og vektlegging av *high road transfer*, nettopp motvirker kognitiv overlast.
- Ved sammenligning av undervisningen i ulike land, går det frem at PBL ikke bare må ses på som en metode, men at det også handler om undervisningskultur. Det handler bl.a. om etablerte regler for samhandling og diskurs, og rutiner for undervisningssekvensen.
- I *teori om distribuert kognisjon* skilles det bl.a. mellom effekten *med* teknologien og effekten *av* teknologien. Distinksjonen mellom effekten *med* og *av* teknologien kan være av prinsipiell betydning i forhold til innholdet i utdanningen, i det det kan være et spørsmål om utdanningen først og fremst skal rette seg mot at lærings- eller aktivitetssystemet skal fungere på et så høyt kognitivt nivå som mulig, eller

om det er enkeltindividets ferdigheter og kunnskap som skal være fokus for opplæringen.

- Læringsteoriene kan forstås med bakgrunn i metaforene om tilegnelse og deltagelse. Tilegnelsesmetaforen handler om at læring og kunnskap først og fremst er knyttet til det enkelte individ, mens deltagelsesmetaforen ser på læring og kunnskapsdannelse som en aktivitet situert i en kontekst, og er dermed ikke et individuelt anliggende. Det er nødvendig å se læring fra begge perspektiver. Dermed krever heller ikke spørsmålet om effekten *av* og effekten *med* nødvendigvis et enten-eller svar. Snarer dreier det seg om hvordan disse aspektene står i forhold til hverandre.
- Affordancen i undervisningsrommet referer til de muligheter og begrensninger til handling omgivelsene tilbyr.

3 METODE OG DESIGN

3.1 Ontologi, epistemologi og metode

Metode er måten man går frem på for å samle data om virkeligheten. Hvilke valg man gjør i forhold til dette vil avhenge av problemstillingen, men vil også være et resultat av forskerens formening om virkeligheten. Det skilles gjerne mellom to posisjoner, den positivistiske og de fortolkningsbaserte tilnærmingene (Jacobsen, 2005). I følge det positivistiske utgangspunktet er det bare den observerbare verden man kan danne seg noen sikker viten om. Hvordan folk føler, tenker osv. kan ikke observeres og kan dermed heller ikke studeres vitenskapelig. Hermeneutikk, fenomenologi og konstruktivisme er betegnelser som gjerne brukes om de fortolkningsbaserte tilnærmingene. Felles for disse er at observasjoner må fortolkes i forhold til den konteksten de er en del av.

Vitenskapsteorien deles ofte inn i tre nivåer: ontologi, epistemologi og metode. Ontologien handler om hvordan verden faktisk ser ut. Er det mulig å finne regelmessigheter, mønster for handlinger og fenomener som gjentar seg uavhengig av tid og sted, eller er hver hendelse unik? I følge den positivistiske tilnærmingen finnes det lovmessigheter i verden, også i forhold til sosiale systemer og hvordan mennesker samhandler.

Epistemologi kan defineres som ”læren om kunnskap” og tar for seg i hvilken grad det er mulig å tilegne seg kunnskap om virkeligheten. Posisjonene er skissert opp i tabellen nedenfor (etter Jacobsen 2005:26-27):

Positivistisk tilnærming	Fortolkningsbaserte tilnærminger
<ul style="list-style-type: none"> – Det finnes en objektiv verden utenfor oss selv. – Den objektive virkeligheten kan studeres på en objektiv måte. Det innebærer alt, også sosiale systemer, bare kan studeres ved hjelp av sansbare data. – Vi kan opparbeide en kumulativ kunnskap om den objektive verden. 	<ul style="list-style-type: none"> – Det finnes ikke en objektiv sosial virkelighet, det finnes bare ulike forståelser av virkeligheten. – Denne forståelsen av virkeligheten kan bare kartlegges ved at forskerne setter seg inn i hvordan mennesker fortolker og legger mening inn i spesielle sosiale fenomener. – Det er antakeligvis ikke mulig å opparbeide særlig mye kumulativ kunnskap fordi det finnes så mange forskjellige måter å fortolke og forstå sosiale fenomener på.

Tabell 3-1 Positivistisk og fortolkningsbasert tilnærming

Den positivistiske retningen hevder dermed at det bare er de tingene som er direkte observerbare man kan si noe om. Fortolkninger og spekulasjoner kan betraktes som hypoteser som man kan teste ut gjennom empiri. Gjennom stadig ny forskning og innsamling av data, vil man etter hvert kunne opparbeide seg mer sikker viten om verden. Tilhengerne av den fortolkningsbaserte retningen mener derimot at fortolkning er en forutsetning for å forstå et fenomen. Mennesker driver ikke bare med observerbare handlinger, men formidler også meninger og intensjoner ved sine handlinger. Uten at denne meningen trekkes inn i analysen, kan man heller ikke danne seg et riktig bilde av virkeligheten.

Det ontologiske og epistemologiske utgangspunktet man inntar får konsekvenser for metoder for datainnsamlingen, det tredje nivået. Jacobsen (2005:28-31) viser til fire metodiske problemer:

1. Deduktiv versus induktiv datainnsamling.

Ved deduktiv datainnsamling går man fra teori til empiri. Man har på forhånd dannet seg en antagelse som man vil studere i virkeligheten. Det betyr at man må klargjøre hvilke forventninger man har til dataene før man starter innsamlingen. Kritikerne av denne fremgangsmåten peker på forskerens begrensede oppfatninger og kunnskaper om

verdenen. Ved en deduktiv fremgangsmåte risikerer forskeren bare å se etter data han selv mener er relevante, og får dermed bare bekreftet sine før-dommer.

Ved induktiv datainnsamling går man fra empiri til teori. Idealet er forskeren som skriker til verket med et helt åpent sinn, samler inn data, systematiserer for deretter å danne teorier ut i fra sine funn:

En grunnlagt teori (grounded theory) som er trofast mot hverdagsrealitetene på et substansielt område, er en teori som er grundig induert fra forskjellige data (Glaser & Strauss i Jacobsen, 2005:29)

Den samme kritikken rammer imidlertid også den induktive fremgangsmåten, og kanskje enda hardere, fordi man uansett ikke har kapasitet til å samle inn all relevant informasjon og dermed likevel må foreta en utvelgelse. Dersom man på forhånd ikke har forsøkt å klargjøre sine formeningar om et fenomen, risikerer man at utvelgelsen av data skjer ubevisst, og gir undersøkelsen en slagside som er mer skjult, enn der hvor forskeren på forhånd har gjort seg opp en mening.

2. "Holisme" eller individualisme

Med en individualistisk tilnærming er individet kilden til datainnsamlingen, mens man med en "holistisk" tilnærming i tillegg ønsker å se på hele konteksten. Bak kontrollerte eksperimenter og store utvalgsundersøkelser ligger det en individualistisk tilnærming. Ved f.eks. å registrere endring hos en gruppe etter å ha blitt utsatt for en påvirkning, forsøker man å isolere effekten fra andre forhold. Man sier at andre påvirkningsfaktorer holdes konstante. Den holistiske fremgangsmåten forsøker imidlertid å fange opp alle faktorer som også kan tenkes å ha innvirkning, dvs. observere fenomenet i sin fulle bredde.

3. Nærhet eller distanse

I følge den positivistiske tilnærmingen er idealet for forskeren så langt som mulig å eliminere forskerens egen påvirkning på det som studeres. En slik uheldig påvirkning er f.eks. Hawthorne-effekten, som har fått navnet sitt etter en klassisk studie foretatt av Elton Mayer blant fabrikkarbeiderne på Hathorne Works i USA. Fenomenet som beskrives er at produktiviteten hos arbeiderne øker nærmest uansett hvilke tiltak som

blir iverksatt: økt lysstyrke, redusert lysstyrke, økt pause, redusert pause osv. Fordi produksjonsøkningen finner sted uansett tiltak, og med motsatte tiltak (mer og mindre lys), må det være en bakenforliggende variabel som påvirker produksjonen. Denne variabelen blir tolket som den ekstra oppmerksomheten de ansatte får gjennom at de blir forsket på og utsatt for ulike tiltak.

Kritikerne av distanse-idealet hevder at dette fører til en objektivisering av menneske som studeres og at man dermed mister innsyn i intensjon og mening med fenomenet. Det motsatte idealet er *ideen om maksimal nærhet*, eller *to go native*. Metoder som benyttes for å nå dette idealet, blir ofte brukt i sosialantropologien, der forskeren forsøker å bli mest mulig integrert i fellesskapet som studeres. Kritikken mot en slik fremgangsmåte er at forskeren lett kan bli påvirket av de undersøktes virkelighetsoppfatning og dermed mister distanse og en kritisk holdning til det/de som studeres. Tilhengerne vil imidlertid hevde at forskeren aldri vil klare å fjerne seg helt fra forskningsobjektet og dermed alltid være en påvirkningskraft. En for sterk avstand mellom forsker og forskningsobjekt reduserer kvaliteten på forskningen fordi man ikke kan gå dypere inn i den enkeltes forståelse og fortolkninger. I tillegg later tilhengerne av en positivistisk tilnærming som at forskningen er nøytral og objektiv. Tilhengerne av nærhetsidealet vil imidlertid hevde forskeren alltid vil påvirke forskningen. Valg av problemstilling, undersøkelsesmetoder, spørsmål til respondenter osv. vil uansett reflektere forskerens holdninger og verdier.

4. Kvalitativ eller kvantitativ tilnærming

De som gjerne fremhever en kvantitativ tilnærming vil hevde at sosiale fenomener er regulative av en slik art at de kan knyttes til tall og sammenlignes med ulike matematiske metoder, slik gjerne naturvitenskapelige fenomen studeres. Hoveddatakilden i en kvalitativundersøkelse er gjerne ord og observasjoner som fortolkes. Bare gjennom ord kan menig, intensjoner og holdninger hos studieobjektene beskrives, i følge tilhengerne av en kvalitativ tilnærming.

En pragmatisk tilnærming

Jacobsen (2005) viser til at stadig flere de senere årene har inntatt en pragmatisk tilnærming. En slik tilnærming tar ikke stilling til om den ene fremgangsmåten er bedre

eller riktigere enn den andre i seg selv. Ontologisk baserer dette synet seg på Karl Poppers teori om sannsynlighet. Et sosialt fenomen kan ikke være objektivt sant, uavhengig av tid og rom, slik som naturvitenskaplige fenomener sies å være. Derimot kan man si noe om sannsynligheten for at noe skal inntreffe gitt et spesielt stimuli. Epistemologisk vil det pragmatiske synet kunne basere seg på teorier om intersubjektivitet. Jacobsen henter inspirasjon for dette synet fra Hegel, Kant, Husserl og Habermas som på ulike måter har utviklet dette begrepet, der essensen går ut på at sannheten aldri kan være en objektiv størrelse utenfor subjektet. Likevel åpner man for at det finnes kunnskap og fenomener som oppleves likt for flere mennesker. Jo flere personer som opplever fenomenet likt, desto større er sannsynligheten for at det som blir observert er "sant", spesielt hvis en slik "enighet" oppstår uavhengig av hverandre. I dette ligger det også en erkjennelse av at "sannheten" ikke er konstant, men vil kunne endres avhengig av tid og sted.

Dermed blir metoden for datainnsamlingen også et pragmatisk anliggende, hva som i størst mulig grad tjener hensikten med undersøkelsen. Sigurd Grønmo uttrykker dette slik, at:

(...) kvalitative og kvantitative tilnæringer, prinsipielt sett, ikke står i et konkurrerende, men komplementært forhold til hverandre. Sjelden kan den ene av de to tilnærmingene erstatte den andre. Svært ofte kan de gjensidig supplere hverandre.

Ikke sjelden må vi imidlertid velge mellom kvalitative og kvantitative data. Det er et utgangspunkt for meg at dette valget ikke er av prinsipiell, men av strategisk karakter. (...) Hvilken av dem som er mest fruktbare i forbindelse med et konkret forskningsopplegg, avhenger i første rekke av den spesielle problemstillingen som skal belyses (Grønmo i Jacobsen 2005:41).

I Glaser & Strauss' bok *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research* fra 1967 kan man lese følgende:

Vi tror at begge typer data er nyttige både for verifikasjon og generering av teorier, uansett hva fokuset er. Fokuset er kun avhengig av forskerens kontekst, forskerens interesser og ferdigheter, og hva slags materiale man trenger for å generere eller verifisere teorier. (...) I mange tilfeller er begge typer data nødvendig (Glaser & Strauss i Jacobsen 2005:42).

3.2 Tilnærmingen i denne studien

Problemstillingen er tredelt. I den første delen spørres det etter hvordan verktøyet bidrar i forhold til resultat når elevene arbeider med matematikk i en problembasert undervisningssituasjon. Her er det effekten i forhold til verktøy det spørres etter. Resultatet kan imidlertid også påvirkes av forhold som kjønn, modenhet og holdninger til skolen mm, altså om det kan påvises noen selektive effekter. Med et slikt utgangspunkt er det nærliggende å ville finne så nøytrale og presise mål som mulig. Dette innbyr til et kvantitativt eksperimentelt design.

Den tredje delen i problemstillingen, hvordan eventuelle ulikheter i læringssituasjonen kan forklares, lar seg vanskeligere belyse med kvantitative data alene. For å belyse dette er det derfor også samlet inn kvalitative data. De kvalitative dataene er spesielt viktige i forhold til å forstå hvilke prosesser som har foregått, og kan dermed bidra til å forklare funnene i den kvantitative analysen. En undervisningssituasjon er alltid svært kompleks, der interaksjonen mellom elev og lærer, elever seg i mellom og forhold til andre rammefaktorer, er av stor betydning. En fortolkningsbasert tilnærming vil i større grad klare å belyse disse forholdene ved undervisningssituasjonen. Den overordnede designen i denne studien er dermed todelt, da tilnærmingen er så vel kvantitativ som kvalitativ. Studien hviler dermed på et pragmatisk grunnsyn.

3.3 Design

Analytisk eller systemisk tilnærming

Salomon (2007) skiller mellom analytisk og systemisk tilnærming til studiet av læring. I den analytiske tilnærmingen studeres hvordan enkeltvariabler endres etter en påvirkning. Tar man et systemisk utgangspunkt, leter man etter endringer i mønster for en rekke faktorer som følge av en påvirkning. Salomon kontrasterer forskjellen i tilnærming i tabell 3-2.

The Analytic Paradigm	The Systemic Paradigm
<ul style="list-style-type: none"> – You can break down complex situations & processes into their constituent components – Single variables have meanings in and of themselves, independent of each other – Hypothesis pertain to single variables – Behavior & learning are a function of what you can manipulate – Manipulation of a variable leaves all others unchanged 	<ul style="list-style-type: none"> – Situations & processes are viable entities and cannot be reduced to their components – Variables come as “clouds of interrelated events”, affecting and giving meanings to each other – Hypotheses pertain to whole Gestalts – Behavior & learning are part of reciprocal interactions – “Changing one important variable is changing the whole configuration”

Tabell 3-2 Contrasting assumptions of the analytic and the systemic approaches (Salomon, 2007:17)

En forskningsdesign dreier seg om hvordan undersøkelsen er lagt opp, fra utforming av problemstilling og hvordan den skal undersøkes og resultatet av datainnsamlingen skal analyseres. Det blir her lagt opp til både en analytisk og en systemisk tilnærming.

Den analytiske tilnærmingen – en kvasi-eksperimentell design

Studien har en kvasi-eksperimentell design. Innenfor en klassisk effektstudie lager man gjerne et eksperiment med en eksperimentgruppe og en kontrollgruppe, der eksperimentgruppen blir utsatt for en form for påvirkning hvis effekt blir målt i ettertid i forhold til kontrollgruppen. I praksis er et slikt eksperiment svært vanskelig å gjennomføre innenfor den pedagogiske forskningen ut i fra flere grunner:

1) I virkeligheten er det vanskelig å kontrollere alle bakenforliggende variabler som kan påvirke eksperimentet, spesielt i forhold til små utvalg. Her er det ikke bare elevenes faglige utgangspunkt som er av relevans. Ulike læringsstiler, evne til samarbeid, forskjellige lærere osv. kan være med å påvirke utfallet av eksperimentet. En konsekvens av dette er at selv et i utgangspunktet randomisert utvalg vil kunne få systematiske skjevheter fordi spesielle egenskaper hos et enkelt individ kan få konsekvenser for en hel gruppe individer.

2) Et spørsmål er hvor lang tid en gruppe må være eksponert for en påvirkning før effekten lar seg måle. Elevene på skolen har en læreplan de skal i gjennom. Det innebærer at de arbeider med ulike temaer og metoder over relativt korte tidsrom av gangen. Matematikkfaget i særdeleshet er lagt opp med mange temaer som gjentas med jevne mellomrom i løpet av elevenes skolegang. Det betyr at påvirkningen

eksperimentgruppen blir utsatt for, skal være sterk nok til at man på kort tid skal kunne måle en effekt som er så stor, at man med rimelig sikkerhet kan slå fast at det ikke skyldes tilfeldigheter i utvalget.

3) Den vanligste måten å vurdere elever i forhold til matematiske ferdigheter er gjennom en vanlig papirprøve. Det er imidlertid ikke sikkert at en slik prøve egentlig fanger opp læringseffekten, fordi den ikke gjenspeiler arbeidsmåten eller verktøyene som er benyttet, slik som de virtuelle og fysiske verktøyene i denne studien. Man måler dermed ikke bare effekt av metoden, men også i hvilken grad det elevene har lært lar seg overføre til testsituasjonen. En studie som belyser problemet i forhold til målemetoder viste at det ble betydelig forskjell i resultat om elevene ble testet med en prøve på datamaskinen eller med papir og blyant (Turmo & Lie, 2006).

For å måle effekten av verktøy i forhold til matematikk i en PBL-situasjon, ble det lagt opp til et eksperiment med to grupper. Eksperimentet ble gjennomført i løpet av seks skoledager og erstattet den tradisjonelle matteuken. Den ene gruppen benyttet datamaskiner med et open source program som heter Sweet Home 3D mens den andre gruppen bygde modeller med papp på millimeterpapir. Fordi begge gruppene ble utsatt for påvirkning, er det antagelig riktigere å betrakte dem som to eksperimentgrupper fremfor en eksperiment- og en kontrollgruppe (Fuglseth & Skogen, 2006). Begge gruppene fikk tilnærmet samme oppgave, men brukte ulike verktøy for å løse oppgaven. Eksperimentet kan fremstilles som følger:

$$M_{IKT} : X_{IKT} \quad O$$

$$M_{rF} : X_F \quad O$$

Gruppene ble matchet i den forstand at hvert årskull ble delt i to grupper i tillegg til at gutter og jenter ble fordelt likt innenfor årskullene. Ut i fra disse to betingelsene ble det så trukket tilfeldig hvilke elever som skulle lage virtuelle - og hvilke som skulle lage fysiske modeller. X_{IKT} og X_F viser til påvirkning av hhv. IKT-verktøyet og de fysiske verktøyskomponentene. Observasjoner O av gruppene ble foretatt etter endt eksperimentperiode. Denne ble foretatt gjennom en test i tillegg til at elevproduktene ble sammenlignet. Forskjellen mellom gruppene kan derfor fremstilles som

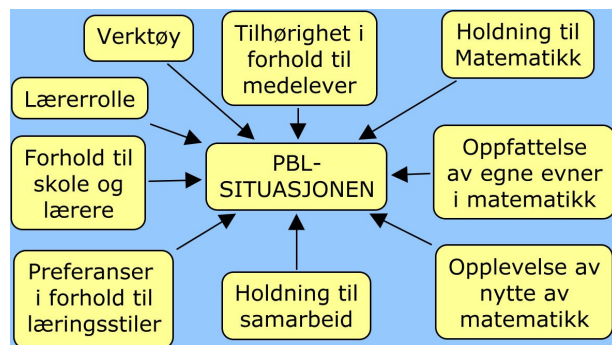
$$E_V = O_{IKT} - O_F,$$

der E_V er effekten av verktøyet.

Den systemiske tilnærmingen

I den systemiske tilnærmingen ønsker man å se på undervisningssituasjonen i et helhetsperspektiv. Det innebærer at PBL i denne sammenhengen vil være den avhengige variabelen. PBL-situasjonen lar seg vanskelig måle, men den antas å være en latent variabel. Man må i stedet bygge analysen på variabler man tror har betydning for PBL-situasjonen. Ved hjelp av spørreskjemaer til elevene ble det kartlagt hva slags holdninger de hadde til skolen, medelever, fag og preferanser i forhold til arbeidsmåter. Elevene fikk spørreskjemaer både i for- og etterkant av undersøkelsesperioden. Det siste skjemaet inneholdt til dels samme spørsmålene som ved første måling.

Figur 3-1 viser ulike faktorer som antas å påvirke læringssituasjonen når elevene arbeider med PBL. I tillegg er det å anta at faktorene også påvirker hverandre. Dette fremkommer imidlertid ikke i denne figuren. F.eks. er det trolig at trivsel under PBL-situasjonen i stor grad er påvirket av de andre faktorene. Det vil også være andre viktige forhold som påvirker læring i et PBL-miljø. Her vil det dermed bli trukket inn de kvalitative dataene fra prosessanalysen.



Figur 3-1 PBL-situasjonen

Spesielt blir det sett på hvordan verktøyene påvirker arbeidsprosessen og hvilken rolle lærerne har i undervisningssituasjonen.

Eleveoppgaven

Oppgaven bestod i å designe en leilighet på 120 kvadratmeter. Det ble gitt noen spesifikasjoner som elevene måtte forholde seg til. Bl.a. skulle leiligheten ha mellom fem og åtte ytterhjørner, to voksne og to barn skulle bo i leiligheten og den skulle inneholde et hjemmekontor for mor. Det ble gitt visse spesifikasjoner i forhold til bl.a.

hjemmekontoret. I tillegg skulle leiligheten pusses opp og møbleres, og det skulle leveres regnskap over kostnadene (vedlegg). Elevene som arbeidet på datamaskiner skulle bruke regneark, mens gruppen som lagde fysiske modeller regnet i vanlige rutebøker. Denne studien begrenser seg til bare å ta for seg den delen av prosessen som hadde med utformingen av leiligheten å gjøre, og ikke regnskapet. Etter endt undervisningsperiode ble elevene testet ved hjelp av en matematikkprøve (vedlegg). Elevene svarte dessuten på spørreskjemaer både i forkant og i etterkant av undersøkelsesperioden (vedlegg). En del av spørsmålene var de samme som ved første spørreskjema, slik at eventuelle endringer kunne måles. I tillegg fikk elevene enkelte spørsmål knyttet til hvordan de hadde opplevd matematikkuken på det andre skjemaet. Det ble også gjort observasjoner underveis og det har blitt gjort intervjuer med elever og lærere.

Valg av verktøy og utforming av undervisningsforløp

Verktøyene elevene skulle bruke måtte tilfredsstillende følgende kriterier:

- Verktøyene skulle egne seg til matematisk problemløsning og utforskning.
- Verktøyene måtte være så enkle at 10 – 13-åringer skulle være i stand til å bruke dem uten for mye opplæring.
- Verktøyene måtte egne seg til oppgaver som for elevene var virkelighetsnære og som de kunne identifisere seg med.

Flere ulike dataprogrammer ble vurdert. Mange av programmene er imidlertid for statiske i forhold til kreativ problemløsning, eller de fungerer som digitale matematikkbøker. Andre programmer, som for eksempel geometriprogrammer som GeoGebra ble vurdert for vanskelige å tilegne seg på den korte tiden undersøkelsen varte. Valget ble et CAD-basert interiørprogram, Sweet Home 3D (heretter SH3D). Dette ga fleksible muligheter, var enkelt og intuitivt å bruke og kunne lett knyttes opp mot et tema som elevene kunne identifisere seg med. Gruppen som skulle lage fysiske modeller ble utstyrt med papp, millimeterpapir og plastelina.

Oppgaven de respektive eksperimentgruppene fikk var nær identiske. En forskjell var imidlertid at elevene som lagde fysiske modeller var nødt til å forholde seg til målestokk. For å minimalisere denne forskjellen, ble det bestemt at de skulle bruke

målestokken 1:50. Den var enkel å forholde seg til, og de slapp å tenke ut målestokk selv.

Bakgrunnsvariabler

Elevene hadde ingen pretest før undersøkelsesperioden startet. I stedet ble det hentet inn data fra tidligere prøver som elevene hadde gjennomgått. For femte trinn brukte vi resultatene fra de nasjonale prøvene som hadde blitt gjennomført i på starten av femte trinn. For sjette og sjuende trinn benyttet vi resultatene fra M6-prøven som er utviklet av PP-tjenesten. Elevene i sjette- og syvendeklasse tok imidlertid prøven på ulikt tidspunkt i sitt opplæringsløp. Mens sjetteklasse hadde tatt denne like før jul, hadde syvendeklassingene gjennomført prøven rett etter sommerferien på starten av det syvende skoleåret. Dette gjør at elevenes relative ferdigheter i forhold til alder ikke kan leses ut av prøvene. Innenfor hvert trinn gir de imidlertid et bilde av fordelingen av matematikkferdigheter.

Testingen

Elevene ble til slutt testet med en matematikkprøve. Oppgavene på prøven baserer seg til dels på frigitte oppgaver fra ulike TIMSS- og PISA-undersøkelser, dels er de hentet fra Diagnostiske prøver (Brekke) og dels fra tidligere kommunale kartleggingsprøver. I tillegg er noen oppgaver laget til denne undersøkelsen.

3.4 Validitet og reliabilitet

Validitet

Validitet blir gjerne på norsk oversatt med gyldighet, mens reliabilitet oversettes med pålitelighet. Validitet dreier seg i hovedsak om man måler det man faktisk mente å måle, m.a.o. om konklusjonene man trekker faktisk er gyldige for utvalget og for populasjonen. Det skilles gjerne mellom intern og ekstern validitet.

Med intern validitet menes om resultatene oppfattes som riktige (Jacobsen, 2005). Begrepet er nært knyttet opp mot intersubjektivitet, og har å gjøre med om resultatet som foreligger oppfattes som riktig, eller om det skyldes andre utenforliggende. En

måte intern validitet kan testes på, er gjennom en forundersøkelse, og i denne studien ble spørreskjemaene testet ut på ca 25 elever ved en annen skole.

Med ekstern gyldighet menes i hvilken grad resultatene kan generaliseres. Et opplagt problem i denne undersøkelsen, er at hele utvalget er hentet fra en skole. Dermed er sannsynligheten stor for at det kan være systematiske skjevheter i utvalget. Skjevhetene i utvalget kan være av sosiokulturell art, men vel så viktig her er kanskje forskjeller i skolekultur. F.eks. kan læringstrykket, enten definert som mengde lekser eller vanskelighetsgrad på oppgaver, på en skole være større enn på en annen, eller man benytter ulike arbeidsmetoder. Slike forhold er det i denne studien vanskelig å kontrollere for. Dersom funnene i denne undersøkelsen divergerer veldig i forhold til andre tilsvarende undersøkelser, kan det tyde på lav ekstern validitet.

En vanlig måte å teste ekstern validitet på, er gjennom testing av signifikans. Hvis en statistisk sammenheng er så sterk at sannsynligheten er liten for at den skyldes utvalgstilfeldighet, sier man at sammenhengen er signifikant. Det vanligste i samfunnsvitenskaplig og pedagogisk forskning er å velge et signifikansnivå på 5 %, m.a.o. at det er 95 % sannsynlighet for at sammenhengen også gjelder for hele populasjonen. To vanlige tester er t-testen, som måler signifikans i forhold til to gjennomsnitt, og F-testen som måler forskjellen i varians for to utvalg.

Reliabilitet

I hvilken grad dataene er reliable, eller pålitelige, dreier seg i hovedsak om to forhold: kunnskap og nøyaktighet hos forskeren, og i hvilken grad respondenten skjønner spørsmålene eller tar dem alvorlig. Forundersøkelsen avdekket ingen problemer i forhold til om elevene forsto undersøkelsen eller ikke.

Uansett hvor godt spørsmål er testet på forhånd, er det alltid en fare i at respondentene ikke tar dem alvorlig. En mulig måte å kontrollere dette på er å spørre respondentene to ganger med et passende mellomrom. I denne studien svarte elevene på mange av de samme spørsmålene to ganger. Samsvaret for målingene tyder på høy reliabilitet, selv om det er enkelte forskjeller. Mens første måling ble foretatt i begynnelsen av uken tidlig på dagen, ble den andre målingen foretatt siste halvdel av fredagen, siste

skoledag før vinterferien. Samtidig må det tas høyde for at det har skjedd reelle endringer hos utvalget mellom målingene.

4 ANALYSE AV DATAMATERIALET

4.1 Plan for analysen

I dette kapittelet blir dataanalysen presentert. Aller først presenteres hvordan utvalget fordeler seg i forhold til kjønn, klassetrinn og matematiske ferdigheter, målt gjennom standardiserte tester. Dette gir et grunnlag for å se hvordan utvalget fordeler seg på disse variablene eksperimentgruppene i mellom.

Det neste steget blir å se etter hovedeffekter av undervisningsperioden i forhold til eksperimentgruppene. Det gjøres ved å presentere dataene fra posttesten i matematikk og ved å sammenligne elevproduktene. Hovedfokuset i denne delen av analysen er å belyse første delen av problemstillingen, nemlig betydning av valg av verktøy. Samtidig undersøkes del to av problemstillingen, om det er selektive effekter i utvalget, som kjønn, modning eller læringspreferanser som kan gjøre seg gjeldene i forhold til de to eksperimentgruppene. Deretter utledes og analyseres holdningskonstruktene, som sammen med funnene fra prosessanalysen i neste kapittel, vil danne grunnlaget for den tredje delen av problemstillingen, om hvordan eventuelle ulikheter kan forklares.

Spredningsmål og gjennomsnitt

Variansen og standardavviket er de vanligste spredningsmålene. Standardavviket er et mål som viser det gjennomsnittlige avviket fra gjennomsnittsverdien på en intervallvariabel. Variansen viser summen av de kvadrerte avvikene.

Korrelasjonsmål

Pearsons r er et korrelasjonsmål, og brukes for å se på samvariasjonen mellom to variabler på intervallnivå. Den måler i styrken av lineær sammenheng, og varierer mellom -1 (perfekt negativ sammenheng) og 1 (perfekt positiv sammenheng). Det er viktig å huske at korrelasjonene kun viser til at det er en statistisk sammenheng mellom to variabler. Den forteller imidlertid ingen ting om det er en faktisk sammenheng eller hvilken vei en eventuell påvirkning går.

Variansanalyse

Variansanalyse (analysis of variance ANOVA og multivariate analysis of variance MANOVA) kan sees på som en teknikk for å studere variasjon i gjennomsnitt mellom en (eller flere) intervallvariabel og to eller flere kategorivariabler. Analysen tar utgangspunkt i F-verdien, som viser variasjonen mellom gruppene i forhold til variasjonen innen gruppene.

Utvikling av konstruktene

Et konstrukt er en samling variabler som antas på ulikt vis å måle samme egenskap. Et annet begrep som ofte benyttes er latent variabel. En latent variabel lar seg ikke måle direkte, men målbare variabler kan være indikatorer for den latente. En slik teknikk brukes ofte i forbindelse med holdningsvariabler. Det finnes ulike måter å konstruere slike variabler på. Nedenfor er teknikkene som er benyttet i denne avhandlingen beskrevet, hhv. faktoranalyse, reliabilitetstesting og konstruksjon av sumskårer.

Ved en faktoranalyse kan man se hvilke variabler som ”innholdsmessig” ser ut til å beskrive samme fenomener. Gjennom analysen fremkommer hvor stor andel av hver variabels varians som kan forklares med utgangspunkt i de ulike faktorene, Dette kalles faktorens ladning på variabelen. Et konstrukt utgjør dermed de variablene som får høyest ladning fra de respektive faktorene. Også to andre begreper er viktige i forhold til faktoranalysen, kommunalitet og egenverdi. Kommunaliteten viser størrelsen på fellesvariansen til faktorene på variablene. Faktorens egenverdi (Eigenvalue) angir hvor stor andel de respektive faktorene forklarer av datamaterialet i analysen. Dette er avgjørende i forhold til valg av antall faktorer (Ulleberg & Nordvik, 2001).

Faktoranalyse kan oppfattes som en test på et konstruks validitet. For konstruktet kreves imidlertid også at hver variabel i samleverdien oppnår en tilstrekkelig høy *reliabilitet*, det vil si at disse variablene støtter opp om hverandre, slik at de viser rimelig høy indre konsistens. Cronbach’s alfa er et mål på reliabilitetskoeffisienten, eller den indre konsistensen mellom delverdiene som utgjør et konstrukt, og forteller hvor stor del av en variabels varians som virkelig representerer konstruktet, og hvor mye som kan tilskrives tilfeldigheter i valg av enkeltspørsmål (Ringdal, 2001). Alpha varierer

mellom 0 og 1, og en alfa på 0,70 regnes i mange tilfeller som en nedre grense for et konstrukt som skal brukes til å sammenlikne ulike respondentgrupper. En slik verdi forteller at 70 prosent av variansen er sann varians, mens resten representerer noe annet enn det som er felles for variablene som inngår. En alfa som nærmer seg 1 uttrykker sterk indre konsistens blant variablene i konstruktet.

Verdiene på den endelige variabelen som utgjør konstruktet er de gjennomsnittlige sumskårene. Ved å benytte gjennomsnittet kan man inkludere svarene fra de respondentene som ikke har svart på alle spørsmålene som inngår i konstruktet. Imidlertid erstatter verken reliabilitetstester eller faktoranalyse en kvalitativ vurdering av hvordan dataene er samlet inn, eller av innholdet i konstruktet.

Likert-skala

Flere av analysemetodene beskrevet krever at variablene er på intervall- eller forholdstallnivå. De fleste av variablene som inngår i denne studien er imidlertid egentlig kategorivariabler. Variablene er f.eks. av typen hvor respondenten skal angi en grad av enighet i forhold til en påstand med verdiene enig – litt enig – litt uenig – uenig. Inndelingen blir kodet som en Likert-skala, hhv. med verdiene 4, 3, 2 og 1. Det er vanlig å betrakte en slik variabel som en intervallvariabel.

4.2 Kjennetegn ved utvalget

Fordeling av elever i forhold til trinn og kjønn

Studien ble utført på en barneskole med omkring 380 elever. Av disse går 204 på 5. – 7. trinn. Åtte elever, fire gutter og fire jenter, deltok ikke i undersøkelsen. Det gir en deltakerandel på 96 prosent. To elever fra femte og tre fra hhv. sjette og sjuende trinn deltok ikke. Tabell 4-1 viser hvordan deltakerne fordeler seg i forhold til trinn og kjønn.

Trinn		Kjønn		Total
		Gutt	Jente	Gutt
5. trinn	Antall	37	41	77
	Prosent av trinn	47,4%	52,6%	100,0%
	Prosent av totalen	18,9%	20,9%	39,8%
6. trinn	Antall	20	25	45
	Prosent av trinn	44,4%	55,6%	100,0%
	Prosent av totalen	10,2%	12,8%	23,0%
7. trinn	Antall	37	36	74
	Prosent av trinn	50,7%	49,3%	100,0%
	Prosent av totalen	18,9%	18,4%	37,2%
Total	Antall	94	102	196
	Prosent av totalen	48,0%	52,0%	100,0%

N=196

Tabell 4-1 Absolutte og relative fordelinger i forhold til trinn og kjønn på deltakerne i studien

I tabellen er, i tillegg til den prosentvise, også den faktiske fordelingen gjengitt når det gjelder hvordan kjønnene fordeler seg i forhold trinn, og for hele utvalget. Femte og syvende trinn er nesten like store. Nesten 40 prosent av deltakerne er femteklassinger, mens 37 prosent går i syvende. Sjette trinn er klart minst, og utgjør bare 23 prosent. Kjønnsmessig fordeler deltakerne seg ganske likt, med en liten overvekt av jenter.

Bakgrunnsdata for matematikkferdigheter i forhold til trinn

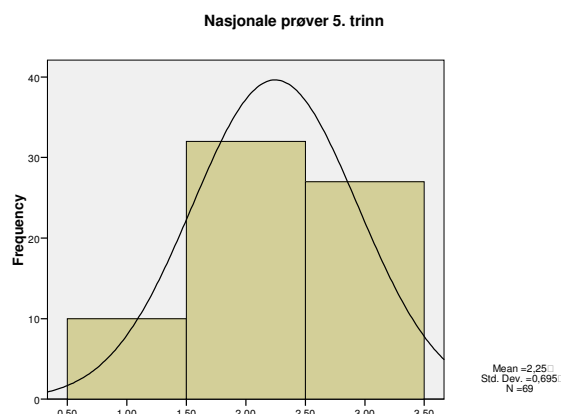
En viktig faktor å ta hensyn til, er elevenes forkunnskaper i matematikk. Dersom fordelingen er veldig skjev i forhold til matematikkunnskap mellom eksperiment- og kontrollgruppen, må dette tas hensyn til i analysen. For å få kunnskap om hvordan elevene fordelte seg i forhold til matematikkferdigheter, ble det hentet inn opplysninger fra nasjonale prøver i matematikk for femte trinn og M6 prøven, utarbeidet av PP-tjenesten, for 6. og 7. trinn (Tornes, 2000). M6 er normert og er i utgangspunktet ment at tas i slutten av sjette eller i starten av syvende klasse. Prøvene for sjette trinn ble imidlertid avholdt allerede på høsten i sjette, mens syvende hadde sine prøver på starten av det syvende skoleåret. Fordi det her dreier seg om forskjellige prøver, eller prøver tatt på ulike tidspunkt i forhold til elevenes alder, lar de seg ikke sammenligne mellom trinnene. Man får imidlertid et visst bildet av hvordan elevene fordeler seg innenfor hvert av trinnene. Når det gjelder syvende trinn ble denne prøven avholdt på rett tidspunkt i forhold til normeringen. Dermed er det relevant å sammenligne resultatene

fra syvende med normen for prøven. For femte trinn kan vi sammenligne med resultatene for nasjonale prøver i landet forøvrig og for kommunen.

Resultatene av nasjonale prøver i matematikk for 5. trinn er delt inn i tre nivåer, der nivå 1 viser til den laveste matematikkompetansen. Figur 4-1 viser at fordelingen er noe skjev i forhold til normalfordelingen, med noen flere elever på de øverste nivåene. Ser man på tabell 4-2, finner man også at ”våre”

5.-klassinger skårer relativt godt, sett i forhold til landsgjennomsnittet, mens det var noe svakere enn gjennomsnittet i den respektive kommunen.

M6-prøven er delt inn i 9 prøveklasser, der 9 er det beste resultatet. Når det gjelder sjette trinnet følger disse nogen lunde en normalfordeling (figur 4-2). Den er noe venstreskjev, men kanskje mindre enn det



Figur 4-1 Fordeling av resultater av nasjonale prøver for femte trinn.

man skulle forvente i forhold til at elevene gjennomførte prøven over et halvt år tidligere enn anbefalt (Tornes, 2000). Dermed ligger sjetteklassingene omtrent et halvt år foran, hvis man tar utgangspunkt i normeringen til prøven. For syvende trinn, som

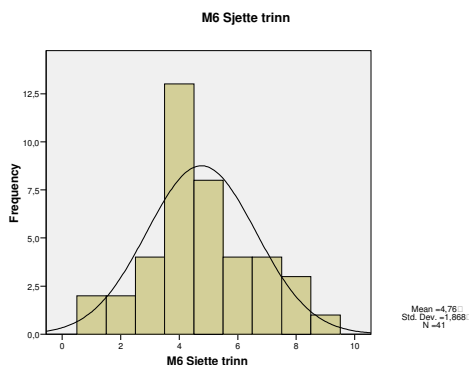
hadde fulgt retningslinjene for når prøven skulle avholdes, kan man se at kurven er høyreskjev (figur 4-3), og avviker ganske mye fra normalfordelingen. I følge normeringen for prøven, utgjør tre nederste prøveklassene til sammen 23% av populasjonen, og tilsvarende for de tre

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3
Landet	26,6	47,2	26,2
Kommunen	12,8	44,3	43,0
Utvalgsskolen	14,5	46,4	39,1

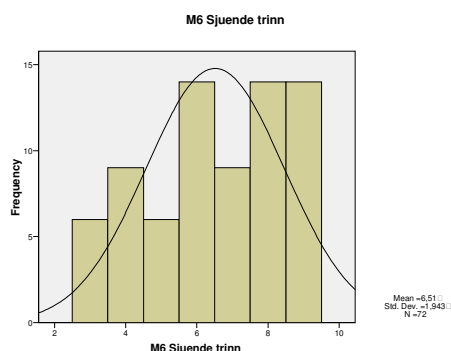
Tabell 4-2 Femteklassingene i utvalget i forhold til kommunen og resten av landet på nasjonale prøver i matematikk. Tallene er i prosent.

øverste prøveklassene. Ingen av elevene havnet i de to nederste prøveklassene. 8% av syvendeklassingene kom på nivå 3, mens 50% fordeler seg på de tre øverst prøveklassene.

Figur 4-2 Fordeling i forhold til prøveklasser på M6-prøven for sjette trinn.



Figur 4-3 Fordeling i forhold til prøveklasser på M6-prøven for syvende trinn.



Lie¹ har med utgangspunkt i resultatene fra nasjonale prøver for 8. trinn estimert hvordan denne kommunen ligger an i forhold til PISA 2006, og konkluderer med at kommunen ligger på høyde med de beste landene, som Korea og Finland.

Fordeling av matematikkferdigheter i forhold til eksperimentgruppene

Tabell 4-3 viser hvordan matematikkferdighetene til elevene fordeler seg i forhold til eksperimentgruppene, de som hhv. lagde fysiske og virtuelle modeller, med bakgrunn i M-prøvene og nasjonale prøver.

		N	Mean	Std. Deviation	F	Sig.
Nasj. prøver 5. trinn	Fysisk modell	38	2,0526	,83658	1,122	,293
	Virtuell modell	39	2,2308	,62667		
	Total	77	2,1429	,73832		
M6 6. trinn	Fysisk modell	21	4,95	2,037	,558	,459
	Virtuell modell	21	4,52	1,662		
	Total	42	4,74	1,849		
M6 7. trinn	Fysisk modell	35	6,69	2,180	1,258	,266
	Virtuell modell	39	6,15	1,899		
	Total	74	6,41	2,040		

N=193

Tabell 4-3 Matematikkferdigheter fordelt på eksperimentgrupper

¹ Opplysningene er gitt muntlig og brukt med tillatelse av Svein Lie.

Tabellen viser ingen signifikante forskjeller mellom eksperimentgruppene på noen av trinnene. Det er generelt noe større spredning i gruppen som lagde fysiske modeller, i forhold til gruppen som arbeidet med IKT. Tabell 4-4 utdyper dette nærmere.

Trinn		Nasj. prøver og M6			Totalt
		1	2	3	1
5.trinn	Fysisk modell	31,6%	31,6%	36,8%	100,0% (38)
	Virtuell modell	10,3%	56,4%	33,3%	100,0% (39)
	Totalt	20,8%	44,2%	35,1%	100,0% (77)
6.trinn	Fysisk modell	19,0%	57,1%	23,8%	100,0% (21)
	Virtuell modell	19,0%	66,7%	14,3%	100,0% (21)
	Totalt	19,0%	61,9%	19,0%	100,0% (42)
7. trinn	Fysisk modell	11,4%	28,6%	60,0%	100,0% (35)
	Virtuell modell	7,7%	51,3%	41,0%	100,0% (39)
	Totalt	9,5%	40,5%	50,0%	100,0% (74)

N=193

Tabell 4-4 Prosentvis fordeling av prøveresultater i forhold til trinn og eksperimentgruppe

I tabellen er det lagd en tredeling av prøveklassene i M-prøven, slik at prøveklasse en til tre får verdien 1, prøveklasse fire til seks får verdien 2 og de tre siste prøveklassene syv til ni får verdien 3. Det er generelt flere svake elever i gruppen som lager fysiske modeller. For femte og syvende trinn har denne gruppen også relativt flere sterke elever.

4.3 Analyse av posttesten

Salomon et al. (1991) definerte effekten *av* verktøyet når man hadde tilegnet seg ferdigheter som ville vise seg også uten at man hadde verktøyet for hånden. Posttesten, som ble gitt som en papirprøve, kan tenkes måle en slik effekt. Tabell 4-5 viser resultatet mellom eksperimentgruppene på matematikktesten.

	N	Mean	Std. Deviation
Poeng-skåre Fysisk modell	85	23,49	11,481
Virtuell modell	95	23,57	11,209
Total	180	23,53	11,307

F = .002, Sig = .965

Tabell 4-5 Resultat av posttesten.

Variansanalysen viser ”dødt løp” mellom de to eksperimentgruppene. Forskjellen mellom dem er under en tidel og signifikansnivået er tilnærmet 1,0. Heller ikke når man ser på de enkelte oppgavene, er det signifikante forskjeller mellom gruppene.

Ved hjelp av multivariat variansanalyse (MANOVA), kan man teste hvordan flere variabler virker inn på hverandre. I modellen nedenfor (tabell 4-6) inngår trinn, eksperimentgruppe og kjønn som uavhengige variabler mens gjennomsnittskåren for posttesten er den anhengige.

	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Trinn	4661,156	2	2330,578	22,088	,000
Eksperimentgrupper	,195	1	,195	,002	,966
Kjønn	3,101	1	3,101	,029	,864
Trinn X Eksperimentgrupper	66,661	2	33,330	,316	,730
Trinn X Kjønn	188,381	2	94,190	,893	,411
Eksperimentgrupper X Kjønn	199,637	1	199,637	1,892	,171
Trinn X Kjønn X Eksperimentgrupper	50,474	2	25,237	,239	,788

R² = ,225

Tabell 4-6 F-test av selektive effekter av trinn, kjønn og eksperimentgruppene i forhold til posttesten.

Omtrent 23% av variansen blir forklart gjennom modellen (R²=,225) Det gir den relativt god forklaringskraft. Imidlertid vises ingen signifikante interaksjonseffekter i forhold til testresultatet. Eksperimentgruppe sammen med kjønn er den effekten som ligger nærmest signifikans (.17), men ikke nærme nok til at man kan slutte seg til en sammenheng.

Det kan imidlertid tenkes at det finnes grupper av oppgaver som måler noen lunde samme ferdighet, og som vil kunne gi utslag mellom gruppene. En måte å undersøke om det er grupper av variabler som måler aspekter ved samme fenomen, er gjennom faktoranalyse. Med en eksplorerende faktoranalyse av alle oppgavebesvarelsene i posttesten kan man undersøke om det er grupper av variabler som ser ut til å samvarierte. Valget av faktorer kan gjøres ut i fra flere kriterier. To vanlige måter er å se på størrelsen på egenverdien og ta skredtesten. Jo lavere egenverdi, desto mindre del av de observerte variablenes varians blir forklart av faktoren. Man bør derfor, i følge Kaisers kriterium ikke velge faktorer som har en egenverdi mindre enn 1 (Ulleberg og Nordvik, 2000). Skredtesten innebærer at man tar med alle faktorer inntil egenverdi-kurven flater ut, dvs. der kurven knekker i skreddiagrammet (Aarø, 2007).

Det er seks faktorer som kommer ut med en egenverdi som er større enn 1. Den første faktoren forklarer over 21% av variansen, mens de resterende fem forklarer hver mellom 3,5 og 4,5% og har en egenverdi under 2. Det betyr at kurven flater ut allerede etter den første faktoren. Det er dermed vanlig å betrakte slike faktorer bare som ”støy” (Aarø, 2007). Ved en nærmere inspeksjon av faktorene ser det heller ikke ut til å være noen klar logisk sammenheng med hvilke variabler som får høy ladning fra de respektive faktorene, og en t-test av faktorene i forhold til eksperimentgruppene gir ingen signifikante utslag, heller ikke når disse brytes ned i forhold til trinn eller kjønn.

Siden faktoranalysen ikke ga noe spesielt resultat, går det an gruppere variablene ut i fra hvilke ferdigheter hos elevene de antas å måle. En av hovedintensjonene i eksperimentet var å forsøke å få til to opplegg som i størst mulig grad lignet hverandre, i håp om å kunne skille ut effekten av å bruke IKT.

Hva slags forskjell kan man da forvente å se ut i fra de to ulike måtene å arbeide på? Elevene som brukte IKT-verktøy arbeidet i en virtuell verden der de hele tiden vekslet mellom en todimensjonal og en tredimensjonal representasjon av leiligheten. I det nederste vinduet fikk elevene en tredimensjonal og virkelighetsnær representasjon av leiligheten. Endringer som ble gjort i den todimensjonale representasjonen ble umiddelbart oppdatert i den tredimensjonale. Elevene beveget seg rundt i det

tredimensjonale rommet i form av en ”gjest”, og de måtte de hele tiden forestille seg hvordan områdene på utsiden av ”synsfeltet” var for å kunne navigere seg rundt. Elevene kunne samtidig se i planet hvor gjesten befant seg og synsfeltet hans.

Man kan tenke seg at denne vekslingen mellom to- og tredimensjonal representasjon øker elevenes forståelse av sammenhengen mellom disse to dimensjonene. I tillegg gir det virkelighetsnære bildet av leiligheten og møblene en bedre forståelse av virkelige størrelser og en økt romforståelse.

Ulempen for elevene som arbeider med fysiske modeller, er at disse ser mindre realistiske ut enn den grafiske fremstillingen i SH3D. Ved at de ikke heller ikke kan ”vandre rundt” i sine modeller, men bare får se den ovenfra, får de heller ikke samme trening i å forestille seg hvordan omgivelsene er rundt dem. Imidlertid får elevene et mer direkte forhold til hvordan leiligheten er bygget opp med gulv og vegger. Formens enkelte deler trer mer frem for elevene som arbeider med fysiske modeller. Tanken er at disse elevene letter ser sammenhenger som f.eks. mellom en terning og samme terning som der sidene er brettet ut. I tillegg måtte elevene som lagde fysiske modeller forholde seg til målestokk. Dermed burde de ha fått bedre trening i å bedømme relative størrelser.

Begge gruppene skulle regne areal og gjøre beregninger i forhold til forbruk av maling, gulvbelegg osv.

Med disse antagelsene, kan man lage noen hypoteser:

H1: Elevene som brukte IKT-verktøy har blitt flinkere til å se forholdet mellom to- og tredimensjonale representasjoner.

H2: Elever som har arbeidet med fysiske modeller har blitt er bedre til å skjønne målestokk og i forhold til å se figurer i deres enkelte bestanddeler.

H0: Det har ingen betydning hvilket verktøy elevene bruker.

Med bakgrunn i disse antagelsene, er de antatt mest relevante oppgavene sortert ut i fra hvilke av eksperimentgruppene som skulle ha best forutsetninger for å mestre dem (tabell 4-7).

Virtuell modell	Fysisk modell
<p>Oppgave 1: Plassere 3D tegninger i forhold til plantegninger</p> <p>Oppgave 8: Forskjeller i volum av figurer satt sammen av terninger</p> <p>Oppgave 13: Anslå areal av et rom og tegne rommet ovenfra: a) Anslå areal b) Tegne riktig areal c) Perspektiv d) Plassering av møbler e) Relative størrelser på areal</p> <p>Oppgave 15: Anslå antall klosser på en tegning</p> <p>Oppgave 20: Antall sidekanter i en terning</p> <p>Oppgave 26: Anslå hvor mange små terninger som får plass i en større eske</p> <p>Oppgave 28: Gjenkjenne snudd figur</p> <p>Oppgave 30: Figur med krum og flat overflate</p>	<p>Oppgave 3: Utbrettet terning</p> <p>Oppgave 5: Antall binders på linje</p> <p>Oppgave 7: Målestokk på kart</p> <p>Oppgave 9: Anslå høyde på et tre</p> <p>Oppgave 10: Anslå lengden på en blyant</p> <p>Oppgave 12: Utbrettet prisme</p>

Tabell 4-7 Oppgaver sortert etter antatte forutsetninger for mestring for eksperimentgruppene

Oppgave 1 er designet for denne undersøkelsen i Envisioneer©, et lignende program som SH3D. Det betyr at elevene som lagde virtuelle modeller burde kjenne igjen dette grensesnittet. Oppgaven ble imidlertid laget i et annet program enn det elevene hadde brukt for at de ikke skulle dra fordel av at man kjente igjen møbler og annet inventar. I oppgave 13 blir elevene spurt om å anslå areal på et rom ut i fra en tredimensjonal tegning. Den er imidlertid utvidet til å be elevene om å tegne rommet på ruter sett ovenfra. Resultatet av oppgaven ble delt opp i fem aspekter: arealanslag (a), tegne riktig areal (b), riktig perspektiv på møbler (c) plassering av inventaret i rommet i forhold til hverandre (d) og inventarets relative størrelser i forhold til hverandre og rommet (e). De resterende oppgavene går på å tolke tegninger av tredimensjonale figurer.

En alpha-test viser liten indre konsistens i konstruktene. Alpha-verdien for variablene som ble plassert under virtuell modell er bare på ,514, altså godt under grensen på 0,7. Den er enda lavere for den andre gruppen. Ved en nærmere inspeksjon av korrelasjonene mellom variablene, avtegner det seg to mulige konstrukter. Det første

består av oppgavene 1, 13b, 13c, 13d og 13e, dvs. oppgavene skal teste tolkning av rom, mens det andre har å gjøre med tredimensjonale figurer, dvs. oppgavene 8, 15, 26 og 28. Ved testing av konstruktene så vel samlet som hver for seg oppnås kun ,507 som høyeste alpha-verdi.

Sorterer man ut alle oppgavene i matematikktesten som omhandler areal (2, 13a, 13b, 16, 17, 18, 21, 22a, 22b, 22c, 23, 25a og 27), gir det en alphaverdi på ,788. Konstruktet viser en rimelig grad av indre konsistens. Ved å konstruere en sumskåre av disse variablene kan man teste konstruktet i forhold til eksperimentgruppene. Konstruktet gir imidlertid ikke signifikant utslag.

Konklusjon av analysen av posttesten

- Med bakgrunn i posttesten kan det ikke påvises noen hovedeffekt av verktøyene på elevenes læring.
- Det har heller ikke latt seg påvise noen selektive effekter av verktøyet, verken i forhold til elevenes modning eller kjønn.

4.4 Elevproduktene

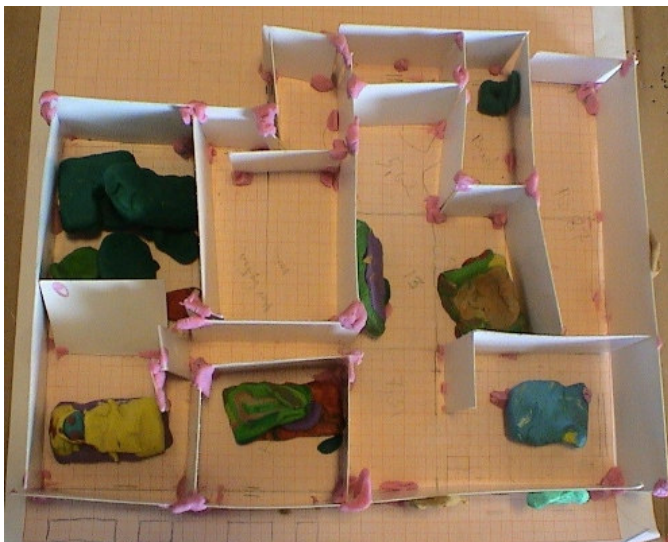
Elevproduktene viser hva elevene presterte når de brukte verktøyet, altså det Salomon et al. (1991) kaller for effekten *med* verktøyet. Når det gjaldt utforming av leiligheten ble det bl.a. stilt krav til at den skulle utformes så funksjonelt som mulig. Funksjonalitet er imidlertid ikke et enkelt begrep å operasjonalisere. Elevene hadde mange kreative løsninger på leilighetene sine, både de som lagde virtuelle og fysiske modeller. I bedømming av produktene måtte det settes opp noen faste kriterier:

- Leiligheten skulle oppfylle krav om areal og antall hjørner på yttervegg.
- Oppholdsrom midt i leiligheten uten muligheter for vinduer trekker ned.
- Lange smale ganger trekker ned. Spesielt hvis de ikke har noen funksjon.
- Rommene måtte ha en form og en størrelse som gjorde at man i det minste fikk plass til det nødvendige i dem:
 - Soverom til mor og far skulle ha plass til klesskap og dobbeltseng.

- Tilsvarende måtte også barna ha plass til seng og klesskap på sine respektive rom. I en del av leilighetene delte barna rom og sov i køyeseng. Dette ble godtatt i bedømmningen.
- Det måtte være plass til kjøkkenbenk, komfyr og oppvaskmaskin på kjøkkenet. I tillegg måtte det være plass til å stå å lage mat der,. dvs. minimum en meter bredt.
- I stuen måtte man kunne plassere en salong og noen hyller.
- Familien burde ha plass til et spisebord i et egnet rom, stue eller kjøkken. Eget rom for spisebord ble også akseptert.
- Leilighetene måtte ha bad med plass til toalett, vask, dusj og/eller badekar.
- Mors kontor måtte kunne romme de spesifiserte møblene og samtidig kunne bevege seg i rommet.

Leilighetene ble bedømt fra på en skala fra en til tre, der tre var det beste. Leiligheter som ikke oppfylte krav om areal eller hjørner havnet uten unntak i kategori 1. Nedenfor følger det eksempler på hvordan bedømmningen er foretatt:

Denne gruppen ble bedømt til nivå 1 (figur 4-4). Her er det for mange små rom med bredde på en meter, som knapt nok kan brukes til noe. Gangen inn til soverommene er neppe særlig mer enn en halv meter bred. Leiligheten er laget av jenter på syvende trinn.

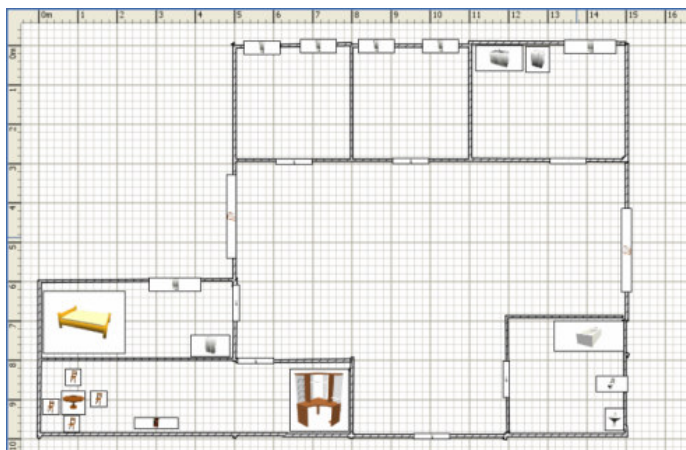


Figur 4-4 Leilighet vurdert til nivå 1.

Selv om soverommene til barna er relativt små, 9 kvadratmeter, er de likevel stor nok til å få plass til en seng og et klesskap (figur 4-5). For mor og far blir det fryktelig trangt. Rommet er bare to meter bredt. Det samme gjelder kontoret. Det er ikke umulig å bruke

leiligheten, men løsningen når ikke høyere enn nivå 2. Leiligheten er laget av jenter på femte trinn.

Leiligheten (figur 4-6) er laget av jenter på sjettetrinn. Entreen er kanskje noe liten i forhold til at fire personer skal ha plass til yttertøy. Passasjen ved inngangen er veldig smal. Rommene forøvrig er store nok. Kjøkkenet og bad er romslige. Det er til og med et lite



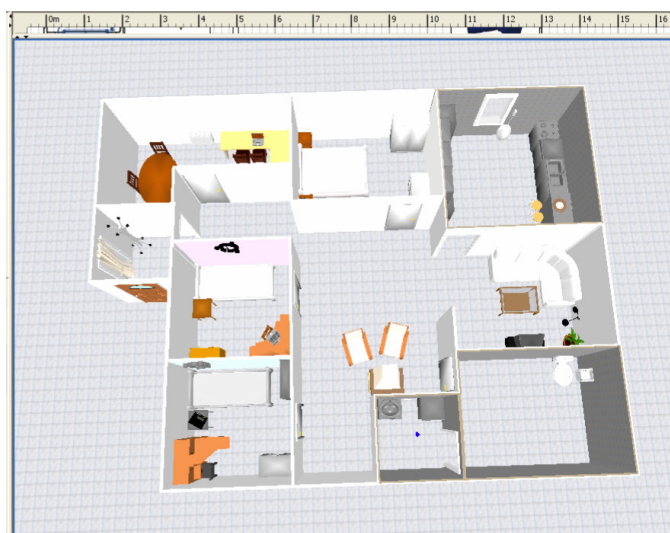
Figur 4-5 Leilighet vurdert til nivå 2.

vaskerom i tilknytning til badet.

Man kan fint tenke seg plass til et

spisebord i stuen eller kanskje også på kjøkkenet. Kontoret er på 12 kvadratmeter og klarer å romme de spesifiserte møblene. Til tross for noen svakheter i forhold til inngangspartiet er denne leiligheten bedømt til nivå 3.

En variansanalyse viser at elevene som lagde virtuelle leiligheter fikk et høyere gjennomsnitt på bedømming av løsningene enn elevene som lagde fysiske modeller (tabell 4-8). De virtuelle modellene fikk en gjennomsnittsvurdering på 2,30 mens de fysiske endte på 1,98. Resultatet nærmer seg signifikans (,083). Dette tyder



Figur 4-6 Leilighet vurdert til nivå 3.

på elevene som lagde virtuelle modeller har fått større hjelp av verktøyet i utforming av leilighetene enn elevene som lagde fysiske modeller. Det kan imidlertid være interessant å se på bakgrunnstallene. Tabell 4-8 viser hvordan bedømmingen slo ut på de enkelte rommene. *F* viser til rom der de lagde fysiske modeller, mens *V* viser til virtuelle modeller. Både femte og syvende

trinn hadde to rom der det ble laget fysiske modeller og to rom med virtuelle modeller. *F7a* skal dermed tolkes som *Fysisk modell, 7. trinn, rom a*.

For syvende trinn gjør gruppene med virtuelle modeller det jevnt over bedre. Den samme tendensen er gjeldene for femte, selv om den ene gruppen med fysiske modeller kommer opp mot datagruppene. Det er sjette som skiller seg ut. Disse har langt dårligere løsninger, både for begge gruppene. Noe av forklaringen kan man finne ved å se hvordan de ulike rommene klarte arealkravet til leiligheten.

Nesten halvparten av samarbeids-gruppene på rom V6 hadde feil areal (tabell 4-9). Dette kan forklare noe av hvorfor dette rommet gjorde det relativt dårlig i forhold til bedømmning av løsningen. Et gjennomgående trekk er at det er flere virtuelle enn fysiske leiligheter som ikke fyller arealkravene, og dermed havnet på nivå 1 i forhold til kvalitet. Likevel kom de virtuelle leilighetene bedre ut i en totalvurdering. Det er imidlertid viktig å huske på at uvalget er lite, med i underkant av 10 modeller i gjennomsnitt på hvert av rommene.

Rom	Kvalitet/løsning			Total
	1	2	3	1
F7a	11,1%	55,6%	33,3%	100,0%
F7b	28,6%	28,6%	42,9%	100,0%
V7a	14,3%	14,3%	71,4%	100,0%
V7b	12,5%	25,0%	62,5%	100,0%
F6	90,0%	10,0%	,0%	100,0%
V6	50,0%	33,3%	16,7%	100,0%
F5a	,0%	33,3%	66,7%	100,0%
F5b	44,4%	22,2%	33,3%	100,0%
V5a	11,1%	22,2%	66,7%	100,0%
V5b	25,0%	,0%	75,0%	100,0%
Totalt	30,7%	25,0%	44,3%	100,0%

N=88

Tabell 4-8 Bedømmning av kvalitet på elevprodukt på ulike rom

Rom	Area ikke oppfylt	Arealkrav oppfylt	Total
F7a	,0%	100,0%	100,0%
F7b	,0%	100,0%	100,0%
V7a	,0%	100,0%	100,0%
V7b	12,5%	87,5%	100,0%
F6	10,0%	90,0%	100,0%
V6	41,7%	58,3%	100,0%
F5a	,0%	100,0%	100,0%
F5b	22,2%	77,8%	100,0%
V5a	11,1%	88,9%	100,0%
V5b	25,0%	75,0%	100,0%
Totalt	13,6%	86,4%	100,0%

N=88

Tabell 4-9 Prosentandel leiligheter på rommene som oppfyller arealkrav

Konklusjon i forhold til elevproduktene

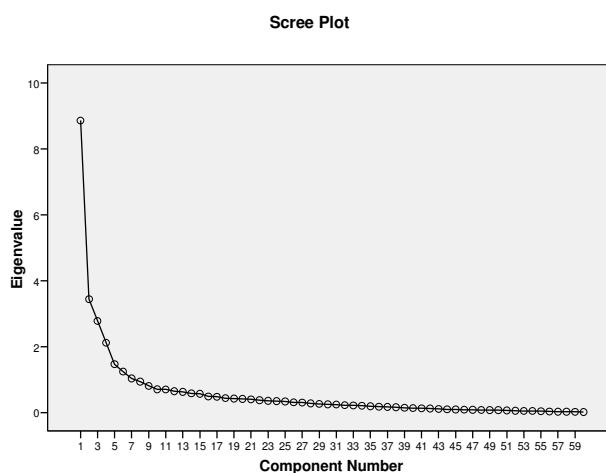
- Elever som har benyttet IKT-verktøy har jevnt over laget modeller av høyere funksjonalitet enn elevene som har laget fysiske modeller.

- Samtidig er det flere av de virtuelle leilighetene som ikke oppfyller kravet om areal, sammenlignet med de fysiske leilighetene.

4.5 Spørreskjemaene

Utvikling av konstruktene som inngår i analysen

Elevene svarte på to spørreskjemaer, et i forkant og et like etter at undervisningsperioden var avsluttet. Spørsmålene var i stor grad de samme i begge målingene. På siste måling fikk elevene dessuten noen spørsmål om hvordan de hadde opplevd matematikkukene. På bakgrunn av spørreskjemaene som ble delt ut til elevene, er det utarbeidet seks holdningsvariabler. Disse har fremkommet ved hjelp av faktoranalyse. En skredtest kan vise hvilke faktorer som gjør seg gjeldende i datamaterialet. Av figur 4-7 kan man se at ”knekken” er ved den sjette faktoren. Det er også den siste faktoren med en egenverdi større enn 1. Den samlede egenverdien for de seks faktorene forklarer ca 50% av den totale variansen i datamaterialet.



Figur 4-7 Skreddiagram som viser faktoranalysen av holdningsvariablene.

I faktoranalysen brukes gjerne betegnelsen latent variabel for en variabel som er bakenforliggende. Teorien er da at denne variabelen påvirker de faktiske variablene. Graden av påvirkningen fra den latente på de faktiske variablene kalles for faktorladning. Tabell 4-10 viser hvilke variabler som inngår i de ulike konstruktene. Faktorladningen for den enkelte variabelen står i parentes. Disse er fremkommet etter å ha benyttet ukorrelert rotasjon med Varimax-metoden i SPSS.

Faktor 1: Oppfattelse av egne evner i matematikk	Faktor 2: Holdning til matematikk	Faktor 3: Nytte av matematikk
<p>14a Jeg gjør det vanligvis bra i matematikk (-,381)</p> <p>14c Matematikk er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen (,547)</p> <p>14e Noen ganger, når jeg ikke forstår et nytt emne med en gang, vet jeg at jeg aldri vil forstå det (,220)</p> <p>14f Matematikk er ikke en av mine sterke sider (,617)</p> <p>14g Jeg lærer ting fort i matematikk (-,402)</p> <p>19a Jeg er ofte bekymret for at matematikktimene blir vanskelige for meg (,658)</p> <p>19b Jeg er rett og slett ikke flink i matematikk (,497)</p> <p>19c Jeg blir veldig stresset når jeg gjør lekser i matematikk (,707)</p> <p>19d Jeg blir veldig nervøs når jeg arbeider med matematikkoppgaver (,499)</p> <p>19e Jeg lærer matematikk raskt (-,400)</p> <p>19g Når jeg gjør matematikkoppgaver, føler jeg meg hjelpeløs (,318)</p> <p>19i Jeg er redd jeg vil få dårlig karakter i matematikk på ungdomsskolen (,713)</p> <p>21o Jeg blir ofte sittende igjen uten å forstå hva de andre prater om når jeg samarbeider i matematikk (,362)</p> <p>21p Jeg føler meg ofte dum når jeg arbeider med andre i matematikk (,411)</p>	<p>14b Jeg kunne tenke meg å ha mer matematikk (,743)</p> <p>14d Jeg liker å lære matematikk (,737)</p> <p>16a Jeg liker bøker om matematikk (,492)</p> <p>16c Jeg ser frem til matematikktimene (,767)</p> <p>16d Jeg arbeider med matematikk fordi jeg liker det (,703)</p> <p>16f Jeg er interessert i det jeg lærer i matematikk (,430)</p>	<p>15c Jeg må gjøre det bra i matematikk for å komme inn på den utdanningen jeg selv vil (,473)</p> <p>16b Å gjøre en innsats i matematikk er viktig, fordi det vil hjelpe meg i arbeidet senere (,359)</p> <p>16e Å lære matematikk er viktig for meg fordi det vil bedre mine yrkesmuligheter (,538)</p> <p>16g Matematikk er et viktig fag for meg fordi jeg trenger det når jeg skal studere videre (,524)</p> <p>16h Mye av det jeg lærer i matematikk vil hjelpe meg til å få jobb (,447)</p>
Faktor 4: Holdning til skolen	Faktor 5: Tilhørighet	Faktor 6: Solo-Social
<p>3c Jeg syns at lærerne på skolen bryr seg om meg (,466)</p> <p>4a Elevene kommer godt overens med de fleste av lærerne (,346)</p> <p>4b Lærerne interessert i hvordan elevene har det (,531)</p> <p>4c De fleste av lærerne mine lytter virkelig til hva jeg har å si (,443)</p> <p>4d Hvis jeg trenger ekstra hjelp, vil lærerne mine gi meg det (,338)</p> <p>4e De fleste av lærerne mine behandler meg rettferdig (,408)</p>	<p>5a Skolen min er et sted hvor jeg føler at blir holdt utenfor (-,414)</p> <p>5b Skolen min er et sted hvor jeg får lett venner (,445)</p> <p>5c Skolen min er et sted hvor jeg føler at jeg hører til (,463)</p> <p>5d Skolen min er et sted hvor jeg føler meg annerledes, og at jeg ikke passer inn (-,503)</p> <p>5e Skolen min er et sted hvor det virker som om andre elever liker meg (,278)</p> <p>5f Skolen min er et sted hvor jeg føler meg ensom (-,414)</p>	<p>21b Jeg liker å arbeide i grupper med andre elever i matematikk (,488)</p> <p>21f Jeg arbeider best i matematikk når jeg arbeider sammen med andre elever (,697)</p> <p>21i Jeg lærer matematikk best når jeg arbeider sammen med andre elever i klassen (,665)</p> <p>21k Jeg liker best å jobbe alene med matematikk (-,874)</p> <p>21l Når jeg jobber sammen med andre, opplever jeg det ofte som mer forstyrrende (-,702)</p> <p>21m Jeg er mer effektiv når jeg arbeider med matematikk alene (-,731)</p>

Tabell 4-10 Variabler som inngår i de ulike faktorene

Elevene svarte på spørsmålene både før og etter undersøkelsesperioden. Tabell 4-11 viser hvilke holdningsvariabler som vil bli benyttet i den videre analysen og alpha-verdiene for de respektive konstruktene for hver av målingene. Verdiene for samlevariablene som benyttes er de gjennomsnittlige sumskårene av variablene som inngår i hvert av konstruktene. Før alphatesting og konstruksjon av sumskårer er skaleringen på enkelte variabler snudd slik at denne innholdsmessig går i samme retningen.

Variabel	Cronbach's alpha for måling I	Cronbach's alpha for måling II
Holdning til skolen	,782 (6)	,835 (6)
Tilhørighet i forhold til medelever	,838 (6)	,872 (6)
Holdning til matematikk	,920 (6)	,939 (6)
Oppfattelse av egne evner i matematikk	,919 (14)	,923 (14)
Opplevelse av at matematikk er nyttig	,824 (5)	,878 (5)
Solo – Social	,861 (6)	,870 (6)

Tabell 4-11 Reliabilitetstest av konstruktene

Spørsmålene som inngår i de forskjellige konstruktene er identiske for begge målingene. At variablene for begge målingene er så vidt konsistente styrker reliabiliteten til undersøkelsen. Samtidig ser man at den indre konsistensen for hver av de latente variablene er noe sterkere i den andre målingen.

Konstruktene i forhold til trinn og kjønn

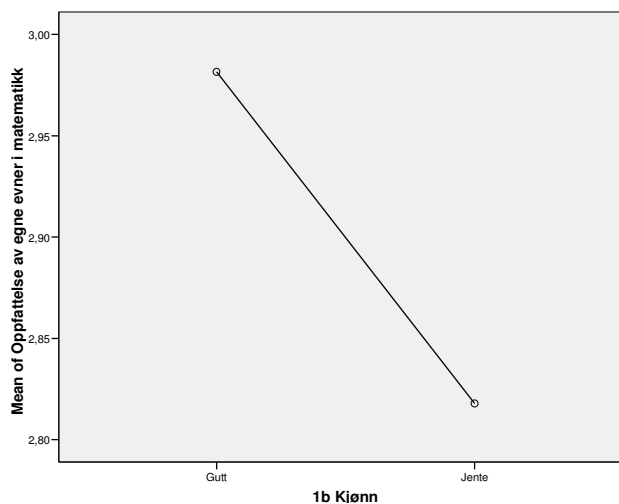
I dette avsnittet presenteres noen bivariate sammenhenger mellom trinn og kjønn i forhold til konstruktene. Tabell 4-12 viser gjennomsnittet for hvert av trinnene på de ulike konstruktene i tillegg til F-verdien og signifikansen. Tabellen viser at femteklassingene er mest positive i forhold til medelever og skole, og de har best selvbilde i forhold til matematikk. Forskjellen mellom femte- og sjetteklasse er større enn mellom sjette- og syvende klasse. Syvende ser ut til å være noe mer negative enn sjette, mens sjetteklassingene i utvalget har et noe lavere selvbilde i forhold til matematikk. De opplever også litt mindre tilhørighet i forhold til sine medelever. Solo-Social-variabelen gir ingen signifikante forskjeller. For variablene holdning til skole, holdning til matematikk og oppfattelse av egne evner i matematikk er forskjellene

signifikante, mens de nærmer seg signifikans for nytte av matematikk og tilhørighetsvariabelen.

		N	Mean	Std. Deviation	F	Sig.
Holdning til skolen	5. trinn	75	3,6569	,35929	13,090	,000
	6. trinn	44	3,3402	,41513		
	7. trinn	73	3,3210	,51037		
	Total	192	3,4566	,46142		
Tilhørighet i forhold til medelever	5. trinn	75	3,4989	,49390	2,254	,108
	6. trinn	44	3,3080	,50355		
	7. trinn	73	3,4575	,45732		
	Total	192	3,4394	,48572		
Holdning til matematikk	5. trinn	75	2,7262	,62147	34,767	,000
	6. trinn	44	2,1443	,58585		
	7. trinn	73	1,9333	,56803		
	Total	192	2,2914	,69048		
Opplevelse av at matematikk er nyttig	5. trinn	75	3,4527	,47526	2,438	,090
	6. trinn	44	3,2818	,60127		
	7. trinn	73	3,2733	,56261		
	Total	192	3,3453	,54374		
Oppfattelse av egne evner i matematikk	5. trinn	75	3,0584	,50067	5,479	,005
	6. trinn	44	2,7449	,65817		
	7. trinn	73	2,8188	,55005		
	Total	192	2,8955	,57148		
Solo-Social	5. trinn	75	2,6442	,63841	,209	,812
	6. trinn	44	2,6485	,64901		
	7. trinn	73	2,7100	,71093		
	Total	192	2,6702	,66651		

Tabell 4-12 Variansanalyse av holdningsvariablene i forhold til klassetrinn.

Når det gjelder kjønn, er det bare variabelen *oppfattelse av egne evner i matematikk* som viser signifikant forskjell (figur 4-8). Ikke uventet, er det guttene som har størst tro på seg selv. Dette er i tråd med funnene fra TIMSS og PISA. Mens guttene i gjennomsnitt har en verdi på 3,0 på dette konstruktet, ligger jentene to tideler under.



Figur 4-8 Oppfattelser av egne evner i matematikk etter kjønn.

Endringer mellom målingene i forhold til eksperimentgruppene

En grunn som gjerne oppgis for å drive med elevaktive arbeidsmetoder, er at det virker motiverende på elevene. Man tenker seg videre at økt motivasjon gir økt læring, fordi elevene da vil jobbe bedre. Ved hjelp av holdningsvariablene, kan man forsøke å finne ut om elevene virker mer motivert i forhold til å arbeide med matematikk etter endt matematikkuke.

Tabell 4-13 viser de gjennomsnittlige sumskårene for hvert av konstruktene i forhold til eksperimentgruppene. Det er ingen signifikante forskjeller mellom eksperimentgruppene på noen av holdningsvariablene på de respektive målingene.

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	F	Sig.
Holdning til skolen	Fysisk modell	93	3,4932	,45481	,04716	1,135	,288
	Virtuell modell	99	3,4222	,46723	,04696		
	Total	192	3,4566	,46142	,03330		
II Holdning til skolen	Fysisk modell	86	3,3969	,55109	,05943	3,582	,060
	Virtuell modell	95	3,2544	,46116	,04731		
	Total	181	3,3221	,50948	,03787		
Tilhørighet	Fysisk modell	93	3,4088	,52230	,05416	,716	,398
	Virtuell modell	99	3,4682	,44944	,04517		
	Total	192	3,4394	,48572	,03505		
II Tilhørighet	Fysisk modell	86	3,4469	,53479	,05767	,011	,915
	Virtuell modell	95	3,4393	,41964	,04305		
	Total	181	3,4429	,47648	,03542		
Holdning til matematikk	Fysisk modell	93	2,3487	,69735	,07231	1,245	,266
	Virtuell modell	99	2,2375	,68310	,06865		
	Total	192	2,2914	,69048	,04983		
II Holdning til matematikk	Fysisk modell	86	2,2391	,79966	,08623	,101	,751
	Virtuell modell	95	2,2040	,68936	,07073		
	Total	181	2,2207	,74192	,05515		
Nytte av matematikk	Fysisk modell	93	3,3651	,52096	,05402	,237	,627
	Virtuell modell	99	3,3268	,56633	,05692		
	Total	192	3,3453	,54374	,03924		
II Nytte av matematikk	Fysisk modell	85	3,2453	,59610	,06466	,559	,456
	Virtuell modell	94	3,3099	,56074	,05784		
	Total	179	3,2792	,57707	,04313		
Oppfattelse av egne evner i matematikk	Fysisk modell	93	2,9095	,60983	,06324	,108	,743
	Virtuell modell	99	2,8823	,53575	,05385		
	Total	192	2,8955	,57148	,04124		
II Oppfattelse av egne evner i matematikk	Fysisk modell	86	2,9052	,67384	,07266	,328	,568
	Virtuell modell	95	2,9570	,54342	,05575		
	Total	181	2,9324	,60771	,04517		
Solo-Social	Fysisk modell	93	2,6642	,69296	,07186	,015	,903
	Virtuell modell	99	2,6759	,64417	,06474		
	Total	192	2,6702	,66651	,04810		
II Solo-Social	Fysisk modell	85	2,6310	,71634	,07770	,117	,733
	Virtuell modell	95	2,6656	,64395	,06607		
	Total	180	2,6493	,67739	,05049		

Tabell 4-13 Endringer på holdningsvariablene fra første til andre måling.

Variabelen holdning til skolen nærmer seg signifikans i den andre målingen. Det er også her man ser den største forskjellen når man sammenligner de to målingene. Elevene for begge gruppene svarer at de har blitt mer negative etter undersøkelsesperioden. Forskjellen er imidlertid ikke større enn ca 0,1 for begge gruppene. Et spørsmål er hvor store endringer bør være når samme utvalg måles to ganger for å avgjøre at det faktisk har skjedd en holdningsendring. Så lenge det dreier seg om samme utvalg, vil en

endring i verdiene pr. definisjon fortelle om en endring i utvalget. Om dette er skjellsettende endringer av en viss varighet, eller om det bare er utslag av naturlige svingninger i sinnsstemningen hos utvalget, er imidlertid et annet spørsmål. Den første målingen ble foretatt tidlig i uke 6, mens den andre på slutten av fredagen i uke 7, rett før elevene gikk ut i vinterferie. Dette kan selvfølgelig ha påvirket svarene. Enkelte lærere mente også at elevene var blitt lei av spørreskjemaer fordi elevundersøkelsen fra Utdanningsdirektoratet også ble foretatt i løpet av perioden, og med lignende spørsmål. Skal man trekke noen konklusjon av tallene må det være at elevene har blitt mer negative etter matteuken på de fleste av variablene. Dette gjelder for begge grupper. Imidlertid er variasjonene så små at det ikke er grunnlag for å hevde at det har skjedd noen reell holdningsendring hos elevene. En forklaring kan også være at elevene skulle starte opp med noe nytt og spennende da det første skjemaet ble fylt ut, mens ”luften var gått ut av ballongen” når undervisningsperioden var ferdig.

Sammenligning med PISA og TIMSS

Sammenholder man holdningsvariablene i denne undersøkelsen med PISA- og TIMSS-undersøkelsene (Kjærnsli et al., 2007; Grønmo et al., 2004), er det relativt høyt samsvar. Det er imidlertid viktig å være klar over at konstruktene ikke er identiske med de man finner i de to undersøkelsene, selv om de bygger på mange av de samme spørsmålene. At det er et problematisk forhold mellom lærere og elever, slik det kommer frem hos Kjærnsli et al. (2007), virker imidlertid ikke å være tilfelle for elevene i denne undersøkelsen. Slik sett samsvarer det mer med funnene fra PISA+ (Klette & Lie, 2006).

Hvordan eleven opplevde matematikkuken

I den siste målingen fikk elevene noen spørsmål om hvordan de hadde opplevd matematikkuken. Variablene kan fungere som et slags barometer for PBL-situasjonen. Bl.a. skulle de angi grad av enighet på følgende spørsmål:

25a Jeg syns jeg har lært mye matematikk den siste uken.

25b Matematikkuken har vært viktig, fordi jeg skjønner mer hva jeg kan bruke matematikk til.

25h Matteuka var rett og slett kjedelig.

		II25a Jeg syns har lært mye matematikk den siste uken	II25b Matteuken har vært viktig fordi jeg skjønner mer hva jeg kan bruke matematikk til	II25h Matteuken var rett og slett kjedelig
II25a Jeg syns har lært mye matematikk den siste uken	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1 175	,435(**) ,000 175	-,418(**) ,000 170
II25b Matteuken har vært viktig fordi jeg skjønner mer hva jeg kan bruke matematikk til	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	,435(**) ,000 175	1 177	-,459(**) ,000 171
II25h Matteuken var rett og slett kjedelig	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	-,418(**) ,000 170	-,459(**) ,000 171	1 171

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabell 4-14 Korrelasjoner mellom variablene som inngår i ”Opplevelse av PBL-situasjonen”.

Tabell 4-14 viser relativt høye samvariasjoner mellom variablene. Korrelasjonene er positive bortsett fra i forhold til variable 25h, som har en ”negativ” ordlyd. Etter å ha snudd variabelen, viser en alphetest en verdi på 0,682. Dette er tilnærmet lik den kritiske grensen på 0,7. Det er dermed mulig å slå variablene sammen til et konstrukt som kan kalles ”Opplevelse av PBL-situasjonen”.

I undersøkelsen ble elevene spurt om hva slags preferanser de hadde i forhold til undervisningen i matematikk. Følgende spørsmål ble stilt til elevene:

22a Jeg lærer best når læreren forklarer nye ting på tavlen.

22b Jeg arbeider best med matematikk når noen sitter ved siden av og hjelper meg.

22c Jeg ønsker at noen sitter ved siden av og hjelper meg fordi jeg er redd for å gjøre feil.

22d Jeg lærer best matematikk når jeg kan finne ut av stykkene på egen hånd.

22e Jeg syns tavleundervisning er kjedelig fordi jeg som regel skjønner med en gang hva som gjennomgås.

22f Jeg liker best å prøve nye ting på egenhånd og for heller å spørre når jeg står fast.

		Holdning til matematikk	Oppfattelse av egne evner i matematikk	Solo-Social	Opplevelse av PBL-situasjonen
1a Trinn	Pearson Correlation	-,506(**)	-,185(**)	,043	-,316(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,010	,551	,000
	N	192	192	192	170
22a Liker tavleundervisning	Pearson Correlation	,244(**)	,309(**)	-,026	,265(**)
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,724	,001
	N	191	191	191	167
22b Sitter ved siden av	Pearson Correlation	-,217(**)	-,324(**)	,307(**)	-,024
	Sig. (2-tailed)	,003	,000	,000	,761
	N	189	189	189	165
22c Vil ha støtte pga redd for feil	Pearson Correlation	-,109	-,506(**)	,174(*)	-,032
	Sig. (2-tailed)	,138	,000	,017	,684
	N	188	188	188	164
22d Finne ut på egen hånd	Pearson Correlation	,330(**)	,159(*)	-,330(**)	,133
	Sig. (2-tailed)	,000	,029	,000	,091
	N	187	187	187	163
22e Tavleundervisning er kjedelig	Pearson Correlation	,009	,298(**)	-,138	-,198(*)
	Sig. (2-tailed)	,903	,000	,057	,010
	N	190	190	190	167
22f Prøve først	Pearson Correlation	,249(**)	,185(*)	-,104	,138
	Sig. (2-tailed)	,001	,010	,153	,077
	N	190	190	190	166
Holdning til matematikk	Pearson Correlation	1	,451(**)	-,101	,471(**)
	Sig. (2-tailed)		,000	,165	,000
	N	192	192	192	168
Oppfattelse av egne evner i matematikk	Pearson Correlation	,451(**)	1	-,230(**)	,217(**)
	Sig. (2-tailed)	,000		,001	,005
	N	192	192	192	168
Solo-Social	Pearson Correlation	-,101	-,230(**)	1	,076
	Sig. (2-tailed)	,165	,001		,327
	N	192	192	192	168
Opplevelse av PBL-situasjonen	Pearson Correlation	,471(**)	,217(**)	,076	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,005	,327	
	N	168	168	168	170

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabell 4-15 Korrelasjoner mellom holdningsvariabler, læringspreferanser og opplevelse av PBL-situasjonen.

Tabell 4-15 viser hvordan elevenes svar korrelerer med holdning til matematikk, oppfattelse av egne evner i matematikk, Solo-Social og opplevelse av PBL-situasjonen. Aller først bekrefter korrelasjonene variansanalysen fra tidligere avsnitt, at holdningene korrelerer negativt i forhold til alder. Korrelasjonen mellom holdning til matematikk og trinn er særdeles sterk, $-.506$ og for opplevelse av PBL-situasjonen er den $-.316$. Oppfattelsen av egne evner i matematikk avtar også med alderen, men denne sammenhengen er ikke fullt så sterk som for holdning til matematikk og opplevelse av PBL-situasjonen ($-.185$). Preferanse i forhold til samarbeid, målt med Solo-Social-variabelen, gir nesten ikke utslag i forhold til trinn.

Av tabellen ser det videre ut til at elever som liker matematikk liker tavleundervisning (22a), og liker ellers best å arbeide alene (22d, 22f). Den negative korrelasjonen i forhold til Solo-Social-variabelen tyder også på at elever som er positive i matematikk tenderer mot å jobbe alene, selv om korrelasjonen ikke er signifikant. Sammenhengen mellom holdning til matematikk og opplevelse av egne evner i faget er naturlig nok positiv, og den er svært sterk ($.451$), og disse elevene føler ikke behov for støtte i form av å ha noen ved siden av seg (22b).

Ser man på korrelasjonene i forhold til oppfattelse av egne evner i matematikk, følger disse, ikke overraskende, langt på vei samme mønster som holdning til matematikk. Samtidig er det verd å merke seg at korrelasjonen i forhold til å ønske støtte fordi man er redd for å gjøre feil, er veldig sterk og negativ, mens den ikke er signifikant i forhold til holdning til faget. Det betyr at disse to konstruktene ikke måler helt det samme, og at det kan være en del elever som til tross for en positiv holdning til matematikk, likevel føler seg utrygge når de arbeider med faget. Elevene som oppfatter seg selv som matematikksterke ser ut til å foretrekke tavleundervisning, selv om de syns det er kjedelig. Det kan gjenspeile et ønske om at de ønsker å få en rask gjennomgang før de går i gang med å løse oppgavene. Den negative korrelasjonen i forhold til Solo-Social-variabelen bekrefter at de flinke helst vil arbeide alene. Likevel er det også en positiv sammenheng i forhold til opplevelsen av PBL-situasjonen. Dette kan tolkes som at det å arbeide med den vanlige matematikken ikke oppleves på samme måte som PBL-situasjonen i forhold til samarbeid.

Elevene som har hatt en positiv opplevelse av PBL-situasjonen ligner i stor grad elevene som opplever seg som faglig sterke i matematikk. Korrelasjonen mellom disse variablene er imidlertid ikke sterkere enn .217, selv om den er signifikant. De opplever heller ikke i samme grad at tavleundervisningen blir kjedelig fordi de raskt skjønner hva som blir gjennomgått (22e). Snarere går korrelasjonen i motsatt retning, selv om den ikke er veldig sterk (-.198). Når det gjelder forholdet mellom oppfattelse av PBL-situasjonen og redsel for å gjøre feil, er det tilnærmet ingen korrelasjon.

Når det gjelder Solo-Social-variabelen ser det ut til at elevene som opplever seg som svake i matematikk som foretrekker og søker støtte ved å samarbeide med andre (22b og 22c), og de liker ikke å bli overlatt til seg selv for å finne ut av matematikken på egen hånd (22d). I forhold til de andre variablene ser det ikke ut til å være noen spesielt sterke sammenhenger.

Selvtillit i matematikk før og etter matematikkuken

I kapittel 6 blir forhold rundt selvtillit i matematikk drøftet. Derfor presenteres også resultater fra de to målingene i forhold til elevenes oppfattelse av egne evner i faget (tabell 4-16). Slik det går frem, er det nesten ingen endringer mellom målingen for noen av trinnene, selv om det for alle trinn vises en svak økning. Forskjellene er imidlertid forsvinnende små.

1a. Trinn		Oppfattelse av egne evner i matematikk	II Oppfattelse av egne evner i matematikk
5. trinn	Mean	3,0584	3,1038
	N	75	68
	Std. Deviation	,50067	,55976
6. trinn	Mean	2,7449	2,8066
	N	44	43
	Std. Deviation	,65817	,71211
7. trinn	Mean	2,8188	2,8431
	N	73	70
	Std. Deviation	,55005	,55098
Total	Mean	2,8955	2,9324
	N	192	181
	Std. Deviation	,57148	,60771

Tabell 4-16 Forskjeller i oppfattelse av egne evner i matematikk mellom målingene i forhold til klassetrinn.

Konklusjoner av dataene fra spørreskjemaene

- Elevene ser generelt ut til å være positive til skolen og til matematikk. De har også et høyt selvbilde i matematikk. Dette samsvarer stort sett godt med andre undersøkelser (Kjærnsli et al., 2007; Grønmo et al., 2004; Klette & Lie, 2006).
- Det er bare små endringer mellom målingene hva angår elevenes holdninger.

- Svake elever ser ut til å foretrekke samarbeid, mens sterke elever ser ut til å foretrekke å arbeide alene. Likevel var det de sterke elevene som hadde mest positiv opplevelse av PBL-situasjonen.
- Det ser ut til at det er en del elever som opplever arbeid med matematikk som utrygt, selv om de har en positiv holdning til faget.

5 PROSESSANALYSE

Med det relativt lille utvalget undersøkelsen bygger på, er det begrenset hvor dypt man kan gå i datamaterialet for å finne interaksjonseffekter. Likevel er det kanskje overraskende at nærmest ikke er verken noen hoved- eller interaksjonseffekter å snakke om i forhold til posttesten. Dette reiser bl.a. spørsmål om målemetodene er hensiktsmessige. Selv om matematikktesten til elevene var relativt omfattende, er det likevel ikke sikkert at en slik test vil kunne fange opp eventuelle forskjeller i forhold til verktøyene. Det er ikke en gang sikkert at et slikt mål har noe for seg i forhold til PBL som arbeidsform, uansett hvilket verktøy elevene arbeider med. Samtidig viser elevproduktene at det er store forskjeller mellom IKT og modellgruppene, altså effekt *med* verktøyet. Det er imidlertid ikke mulig å belyse disse forholdene bare ut i fra det kvantitative materialet i denne undersøkelsen. Derfor vil den videre drøftingen også måtte basere seg på prosessdata og andre kvalitative data, elev- og lærerintervjuer, observasjoner underveis i tillegg til referater oppsummeringsmøter med lærerne underveis i prosessen.

5.1 Verktøyene og elevenes arbeidsprosess

Teori om affordance handler om hvilke handlingsmuligheter som ligger i de fysiske omgivelsene, men også begrensninger, altså mangel på affordance. Når det gjelder IKT-verktøyet, dreier dette seg både om fysiske omgivelser og representasjoner av fysiske omgivelser. Tastaturet har f.eks. affordansen ”å skrive med på skjermen” eller styre synsvinkler i forhold til representasjonene av leiligheten. I programvaren er det knapper og parametre der man kan aktivere ulike funksjoner eller justere verdier, f.eks. høyde og bredde på vegger og størrelse på inventar i leiligheten. I tillegg finnes representasjoner av leiligheten 2D- og 3D-representasjoner. 2D-representasjonen er omgitt av koordinatsystem tegnet inn som et rutenett. Hver rute representerer en kvadratmeter,

men kan også deles inn i større eller mindre enheter. Koordinatsystemet har ”affordancen måle lengde og bredde og finne areal”. Det er et tegneverktøy med affordancen ”tegne rette vegger” og ”endre lengde, bredde og høyde eller flytte rette vegger”. Det kan settes inn møbler, vinduer, dører osv. i leiligheten der størrelsene kan endres, enten ved ”klikk og dra”, eller ved å skrive inn mål. 3D-representasjonen har affordancen ”se leiligheten fra ulike vinkler og avstander” og ”gå rundt og se deg om i leiligheten”. IKT-verktøyet har dessuten affordancen ”koble til projektor så mange kan se på en gang”. En vesentlig begrensning i IKT-verktøyet er fraværet av mulighet til å lage bøyde eller buede flater i leiligheten.

Også pappmodellverktøyet hadde affordancen å lage rette vegger, men pappveggene var i tillegg mulige å bøye. Dermed hadde de også affordancen ”lage buede flater”. Affordancene knyttet til å endre på endre tykkelse og å flytte på vegger er vanskeigere med modellverktøyet. Til gjengjeld har modellverktøyet affordancer knyttet til de taktile sansene. Materialene finnes i den fysiske verdenen og kan klippes, brettes, bøyes osv. Plastelinaen kan modelleres til nesten alle mulige former osv. IKT-verktøyets begrensninger er mer absolutte og bestemt av programmereren, mens begrensninger i de fysiske verktøyskomponentene i større grad er avhengig av elevenes kreativitet.

Hvilke muligheter de ulike verktøyene tilbyr er ikke det samme som at de blir utnyttet. Affordancen ”finne matematiske problemstillinger” kan være noe mer begrenset i SH3D pga. begrensningene i å endre flatene. Dette kan imidlertid også være et stillas for yngre elever, i det begrensningene kan hjelpe eleven med å fokusere på spesielle forhold knyttet til areal. I IKT-verktøyet kunne man enkelt endre høyde på vegger ved å skrive inn mål, og slik sett i realiteten få et koordinatsystem med tre akser og dermed også mulighet til å arbeide med volum. Denne muligheten ble ikke utnyttet. Høyden på pappveggene var ferdig skåret. Det er i tillegg en betydelig støtte for elevene som arbeider med de virtuelle modellene, at de slipper problemer med vegger som raser sammen problemer og med å plassere inventar i leiligheten fordi det er trangt for fingrene. Datamodellene lar seg enkelt projisere på et lerret og letter dermed muligheten til å arbeide løfte frem problemstillinger i full klasse, der endringer på leiligheten kan foretas raskt. Dermed er det også lettere for læreren å gripe fatt i situasjoner som kan belyse viktige læringsaspekter. Det er i vanskeligere å bruke pappmodellene direkte hvis

mange skal være med i problemløsningen fordi de er små og skjøre. Dessuten er det mer problematisk å foreta endringer i de fysiske modellene, fordi det innebærer å rive ned ferdig tilskårne vegger som er festet til underlaget.

Prosess

I alle rommene startet arbeidsprosessen med en gjennomgang av oppgaven og en felles idemyldring i klassen i forhold til hva en hvordan en leilighet ser ut: hva slags type rom som finnes og hva som trengs av inventar. Grundigst ble dette gjort i de yngste klassene, og idemyldringen ble strukturert i tankekart. På femte trinnet ble også arealregning gjennomgått og det ble arbeidet felles med beregning av areal av sammensatte figurer:

”Vi brukte veldig mye tid på å snakke om begreper. Hva finns i en leilighet? Hva må være i en leilighet? Vi gjorde det først, så lagde vi et kjempe-tankekart og så sorterte på rom og plukket deretter vekk det som ikke var nødvendig. Da var det utgangspunktet vårt for at de skulle få oppgavene etter hvert. Og det brukte jeg sikkert to og en halv skoletime på.

(...)

Vi tok nok en del på tavla i forhold til å regne areal av sammensatte figurer. Det var de veldig usikre på. Vi har jo ikke hatt areal i femte. Vi har hatt det i fjerde. Nå var jeg forsiktig med å gi dem en løsning. Det var veldig få som hadde valgt samme løsning som meg. Der gikk jeg litt forsiktig frem, for der tenkte jeg at det var veldig dumt hvis de ble helt like. Det er klart at de som slet faglig endte opp med den løsningen vi hadde kommet frem til i fellesskap, i hvert fall var den mer min enn de som var svake faglig” (Lærer fysisk modell 5. trinn).

På de to høyere klassetrinnene ble dette tatt mindre grundig. Dermed kom elevene også raskere i gang med arbeidet.

Etter felles gjennomgang startet samarbeidsgruppene med å lage skisser av leilighetens grunnriss på blanke ark. Dette gjaldt for både for de som lagde virtuelle modeller og de som lagde fysiske modeller. Leiligheten skulle være på 120m² og ha mellom fem og åtte ytterhjørner. Leiligheten kunne m.a.o. ikke være et enkelt rektangel. I denne fasen endrer prosessen seg dramatisk mellom IKT-elevne og gruppene som lager fysiske modeller. Elevene som skal til med virtuelle modeller lager seg først en skisse av leilighetens grunnriss før de går i gang med å tegne den inn i programmet.

Rominndelinger, ideer om møblering, justeringer – alt foregår nå i SH3D. Etter hvert som møbler settes inn endres rommene og i noen tilfeller justeres også formen på selve leiligheten. To grupper på syvende trinn lar være å tegne skisse først. Dette medfører at de får store problemer med å tegne leiligheten i SH3D. Trolig skyldes dette dataskjermens størrelse fordi hele leiligheten ikke får plass på skjermen i vanlig visningsprosent.

Elevene som lager de fysiske modellene lager mange skisser før de setter i gang med selve byggingen. Rommene tegnes inn og de beregner areal for hvert av rommene så de ser at det går opp i 120m². Også møbleringen tegnes til dels inn. Først når designet er klart, overføres skissen på millimeterpapir. Igjen foretas justeringer når elevene oppdager at størrelsesforholdene på skissen de hadde laget på de blanke arkene ikke stemte. Så settes vegger opp og leilighetene møbleres. Straks veggene er satt opp, er designet låst. Endringer vil nå medføre et stort merarbeid. Vegglengder er klippet til og de har hatt mye arbeid mere med å få veggene til å stå av seg selv. Møbleringen blir litt mer komplisert fordi det er trangt for fingrene. Ingen av de fysiske modellene har skap på veggen e.l. Mange av de yngste elevene rekker bare å møblere et eller noen få av rommene. Dette gjelder imidlertid også for de yngste IKT-gruppene.

I teorikapittelet kom det frem at ulike teoretikere har forskjellige måter å inndele PBL-fasene på. Her ble det tatt utgangspunkt i en tredeling: problemanalyse (fase 1), informasjonsinnhenting (fase 2) og syntetisering av kunnskap (fase 3). Å skille de ulike fasene klart fra hverandre, viser seg ikke å være helt enkelt. Til dels sklir de i hverandre, men likevel på noe ulikt vis mellom de to eksperimentgruppene. Som beskrevet over, var det store forskjeller i forhold til prosess mellom gruppene. Det innebærer at elevene som arbeidet med virtuelle modeller i realiteten kunne veksle mellom fasene, analysere oppgaven, planlegge, gjennomføre og evaluere, gjennom hele prosessen. Til dels gjorde de også dette i forhold til selve konstruksjonen av leiligheten, men i forhold til utregninger, som skulle gjøres i regneark, ventet de fleste med dette til etter at leiligheten var ferdig designet og møblert. Elevene som lagde fysiske modeller måtte gjøre det meste på planleggingsstadiet, altså mens de holdt på med skissene. Evaluering av modellen etter at veggene var kommet opp ville med liten sannsynlighet føre til at det ble gjort vesentlige endringer.

To modelleksempler

En gruppe gikk noe ut over oppgaven og lagde en leilighet med form som en gitar (figur 5-1). Etter å ha forsøkt å simulere buede vegger ved å klippe de opp i små biter, fant de ut at en bedre løsning rett og slett var å bøye papplaten langs grunnrisset. Det var da det gikk opp for guttene at arealet av den buede veggen var det samme som når veggen var helt brettet ut. Arealet av grunnflaten fant de ved å dele inn i firkanter og ved å telle resten av rutene. Bildet yter ikke helt rettferdighet til gruppen, fordi veggene i rominndelingen hadde rast sammen under flytting av modellen og blitt satt litt tilfeldig opp igjen. Også hodet på gitaren mangler.



Figur 5-1 Leilighet med form som gitar.

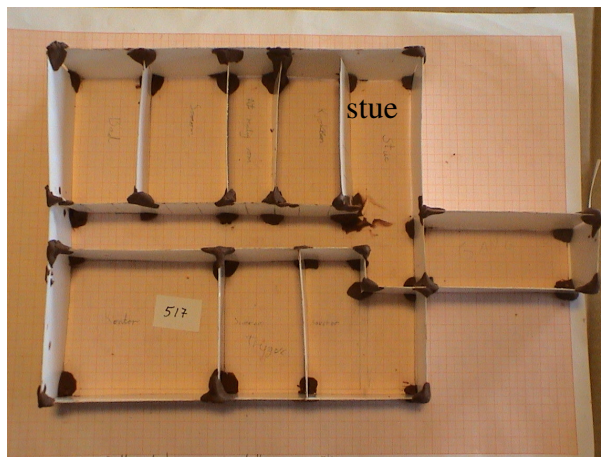
Vegger som raser sammen var ikke noe problem i dataverktøyet (figur 5-2). Det gjorde det vesentlig enklere å lage komplekse romløsninger. Denne løsningen er laget av elever i sjetteklasse. Selv om leiligheten ikke er veldig funksjonell med sine mange små rom og lange smale gang, åpner den for mange problemstillinger for elevene når de skal beregne arealene av grunnflatene for hvert av rommene. Med tanke på at man sparer betydelig tid i forhold til selve byggingen av modellen, kan desto mer tid gå til refleksjon og beregninger av de ulike arealene på et faglig nivå som passer for barnetrinnet.



Figur 5-2 Leilighet med komplekse romløsninger.

Dialog

Som det går frem av arbeidsprosessen til elevene var elevene som arbeidet med fysiske modeller langt mer aktive i forhold til matematisk dialog i og med at de beregnet areal for hvert av rommene mens de ennå var på skissestadiet. For eksempel slet en gruppe femteklassinger lenge i forhold til å få summen av romarealene til å bli 120m² (Figur 5-3) Problemet var at på skissen var stuen tegnet inn som et rektangel. Dermed overså de at det var en halv meter forskjell på stuens to motstående kortvegger. Andre elever diskuterte hvordan de skulle beregne areal av ulike former, som i eksempelet med gitargruppen.



Figur 5-3 På skissen var de to motstående kortsidene i stuen tegnet inn like lange. Dette skapte problemer da arealet på rommene skulle summeres.

IKT-elevene var ikke særlig opptatt av matematikk, men var desto mer fokuserte på designet og møbleringen. Både elevene som lagde de fysiske modellene og IKT-elevene kunne ha problemer med å se for seg leiligheten i virkeligheten ut i fra plantegningene. Imidlertid var 3D-vinduet til stor hjelp for elevene når de skulle skaffe seg et inntrykk av hvordan ting kunne se ut i virkeligheten. Utsnitt av følgende intervju med elever på sjetteettrinn kan illustrere dette. Intervjueren har bedt elevene om å fortelle om leiligheten og vise ham rundt. De kommer nå frem til foreldrenes soverom:

Elev1: Også her er barnerommet, der de sover og her skal jeg lage et lite spillrom. Og her er foreldrenes soverom.

Intervjuer: Foreldrenes soverom, ja. Hvor stort er foreldrenes soverom?

E1: Eeh, Vi er ikke helt sikre akkurat nå. (Mumler noe om å "sette inn")

I: Men hva er arealet på det, vet du det?

E1: Ikke helt, vi satte egentlig bare, når vi visste at det var 120, så satte vi bare inn rommene som vi hadde tegna det (på skisse?).

I: Den der senga til de to (foreldrene), hvor stor er den? Hvor mye plass har de til å sove på?

E2: (Mumler) Det er ganske mye, vet ikke helt hvor mye.

E1: Vi kan jo se, da. Det var det, ikke sant? (Peker), Det er 140 ganger 190. Og her har vi da senga (viser i 3D-vindu).

I: Det er senga til foreldrene.

E1: Ja, det (soverommet) var kanskje litt trangt, altså.

Elevene forteller at de ikke har brydd seg mye om arealer mens de har designet leiligheten. Så lenge de ser på plantegningen har de heller ikke noe forhold til at størrelsen på rommet er litt knapt i forhold til dobbeltsengen. Først når de ser i 3D-vinduet og ”går inn i rommet”, reagerer de på at det er trangt. Dette går virkelig opp for dem senere, når de har sittet og jobbet for seg selv en stund og går inn på soverommet på nytt. Spontant utbryter den ene elevene ”Oi! Her var det trangt!”.

Forskjeller mellom trinnene

Et gjennomgående trekk i denne studien når det gjelder alder, er at det største skillet går mellom femte og sjette klasse. Dette gjelder for holdningsvariablene, trivselen på skolen og oppfatning av egne evner. Det er derfor interessant at observasjonene av elevene underveis i arbeidet også peker mot at det er her det største skillet går. Femte trinns elever var de som tilsynelatende var mest positive, selv om det var disse som naturlig nok også strevde mest med oppgaven. Dette kom spesielt til uttrykk nå elevene skulle beregne areal av veggene. Verken pappvegger eller digitale fremstillinger så ut til å hjelpe elevene i så henseende. Heller ikke at de allerede, uten for store problemer hadde beregnet gulvareal. En lærer uttrykker det slik:

”Men når vi skulle begynne å regne areal av vegger og trekke fra vinduer og sånne detaljer, da var det store kriser. Da måtte jeg samle elevene mye. Selv om alle egentlig fikk prøvd å komme i gang med det på et rom, så skjønnte de det nok ikke, selv om jeg tok frem elever og la ned vegger og i det hele tatt” (Lærer fysisk modell, 5. trinn).

Det ikke til at IKT-elevene på femte trinn i like stor grad klarte å veksle mellom den todimensjonale og tredimensjonale representasjonen i SH3D. De forholdt seg mye mer til den todimensjonale representasjonen. Lærerne minnet imidlertid elevene om å benytte 3D-vinduet. Dette står noe i kontrast til elevene i ovenstående intervju, og også andre observasjoner fra eldre elever som nesten utelukkende beveger seg rundt i den tredimensjonale representasjonen når de arbeider i modellen, og uten problemer å plassere de ulike tingene inn i plantegningen (å plassere møbler o.l. rett inn i 3D-vinduet er ikke mulig). En jente i syvendeklasse forklarer:

”3D-delen brukte til å se hvordan det så ut, for det ser man ikke i 2D. 3D var til nytte. Da så vi at skrivebordet var i veggen. Det var da vi så det i 3D at vi oppdaget at soverommene blir små, for først visste vi ikke hvordan 3D virket – så skjønte vi skjønte at rommene var veldig små.” (Elev virtuell modell, 7. trinn)

På samme måte forteller en lærer på et IKT-rom om hvordan elevene, når de presenterte leiligheten sin på storskjerm, viste frem leiligheten ved å bevege seg rundt i den tredimensjonale tegningen. Spesielt snakket lærerne på syvende trinn om at elever som hadde spilt SIMS og andre spill med tredimensjonale virtuelle verdener hadde en stor fordel når de brukte SH3D.

5.2 Undervisningen og lærerrollen

Undervisning

Det ser det ut til at man kan identifisere fire undervisnings- eller læringsstrategier i løpet av PBL-perioden:

1) Lærer gjennomgår sammen med elevene hva de skal gjøre.

Dette skjer i ulik grad fra rom til rom og fra trinn til trinn. I alle rommene var det en introduksjon av temaet og en gjennomgang av oppgaven. Dette skjedde til dels i dialog med elevene, bl.a. gjennom idemyldring. I noen rom ble det også gjort bruk av tankekart. Ut over dette ble elevene samlet til felles gjennomgang av vanskelig stoff. Dette skjedde i veldig ulikt omfang mellom rommene.

2) Elevene arbeider med oppgaven.

Her samarbeider elevene i forhold til å løse oppgaven. Det foregår en del samtaler og diskusjoner, noe prøving og feiling osv. Står de fast, rekker de opp hånden for å få forklart hvordan de skal gå frem.

3) Lærer går rundt og veileder samarbeidsgruppene.

Delvis er lærer veldig travelt opptatt med å veilede grupper som står fast. Det later til at denne veiledningen i første rekke består i å forklare.

4) Elevene presenterer sine løsninger og hvor langt de har kommet med jevne mellomrom.

Dette bærer preg av formidling i forhold til hva samarbeidsgruppen har gjort. Typisk er at læreren stiller noen spørsmål til arbeidet. Ellers er det lite diskusjon rundt det elevene presenterer.

Dette er til forveksling likt hva elevene gjør i en ”normal” skolesituasjon: lærer forklarer hva som skal gjøres, elevene løser oppgaver og ber om hjelp, lærer veileder enkeltelever eller gjennomgår på nytt. Noen ganger presenterer elevene hvor langt de har kommet for resten av klassen. Satt på spissen, ser det ut til at undervisningen ikke så mye var PBL, som den var tradisjonell undervisning situert i en virkelighetsnær kontekst.

Når oppsummeres som ”tradisjonell undervisning situert i en virkelighetsnær kontekst”, er det med bakgrunn i følgende:

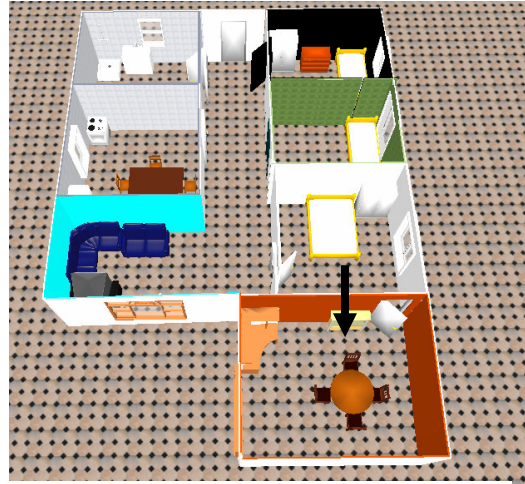
- Det ble ikke registret at elevene ble undervist i strategier for problemløsning.
- Fokuset til lærerne var først og fremst å få oppgaven gjort. Dermed tydde man mer til forklaringer og instruksjon av fremgangsmåter, enn å oppfordre elevene til utforskning og refleksjon.
- Som et resultat av dette ble mange av de matematiske problemstillingene som lå i oppgaven ”løst” i fellesskap, f.eks. i forhold til en oppgave der elevene skulle plassere en bokhylla som hadde fire hyller nøyaktig plass til hundrede store ringpermer. Elevene måtte da finne målene på bokhyllen.

Til dette sier en av lærerne:

”Jo og så måtte vi vel også ha en felles på dette her med den bokhylla med permene. Den måtte vi ha en felles *gjennomgang* på hvordan vi skulle løse dette problemet. Den måtte vi ta felles. Hvordan skulle vi finne ut hvor stor denne bokhylla skulle for å få plass til alle disse hundrede ringpermene” (Lærer virtuell modell, 5. trinn).

Ordet *gjennomgang* indikerer at det var læreren som ga løsningen på hvordan problemet skal løses.

Mens problemer som lå i oppgaveteksten gjerne ble forklart av lærer, ble det ikke observert at problemstillinger elevene støtte på i prosessen, eller ideer ble løftet opp på et felles problemløsningsnivå. Derimot var det eksempler på at problemer som tidlig i prosessen ble påpekt av lærer aldri ble løst. En samarbeidsgruppe på femte trinn hadde f.eks. inngangen til mors kontor gjennom soverommet (figur 5-4). Da samarbeidsgruppen presenterte produktet



Figur 5-4 Inngang til mors kontor går gjennom soverommet.

sitt på slutten av perioden, var problemet fortsatt ikke løst – selv om de tidlig var blitt gjort oppmerksomme på det. Her kunne planløsningsproblemet blitt lagt frem for hele klassen.

Lærerrolle

Bildet trengs imidlertid og nyanseres. Det var til dels store forskjeller mellom eksperimentgruppene på hvordan lærerne håndterte undervisningssituasjonen. Lærerne på de fysiske modellrommene var engasjerte og delaktige i forhold til gruppens arbeid. At gruppene skulle beregne arealene for hvert rom mens de arbeidet med skissen, var et krav fra lærerne. Lærerne var også aktive i forhold til å peke på designmessige problemer på skissene.

”Det var ganske anstrengende, for det var mye spørsmål. De maste jevnt om hjelp og lurte på både det ene og det andre og det femte. Jeg prøvde å skrive opp litt på flipover med når du skal ha maling er det sånn og en dør er så og så stor, for det var sånne spørsmål som gikk igjen hele tiden. For de skulle jo regne rundt dører og vinduer” (Lærer fysisk modell, 7. trinn).

Dette er et ganske typisk utsagn for læreren der elevene bygde fysiske modeller. Det var høy aktivitet, både hos lærere og elever. Læreren for en av IKT-gruppene på syvende trinn forteller om en ganske annerledes opplevelse:

”Ble nesten litt kjedelig. Det var lite jeg bidro med for de var så fokusert på oppgaven. Jeg måtte mest å hanke inn elever. Noen trengte hjelp. Nå var det

flere elever som hjalp hverandre. (...) Jeg hadde god tid, roligere dager enn ellers”.

Samme lærer kan også fortelle følgende:

”Det som skjedde i prosessen var at de var så fokusert på leilighetene sine og møbler og rom, at de ofte glemte at de skulle gjøre regneoperasjoner og måle og disse tingene, så da trengte man en påminning. Da måtte vi prøve å gjøre det litt felles men det var likevel ikke alle som fikk gjort det ordentlig, fordi de drev sitt eget lille private prosjekt” (Lærer virtuell modell, 7. trinn).

Utsagnene til denne læreren beskriver mindre delaktighet i elevenes arbeider. Først og fremst er hun opptatt av å hanke inn elever som ikke driver med det de skal. Ut over det minner hun elevene på at de skal drive noe matematikk også. Dette lykkes hun bare med til en viss grad, fordi det er vanskelig å få elevene til å løsrive seg sine små private prosjekt. Også læreren for IKT-rommet på sjette trinn forteller om en tilbaketrukket rolle. Hun forteller bl.a. at hun ikke kontrollerte elevenes arbeider annet enn hvis de spurte, f.eks. i forhold til arealkrav på leiligheten. Dette kan forklare hvorfor nettopp 6. trinns dataelevere gjør det så svakt på nettopp dette målet i den kvantitative analysen.

Når det gjaldt IKT-rommene på femte trinn, var imidlertid læreren mye mer delaktig i elevenes arbeider. Dette skyldtes kanskje først og fremst at de yngste elevene trengte mye mer hjelp, både i forhold til matematikken men også noe i forhold til det datatekniske. Lærerne her rapporterer om til dels svært hektiske dager.

	Virtuelle modeller	Fysiske modeller
Verktøyenes affordance	<ul style="list-style-type: none"> - Rigid i forhold til form. - Fleksibelt i forhold til prosess. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fleksibelt i forhold til form. - Rigid i forhold til prosess.
Prosess	<ul style="list-style-type: none"> - Felles gjennomgang av oppgave og idemyldring på alle rom. - En skisse. - Planlegging, bygging og evaluering i samme prosess. 	<ul style="list-style-type: none"> - Felles gjennomgang av oppgave og idemyldring på alle rom. - Mange skisser. - Planlegging, bygging og evaluering i separate prosesser.
Dialog	<ul style="list-style-type: none"> - Mest om design, lite matematikk. - Matematikk separert fra designprosessen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mye matematikk og design i planleggingsfasen. - Matematikk integrert i designprosessen.
Alder	<ul style="list-style-type: none"> - I overkant mye å forholde seg til på en gang for 5. klassingene. Problemer med å forstå den tredimensjonale representasjonen og at vegger har areal. 	<ul style="list-style-type: none"> - I overkant mye å forholde seg til på en gang for 5. klassingene. Problemer med å forstå at vegger har areal.
Undervisning	<ul style="list-style-type: none"> - "Tradisjonell undervisning i en virkelighetsnær kontekst." - Lite fokus på problemløsning. - Lite fokus på læringsstrategier i problemløsning. 	<ul style="list-style-type: none"> - "Tradisjonell undervisning i en virkelighetsnær kontekst." - Lite fokus på problemløsning. - Lite fokus på læringsstrategier i problemløsning.
Lærerrolle	<ul style="list-style-type: none"> - Mer tilbaketrukket, spesielt på de to eldste trinnene. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aktiv i forhold til designprosessen. - Krav om å integrere matematikk i designprosessen.

Tabell 5-1 En oppsummering av resultatene fra prosessanalysen.

6 DRØFTING

Denne studien tok utgangspunkt i tre spørsmål:

1. Hvordan vil læringsresultatet påvirkes av om elevene bruker virtuelle eller fysiske verktøy i et problembasert undervisningsopplegg i matematikk?
2. I hvor stor grad vil læringsresultatet være bestemt av ulike faktorer ved elevene som modenhet eller kjønn?
3. Hvordan kan eventuelle ulikheter i læringsresultatet forklares?

For å oppnå dette, ble det gjennomført en sammenliknende studie med omkring 200 elever fra 5.-7. klasse, der en gruppe elever var engasjert i produksjon av virtuelle modeller, mens den andre gruppen var engasjert i arbeide med fysiske modeller. Elevene samarbeidet i mindre grupper á to til tre i hver gruppe. Etter endt

undervisningsperiode fikk elevene en matematikktest, i tillegg til at de svarte på spørreskjemaer før og etter undervisningsperioden. Også kvaliteten på elevproduktene ble vurdert. Det ble også samlet inn kvalitative data som bidrar til å forklare eventuelle ulikheter i læringsresultatene.

Metodisk ble det anlagt både en analytisk og en systemisk tilnærming (Salomon, 2007). For det første ser man om det kan skilles ut noen effekt av et enkelt element i undervisnings- og læringssituasjonen, i denne sammenhengen bruk av verktøy. Denne effekten vil kunne manifestere seg i det enkelte individ, m.a.o. at kunnskap eksiterer utenom den situerte konteksten og har potensiale til å kunne hentes opp i nye situasjoner. Sfard (1998) minner om at det her er tale om metaforer og vinklingen som her skisseres ligger innenfor tilegelsesmetaforen. Hovedbudskapet til Sfard er imidlertid at man lett mister viktig informasjon ved bare å velge en vinkling. Deltagelsesmetaforen viser til at læring og kunnskap er situert i konteksten. Metodisk peker dette mot en systemisk tilnærming, der helheten i undervisnings- og læringssituasjonen er studieobjektet, og ikke de enkelte delene. Begge perspektivene, både tilegnelse og deltagelse, vil derfor ligge til grunn for den videre drøftingen.

De to første delene av problemstillingene blir behandlet i avsnitt 6.1. Her dreier det seg om både resultatet av matematikktesten og resultatet av undervisningsperioden i form av modelleilighetene elevene lagde. I avsnitt 6.2 rettes søkelyset på den tredje delen av problemstillingen, hvilke forhold som kan ha medvirket til de observerte resultatene av undervisningen. Dette dreier seg bl.a. om elevenes holdninger til skole, matematikk og til samarbeid, men også hvordan lærerne la opp undervisningen og betydning av lærerrollen. Til slutt rettes perspektivet litt utover problemstillingen i avsnitt 6.3, som peker på noen mulige implikasjoner i forhold til resultatene i denne studien.

6.1 Resultat i forhold til verktøy

Som det er drøftet tidligere, viser det seg ofte vanskelig å finne ut om bruken av et verktøy har hatt noen læringseffekt når dette skal måles i en situasjon der verktøyet ikke er tilgjengelig (Salomon et al., 1991), slik som ble forsøkt i matematikktesten i denne studien. Effekten vil ofte først vise seg etter lang tids bruk. Når det i utgangspunktet er mange faktorer som kan påvirke et gitt resultat, vil et langt tidsspenn kunne øke denne

usikkerheten og dermed gjøre det enda vanskeligere å skille effekten av verktøyet fra andre påvirkningsfaktorer i forhold til resultatet. Elevene som deltok i Jasperundersøkelsen hadde blitt undervist med tre til fire Jasper-episoder over et skoleår, som tidsmessig tilsvarte tre til fire uker vanlig matematikkundervisning (Vanderbilt). Denne studien gikk bare over en uke, men til gjengjeld arbeidet elevene til sammen over 20 skoletimer med leilighetene. Det er på dette grunnlaget resultatene fra denne undersøkelsen må tolkes. Den arbeidsintensive perioden med to typer modeller skulle slik sett tilsi ulik tilegnelse og et ulikt læringsutbytte. Det er derfor kanskje noe overraskende å observere at gruppene gjør det så likt i posttesten. Det er heller ikke er interaksjonseffekter, verken i forhold til kjønn eller klassetrinn, som skulle tilsi at de ulike måtene å arbeid på hadde en selektiv effekt. Spesielt overraskende blir det når man tar i betraktning at elevene som arbeidet med de fysiske modellene i vesentlig større utstrekning måtte benytte matematikk og var involvert i matematisk diskurs under designprosessen (tabell 5-1). Spesielt gjaldt dette i forhold til arealregning. Riktignok var oppgavene med arealregning de eneste som viste sterk nok indre konsistens ved alphatesting til å kunne utgjøre et konstrukt i analysen av posttesten i avsnitt 4.3. Likevel viste analysen ingen signifikante forskjeller mellom eksperimentgruppene. Med det lille utvalget i undersøkelsen er det imidlertid veldig begrenset hvor dypt man kan gå i datamaterialet for å lete etter interaksjonseffekter, da gruppene etter hvert vil bli svært små, noe som gir store feilmarginer og øker risikoen for at observasjonene er utvalgsspesifikke.

En mulig årsak til at valg av verktøy ikke gir noe utslag på posttesten, kan altså være at en intensiv påvirkningsperiode ikke oppveier en mindre intensiv påvirkning over et lengre tidsspenn. Dette vil i så fall kunne være i tråd med kognitiv teori som viser til viktigheten av repetisjon over tid for at kunnskapen skal forbli lagret i langtidsminnet slik at den kan hentes frem på et senere tidspunkt (Kirschner et al., 2006). Et annet spørsmål som kan reises er hvorvidt målemetoden som er valgt egentlig er valid. Spørsmålet dreier seg om hvorvidt en vanlig papirtest i det hele tatt kan fange opp effekten av verktøyene i en PBL-situasjon. Problemer knyttet til hva slags arbeidsform elevene var vant med i forhold til prøveform ble tatt opp i PISA 2003, da man ønsket å teste elevene i problemløsning, bl.a. med bakgrunn i kritikk i forhold til at prøvene i PISA ikke fanget opp ferdigheter som man mente elevaktive undervisningsmetoder

fremmet (Kjærnsli et al., 2004). I diskusjonen om metode ble Turmo og Lies (2006) undersøkelse referert, og den viste betydelige forskjeller i prøveresultat, avhengig om elever ble testet med en vanlig papirprøve eller om de hadde testen på PC med multimediassekvenser.

Undersøkelser omkring problembasert læring og bruk av teknologi i matematikkundervisningen spriker imidlertid i mange retninger. I motsetning til Vanderbiltstudien referert til over, konkluderte TIMSS-undersøkelsen for 1995 med at IKT og elevaktive arbeidsmetoder så ut til å gi et dårligere matematikkresultat hos elevene sammenlignet med tradisjonell undervisning (Lie et al., 1997)), mens en metastudie av 46 undersøkelser i forhold til bruk av hypermedia konkluderte med at effekten er svært kontekstavhengig (Liao, 1999). Resultatet av denne studien bekrefter kanskje i så måte dette spriket i forskningen.

Imidlertid viste undersøkelsen at de virtuelle leilighetene ofte ble bedre enn de fysiske modellene. Ser man på samarbeidsgruppene med verktøy som et læringssystem (Salomon et al., 1991), eller i Perkins (1993) terminolog personen-pluss, ser elev-pluss- IKT å operere på et høyere kognitivt nivå enn elev-pluss-fysiskmodellverktøy, målt ut i fra kvaliteten på produktet systemet produserer. Spørsmålet man må stille er imidlertid om dette er et godt mål for vellykket undervisning, eller kanskje enda mer presist: om det først og fremst er deltagelse i det situerte praksisfellesskapet (Lave & Wenger, 1991), eller om det er hva den enkelte tilegner seg som en ”merverdi” og som kan overføres til nye kontekster, som bør være målet for undervisningen (Salomon, 1993; Perkins, 1993). Svaret på et slikt spørsmål er ikke nødvendigvis gitt. Det er studier som viser at elever er bedre skribenter med tekstbehandler enn med papir og blyant (Salomon, 2007). Tatt i betraktning at det meste som skrives i dag utenom skolesituasjonen antageligvis skjer med hjelp av datamaskin, kan det gi argumenter for å se dette kognitive fellesskapet som et bedre mål for undervisningen, enn at elevene skal sitte med papir og blyant. Når det gjelder denne studien, er målet først og fremst læring i matematikk. Konstruksjon av modelleiligheter er i denne sammenhengen ment som et middel for å øke elevenes generelle matematiske kompetanse, spesielt forhold til geometri. Hensikten var ikke å utdanne ti til tolvåringer til å bli arkitekter. Det er med dette utgangspunktet resultatene i studien bør tolkes. Her dreier det seg altså om

tilegnelsesmetaforen. Samtidig er imidlertid det situerte praksisfellesskapet en viktig forutsetning for hele undervisningssituasjonen. Man kommer altså ikke unna å se på deltagelsesaspektet når man skal forsøke å analysere hvilke av elevene, de som lagde virtuelle eller de som lagde fysiske modeller, som potensielt hadde det største læringsutbytte. Dette borger for en mer systemisk tilnærming. I det neste avsnittet blir det derfor forsøkt å se hvordan ulike elementer i undervisningssituasjonen sammen påvirker elevenes læring i matematikk.

6.2 Andre påvirkningsforhold

Ulikheter i arbeidsmåte i forhold til verktøyenes egenart

Prosessanalysen tok utgangspunkt i teori om affordance (Gibson, 1986, Norman 2002) for å belyse hva verktøyene tilbyr av muligheter og hvordan elevene faktisk utnyttet verktøyet. Analysen i forrige kapittel pekte på særlig to forhold når det gjaldt verktøyenes affordance. Det ene var de fysiske verktøyenes større fleksibilitet i forhold til å bestemme den romlige strukturene i prosjektene, det andre var IKT-verktøyets fleksibilitet når det gjaldt prosess. Spesielt en av gruppene som lagde fysiske modeller skilte seg ut i forhold til å utnytte materialenes fleksibilitet, nemlig gruppen som lagde gitarmodellen (figur 5-1). Riktignok følger ikke modellen kravene i oppgaveteksten, noe som også forklarer hvorfor ikke flere grupper lagde lignende modeller, men den eksemplifiserer noen av mulighetene som lå i de fysiske verktøyskomponentene, som ikke elevene som arbeidet med dataverktøyet hadde. Spesielt at elevene oppdaget at de bare kunne rette ut den buede veggen for å beregne arealet, er interessant i denne sammenhengen, fordi oppdagelsen ikke bare dreier seg om å lage en form – det finnes sikkert programmer som lager vegger som er buet – den er også knyttet opp mot den taktile sansen. Det er ikke sikkert en datasimulering ville ført til samme oppdagelse for elevene, som det å legge veggen flatt ned på bordet foran seg.

Når man ser på hvordan verktøyene påvirket selve arbeidsprosessen kom det frem i prosessanalysen at de fysiske verktøykomponentene krevde større planlegging enn det de virtuelle konstruksjonene gjorde. Når først veggene var satt opp, var det vanskelig å gjøre om pappmodellen, mens IKT-modellene relativt enkelt kunne forandres, også etter at vegger og møbler var på plass. Dermed skulle det med IKT-verktøyet ligge bedre til rette for en prosess som ligner mer ekspertens problemløsning enn novisens, som

demonstrert i figurene 2-2 og 2-3 (Schoenfeld, 1992). IKT-elevene utnyttet også denne fleksibiliteten. De satte opp vegger, delte inn rommene og møblerte, for så å oppdage at et rom ble for trangt. Dermed måtte de foreta endringer på selve leiligheten osv. Ikke minst brukte de 3D-vinduet for å få et inntrykk av hvordan leiligheten og møbleringen ble. Prosessen kan dermed beskrives sirkulært: problemforståelse – planlegging – gjennomføring – evaluering – problemforståelse osv. For elevene som lagde de fysiske modellene, var denne prosessen mer lineær. Selv om de skulle oppdage mangler ved utformingen av leiligheten etter at vegger var satt opp, var sannsynligheten større for at de unnlot å foreta endringer, fordi kostnadene i form av tid og arbeidsinnsats ble for høye.

Elevenes selvtillit i forhold til matematikk og deltagelse i problemløsning

Lampert (2001) legger vekt på å skape et trygt miljø for elevene slik at de tør å bli aktive deltagere i den matematiske aktiviteten som skjer i klasserommet. Ikke minst er det viktig at elevene er trygge nok til å teste ut og forsvare sine standpunkter, uten å være redde for å ta feil. Den videre drøftingen vil derfor starte med å se hva dataene kan fortelle om elevenes oppfatning av skolen, og sammenligne dette med resultatene med TIMSS, PISA og PISA+.

Gjennom PISA og TIMSS har norsk skole fått en diagnose som i tabloid form sier at det er for mye uro og for lite læringstrykk. Ikke alle er enige i diagnosen eller tolkningen av resultatene. Sjøberg (2008) viser til forskjeller mellom landene hva gjelder testmotivasjon, forskjell i velstand som gir ulik motivasjon for skolearbeid generelt og i tillegg å sette spørsmålstegn ved oppgavene gitt i PISA-testen. I TIMSS 2003 pekes det på at det kan være en sammenheng mellom elevenes oppfatning av egne evner og læringstrykk:

Resultatene fra TIMSS viser at norske elever er blant dem som har høyest selvoppfatning i matematikk og naturfag, noe som står i kontrast til det faktiske faglige nivået. Evalueringen av Reform 97 pekte på at mye av den evalueringen som ble gjort i norsk skole, særlig på lavere trinn, er ensidig positiv, mer eller mindre uavhengig av kvaliteten på arbeidet. Dette kan igjen ses i sammenheng med de lave faglige kravene som avdekkes i PISA-dataene. Det er tvilsomt hvorvidt det å skape en urealistisk høy selvoppfatning hos elever er et gunstig utgangspunkt for videre læring (Grønmo et al. 2004:214).

Argumentasjonen er at det urealistiske selvbildet skapes av at de norske elevene ikke møter like avansert matematikk i undervisningen som elever i f. eks. de østasiatiske landene som skårer høyt på TIMMS-undersøkelsen. I og med at elevene har mindre avansert matematikk, ligger de også på et faglig lavere nivå. Elevene i denne undersøkelsen ser ut til å ligne de norske elevene i TIMSS 2003 hva gjelder oppfattelse av egne evner i matematikk, men ser ut til å skille seg ut fra det norske gjennomsnittet i forhold til faglige prestasjoner. Slik det gikk frem i kapittel 4, ser det ut til at det gjennomsnittlige nivået til elevene i undersøkelsen i matematikk ligger godt over landsgjennomsnittet og kanskje i nærheten av landene som kom best ut i TIMSS-undersøkelsen. Selv om konstruktene i TIMSS 2003 ikke er helt identiske med konstruktene i denne studien, virker det likevel som om elevene her har like høy selvtillitt i matematikk som elevene i TIMSS-studien. Resultatene i denne undersøkelsen kan tyde på at sammenhengen mellom faktiske prestasjoner og vanskelighetsgrad på oppgaver er mer nyansert enn det bildet som gis i TIMSS-rapporten i forhold til selvoppfatning og holdning til matematikk hos de norske elevene. Det advares imidlertid i TIMSS-rapporten mot å trekke forhastede slutninger om forholdet mellom selvtillit i matematikk og skåre landene i mellom, bl.a. fordi det kan være store kulturelle forskjeller hva angår uttrykksmåter og i forhold til hvordan man gjerne fremstiller seg selv.

Ser man på elevene i denne studien, kan det være interessant å trekke frem femteklassingene. Slik det gikk frem av kap. 5, hadde disse til dels store problemer. Spesielt ble dette merkbart i forhold til regning av veggarealer. Man skulle dermed forvente at femteklassingenes selvoppfatning i forhold til matematikkferdigheter hadde fått seg en ordentlig trøkk. Fra tabell 4-16 så man imidlertid at dette ikke var tilfellet. Endringen mellom de to målingene er riktignok svært små, men går i motsatt retning enn det man kunne forventet. Elevene svarer at de har et litt høyere selvbilde i matematikk etter undervisningsperioden, og det gjelder for alle tre trinnene. I den grad denne forskjellen skulle peke mot en reell endring hos elevene, samsvarer den mer med funnene fra Jasper (Vanderbilt, 1997), som viser at problemløsning med Jasper har en positiv effekt på selvbildet i matematikk. Den rimeligste tolkningene av dataene her er

imidlertid at matematikkuken ikke har hatt særlig effekt på elevenes selvbylde i forhold til matematikk.

Opplevelsene til elevene på femte trinn kan imidlertid tolkes i lys av cognitive load teori (Kirschner et al., 2006). Med en del strev hadde de klart å beregne areal av sammensatte gulvflater. Problemet oppsto da det ble snakk om veggareal og subtraksjon av dør- og vindusarealer. Problemet virket like stort, uavhengig av om de arbeidet med virtuelle eller fysiske modeller. Samtidig er det interessant å merke seg kontrasten i forhold til sjetteklassingene som eksperimenterte med de buede veggene i gitaren. Det er en mulighet å forklare dette ut i fra Piagets teori om kognitiv utvikling, der overgangen mellom konkret og formell operasjonell tenkning gjerne settes rundt 11-årsalderen (Vejleskov, 1976). Utviklingen i forhold til å oppfatte perspektiv skjer gjerne i den konkret-operasjonelle frem mot 11-12-årsalderen. Typisk i denne perioden er også at barnet ofte kun klarer å forholde seg til én egenskap ved et objekt av gangen, mens elevene her måtte forholde seg til flere konsepter samtidig: areal, tredimensjonalt rom, subtraksjon. En annen mulighet vil være å se det i lys av situert læringsteori, nemlig forholdet mellom skolematematikk og anvendt matematikk (Lave & Wenger, 1991). For elevene vil regning av areal stort sett dreie seg om liggende flater, slik de presenteres i skolebøkene. Disse er dessuten ofte bare abstrakte geometriske figurer. For de yngste elevene kan det dermed være vanskelig å forestille seg at en oppreist vegg har et areal, og at dette må beregnes for finne ut hvor mye maling som må kjøpes inn, altså at matematikken ble satt inn i en virkelig kontekst.

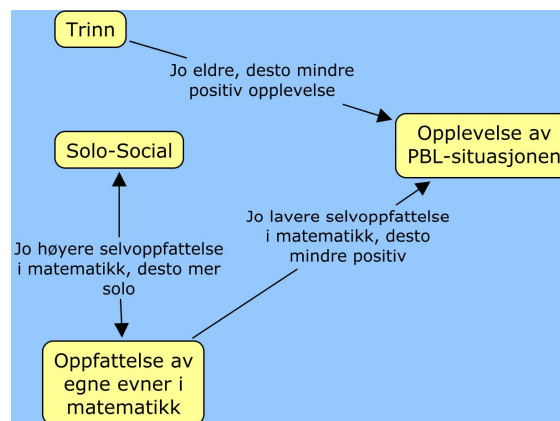
Læringsklima i forhold til PBL

Positiv holdning til skolen og god selvoppfatning i matematikk er et godt utgangspunkt i forhold til å drive med problembasert læring. Resultatene fra PISA+ tydet på at det var et godt psykososialt klima i norske klasserom, der elevene turte å stille spørsmål, noe som også bekreftes i denne studien. Spørsmålet er imidlertid om de er så trygge at de også vil tørre å fremsette egne antagelser og teorier i et problemløsende læringsmiljø. Selv om dette ikke ble undersøkt direkte, er det resultater i denne studien som kan bidra til å belyse forholdet.

Av korrelasjonsanalysen i tabell 4-15 går det frem at de med høyest selvtillitt i faget matematikk, foretrekker tavleundervisning. De som liker matematikk og mener at de behersker faget godt, ser også ut til å ønske å arbeide selvstendig. Elever med lav selvtillitt søker imidlertid støtte i samarbeid med andre.

Figur 6-1 viser hvordan man kan tenke seg sammenhengen i forhold til opplevelse av egen mestring, preferanse i forhold til samarbeid (Solo-Social), og opplevelse av matematikkuen. Generelt er det elevene som har lav selvoppfatning i matematikk som også er mest negative til matteuken. At elever med lav selvtillitt i matematikk er mindre positive til å arbeide med faget over en uke, i og for seg ingen overraskelse.

Noe av forklaringen kan imidlertid være at de svakeste elevene ikke føler at læringsmiljøet er trygt nok. I noen tilfeller var samarbeidsgruppene for eksempel satt sammen av elever som var faglig veldig ulike. Lærerne evaluerte i ettertid at grupper med elever på faglig samme nivå fungerte



Figur 6-1 Opplevelse av PBL-situasjonen

gjennomgående bedre enn grupper med stort faglig sprik. Selv om elevene tør å stille

spørsmål i en vanlig undervisningssituasjon og relasjonene mellom lærer og elev er gode, slik også PISA+-studien konkluderer med, trenger ikke dette å være det samme som at det hersker et klima og en kultur der alle elever opplever trygghet nok til å fremme selvstendige tanker og teorier. Her kan det være underliggende forhold som er vanskelige å observere, ikke minst fordi elever i en utrygg situasjon ofte vil ha mange strategier for å skjule sin ufullkommenhet. Dette er kanskje også noe av årsaken til den norske enhetsskolens manglende suksess i forhold til å utjevne forskjeller mellom elevene (Kjærnsli et al, 2004; Kjærnsli et al., 2007). Kanskje dette også kan være med å forklare resultatene fra Lie et als. (1997) analyse, som viser at et trygt skolemiljø øker sannsynligheten for gode prestasjoner i matematikk, samtidig som at prosjekt- og gruppearbeid, bruk av PC og samarbeidslæring ser ut til å ha negativ innvirkning, sammenlignet med tradisjonell undervisning.

Undervisningskultur

Haug (2004) pekte på skolens innebygde konservatisme og hvor vanskelig det er for nye arbeidsformer å få grunnfeste, til tross for velvilje hos lærere og mange forsøk på å ta i bruk nye arbeidsmetoder. Faren er imidlertid at man bare iklær gamle metoder nye skall. Det var til dels dette som ble observert i klasserommene. I forrige kapittel ble det vist til fire undervisningsstrategier som ble observert: lærer gjennomgår sammen med elevene hva de skal gjøre, elevene arbeider med oppgaven, lærer går rundt og veileder samarbeidsgruppene, elevene presenterer sine løsninger og hvor langt de har kommet med jevne mellomrom. Dette ligner en del på Klette & Lie (2006) sin studie, som blant annet pekte på at det var et underbruk av lærings situasjoner og at det i liten grad ble undervist i lærings- og problemløsningsstrategier. Kirschner et al. (2006) hevder at mange lærere opplever kravet om å ta i bruk nye arbeidsmetoder som umulige å gjennomføre. *”As a consequence, the most effective teachers may either ignore the recommendations or, at best, pay lip service to them”* (Kirschner et al. 2006:76).

Slik det ble beskrevet i kapittel 5, var det imidlertid stor forskjell på hva slags rolle lærerne inntok. Spesielt lærerne på de to eldste trinnene med IKT, inntok en mer tilbaketrukket rolle, mens lærerne der det ble bygget fysiske modeller var mer engasjerte i designet av leilighetene, stilte større matematiske krav under arbeidet med leilighetene og la mer vekt på felles gjennomgang og struktur i arbeidsprosessen. Man kan tenke seg flere forklaringer på at lærerne på IKT-rommene trakk seg mer tilbake. Noen uttrykte en holdning om ikke å ”forstyrre” elevenes problemløsningsprosesser, men heller hjelpe når de ba om det. Dermed ville elevene få hjelpen når de selv følte behov for den, ”just in time” (Hmelo-Silver & Barrows, 2006). Det er også mulig at lærerne tenkte at det er dataverktøyet som skal sørge for opplæringen. Mye pedagogisk dataprogramvare er designet slik at det gir direkte tilbakemeldinger til eleven om svaret er feil eller riktig. Dataverktøy som *mindtool* (Jonassen, Carr, & Yueh, 1998) gir som regel ikke en slik tilbakemelding, men kan være en støtte i læringen hvis man er mentalt engasjert i et samspill med programmet. Det vil imidlertid først og fremst være lærerens oppgave å hjelpe eleven til å engasjere seg rundt de ”rette” problemstillingene og trekke riktige konklusjoner (Salomon, 1993). Dataprogrammet har således ikke affordansen ”å undervise”, men affordansen ”å undersøke”, for å bruke terminologi fra Gibson (1986). En konklusjon i forskningen omkring LOGO og matematikkundervisningen var nettopp

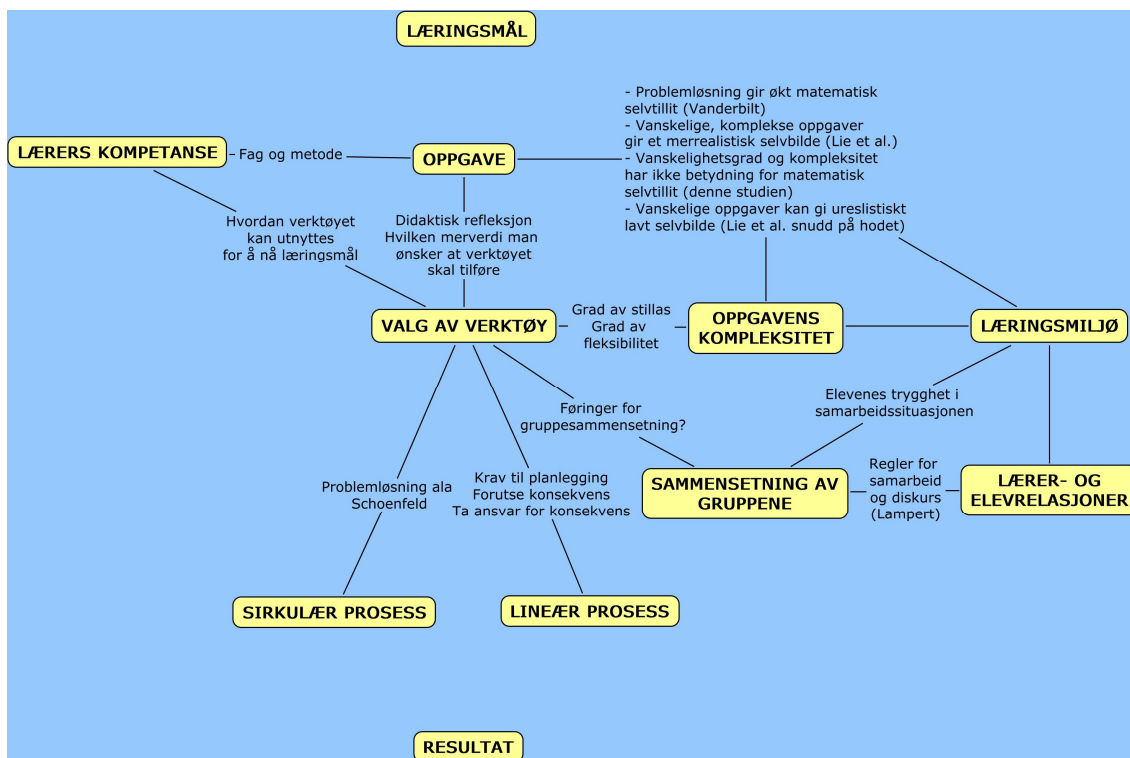
at det var lærerens evne til å skape mening og refleksjon rundt det de gjorde i dataprogrammet som var utslagsgivende i forhold til elevenes læring, og ikke programmeringen i seg selv (Pea, 1987). Mangelen på inngripen fra lærer, førte imidlertid også til at elevene som lagde virtuelle modeller i langt mindre grad var opptatt med matematisk diskurs og mistet dermed en viktig mulighet for læring.

Samtidig ble det ikke registrert, verken for lærerne der de lagde fysiske eller virtuelle modeller, at det eksplisitt ble undervist i forhold til problemløsning. Snarere kunne det se ut til at selve problemløsningen kom i bakgrunnen. Det viktigste var at elevene kom videre i oppgaven, og at man prøvde å unngå at de ble "hengende fast" i matematiske problemstillinger. Dermed var man også mer tilbøyelig til å servere løsninger, fremfor å hjelpe elevene til å finne dem selv. På den måten oppstod det også et underbruk av læringssituasjoner. Den komplekse romløsningen som ble vist i figur 5-2 kan tjene som eksempel på læringsmuligheter som ikke ble utnyttet. Dette samsvarer godt med Klette og Lie (2006), som også observerte mange uutnyttede læringsmuligheter. Det kan virke som om det er et misforhold mellom læreplanens formål med matematikkfaget, og lærerens forståelse av matematikkfaget. Det kan reflektere et syn hos lærerne at matematikkundervisningen først og fremst bør konsentrere seg om at elevene skal lære et sett med matematiske verktøy og algoritmer, og at evne til problemløsning vil komme av seg selv senere. Schoenfeld (1992) hevder imidlertid at *"being trained in the use of these tools no more means that one thinks mathematically than knowing how to use shop tools makes one a craftsman"* (s. 3). Dette misforholdet mellom læreplanens intensjon og lærerens forståelse kan i verste fall føre til en uhensiktsmessig praksis, som f.eks. tilbaketrekking, eller at det kun undervises i algoritmer og fremgangsmåter og ikke i problemløsning. Tilsvarende vil også et misforhold mellom hva dataverktøyene faktisk tilbyr og lærerens forventninger til verktøyet, kunne føre til at læreren velger å holde seg i bakgrunnen. Å kjenne dataverktøyenes affordance er dermed ikke bare et spørsmål om hvilke tekniske finesser som finnes i programmet, men også hvordan verktøyet metodisk skal utnyttes i opplæringen.

I læreplanen er problemløsning og utforskning hovedtema når det redegjøres for *formålet* med faget og i forbindelse med de grunnleggende ferdighetene. Problemløsning kommer imidlertid i liten grad til syne i kompetansemålene. Det kan

dermed tenkes at lærerne, i sin tolkning av læreplanen, først og fremst ser på kompetansemålene og glemmer at det metodiske også inngår som en del av fagets kjerne. Dette forsterkes ytterligere når det samtidig blir hevdet metodefrihet (St. meld. 30, 2004). I og med at også reformpedagogikken har fått stadig mer av skylden for problemene i norsk skole (Lie et al., 1997), skaper dette et ytterligere press til fordel for formidlingspedagogikk og ferdighetstrening.

Figur 6-2 er et forsøk på å gi et bilde av hvordan ulike faktorer er med på å forklare læringsresultatet når elevene arbeider med matematikk gjennom problembasert læring. I utgangspunktet for undervisningen står læringsmålene, som gjennom oppgaver eller problemer elevene skal løse, gir noen resultater. Disse resultatene kan manifestere seg på ulike måter. Det kan være kunnskaper og ferdigheter som elevene har tilegnet seg og som kan overføres til andre sammenhenger, eller det kan være kunnskaper og ferdigheter knyttet til samhandling med andre elever, med verktøyet eller begge deler. Hvordan læringsprosessen foregår, vil i stor grad avhenge av verktøyenes egenart. Valg av verktøy vil selvfølgelig gi føringer for hvordan oppgaven blir løst, men dette kan også snus, i det nye verktøy gir nye muligheter hva slags oppgaver elevene kan løse. Oppgavens kompleksitet vil derfor være et forhold mellom de muligheter som verktøyet gir, hvilke stillaser det gir elevene og vurderinger i forhold til hvor krevende oppgaver man ønsker at elevene skal arbeide med.



Figur 6-2 Faktorer som bidrar med å forklare læringsresultatet

Trygghet i PBL-situasjonen er en forutsetning for at elevene skal tørre å fremsette og prøve ut egne teorier. Oppgavens kompleksitet vil, ved siden av gruppesammensetning og relasjoner til medelever og lærere, være som av betydning i den sammenhengen. Spesielt elever som strever faglig ser ut til å være spesielt avhengig av trygghet. Samtidig som læreren har en viktig rolle i forhold til å skape et godt psykososialt læringsmiljø, kreves det også kompetanse, ikke bare i forhold til fag og fagdidaktikk, men også hvordan verktøyet best metodisk kan utnyttes i lærings situasjonen.

6.3 Avsluttende refleksjoner

Denne avhandlingen startet med å peke på svake norske resultater i matematikk i store internasjonale undersøkelser. Samtidig som en del studier peker på at elevaktive arbeidsmåter og bruk av informasjonsteknologi ser ut til å være noe av forklaringen på dette, vektlegger læreplanen (KD, 2006) problemløsning, utforskning osv. som sentralt for matematikkfaget, og bruk av digitale verktøy vektlegges i den forbindelse. Skolen kritiseres for, i for liten grad å utnytte IKT i undervisningen. Særlig gjelder dette for barneskolen og i forhold til realfagene (Ottestad, 2006). Det blir imidlertid gitt få føringer i forhold til hvilke digitale verktøy som skal benyttes, hvor mye tid som skal

benyttes i opplæring av verktøyene og hvorvidt denne tiden skal gå på bekostning av annen matematikkundervisning. Når Sweet Home 3D ble valgt som verktøy i denne studien, var det ikke bare fordi programmet så ut til å kunne egne seg i geometriundervisningen. Programmet var også enkelt bygget opp og dermed relativt lett for elevene å lære seg, slik at ikke verdifull tid gikk bort til opplæring i programmets funksjoner.

Ofte blir det imidlertid fremhevet som en fordel med PBL, at elevene lærer mye utenom kjernestoffet. Gjennom utforskningen vil de måtte forholde seg til informasjon som ikke direkte berører problemet de skal løse. Ikke minst vil dette kunne gjøre seg gjeldene i forhold til bruk av IKT. Det er en fare for at delmål knyttet til digital kompetanse blir et skalkeskjul for manglende måloppnåelse i kjernestoffet. Et slikt relativistiske syn på kunnskap kritiseres av Young (2008), som mener at læreplanene må bli mye tydeligere i hva elevene skal lære. Det er ikke likegyldig hvilken kunnskap elevene bruker tiden på å tilegne seg, i følge Young. I drøftingen over ble det i vist til motsetningsforholdet mellom læreplanenes formål med matematikkfaget og bruk av digitale verktøy på den ene siden, og metodefriheten som ble fremhevet i St. meld. 30 (2004). I tillegg kommer kunnskapsmålene som i liten grad er satt i sammenheng med fagets formål. Det er dermed tvilsomt om den nye læreplanen oppfyller intensjonen om klarere mål for undervisningen. Dette innebærer at det må rettes et enda sterkere fokus på lærernes arbeidsmåter i matematikk, fordi metoden i så stor grad er en integrert del av selve faget.

Når Haug (2004) beskriver skolen som en konservativ institusjon, understreker dette undervisningens kulturelle karakter. Det kulturelle aspektet (Lampert, 2001; Schoenfeld, 1992; Stevenson & Stigler, 1992, Stigler & Hiebert, 1999, Sitgler et a.l., 1996) har derfor også vært et viktig bakteppe for denne avhandlingen.. Gjennom Reform 97 ble det forsøkt å endre en undervisningspraksis, uten videre hell. Hvis man skal klare å gjennomføre radikale endringer i undervisningspraksisen, er man nødt til å ta det kulturelle aspekter på alvor. I forhold til problembasert læring nytter det ikke bare å kle gammel praksis i nye klær. Å lære problemløsning betyr også adferdsendring (Schoenfeld, 1992), kompetanse om diskurs (Sfard, 2001), hvordan man setter opp

regler for elevenes diskurs og hvordan det fysiske arbeidsmiljøet legges til rette (Lampert, 2001).

Den samme erkjennelsen må ligge til grunn når ny teknologi introduseres i undervisningen som fundamentalt skiller seg fra den gamle. IKT har ikke vist seg å ha særlig positiv effekt i forhold til undervisningen hvis verktøyet bare kommer som et tillegg til gammel praksis (Salomon, 2007). Når IKT imidlertid danner hjørnesteinen i undervisningen, sammen med læringsmålene, læreren og den øvrige kontekst, endres ikke bare hvordan opplæringen foregår, men også hva som læres. Dermed vil det måtte få konsekvenser for skolens læringsmål (Ibid.). Innledningsvis i denne avhandlingen ble det pekt på at ITU legger til grunn at man kjenner metodene for integrering av IKT i undervisningen, og at det er lærernes manglende kompetanse som er problemet i forhold til å utnytte teknologien. Også denne studien tyder på at det er mangelfull kompetanse hos undervisningspersonalet i forhold til å utnytte teknologiens muligheter. At man kjenner metodene for å utnytte verktøyet slik læreplanen legger til grunn, er imidlertid en mer problematisk påstand. Denne studien viser at verktøyenes egenart fundamentalt griper inn i elevenes arbeidsprosess, og dermed stilles det også nye metodiske krav til undervisningen.

Flere tar til ordet for en undervisning, der det gjennom året veksles mellom tradisjonelle og elevaktive arbeidsmetoder (Salomon, 2007; Bottge et al., 2003). Ser man på resultatene i forhold til Jasper-prosjektet, er det nettopp en slik undervisning som blir beskrevet: *"Post test data indicate Jasper students performed as well as or better on standardized tests, even though the Jasper classes had spent three or four weeks less on the regular math curriculum"* (Vanderbilt). Jasper-elevene har m.a.o. fått tradisjonell undervisning det meste av skoleåret. Slik det ble sitert innsledningsvis, viser også K06 (2006) til en slik arbeidsmåte når det heter at *"opplæringa [skal veksle] mellom utforskande, leikande, kreative og problemløysande aktivitetar og ferdighetstrening"* (s. 57). Uansett må det sørges for at undervisningspersonalet i skolen kjenner til og mestrer de metodene læreplanen legger opp til, og at utfordringene og mulighetene som ligger i den nye teknologien tas på alvor. Ellers kan man igjen, med Bergesens ord ende i *"reformpedagogikkens overfladiskhet kombinert med formidlingspedagogikkens kjedsommelighet."*

”

7 REFERANSER

Aarø, L. E. (2007). Fra spørreskjema til multivariat analyse av data: En innføring i survey-metoden. Bergen: Hemil-senteret, Universitet i Bergen.
Austrup, G. (2008, 15. januar). „Wir sind einfach zu reich“. <i>Der Tagesspiegel</i> . Hentet 3. nov. 2008 fra http://www.tagesspiegel.de/magazin/wissen/schule/Pisa-Studie:art295,2456049 .
Barron, B. (2000) Problem solving in video-based Microworlds: collaborative and individual outcomes of high-achieving sixth-grade students. <i>Journal of Educational Psychology</i> , 92(2), 391-398.
Beck, C. (2008, 21. april). Er skolens storhetstid over? <i>Dagbladet Nettutgaven</i> . Hentet 3. nov. 2008 fra http://www.dagbladet.no/kultur/2008/04/21/533191.html .
Bottge, B. A., Heinrichs, M., Chan, S., Metha, Z. D. & Watson, E. (2003). Effects of video-based and applied problems on the procedural math skills of average- and low-achieving adolescents. <i>Journal of Special Education Technology</i> , 18(2), 5-22.
Brown, D. J., Collins, A., & Duguid, P. (1998). Situated cognition and the culture of learning. <i>Educational Researcher</i> , 18(1), 32-42.
Carson, J. (2007). A problem with problem solving: teaching thinking without teaching knowledge. <i>The Mathematics Educator</i> , 17(2), 7-14.
Charlin, B., Mann, K. & Hansen, P. (1998). The many faces of problem-based learning: a framework for understanding and comparison. <i>Medical teacher</i> , 20(4), 323-330.
Davidson, N. (1985). Small-group learning and teaching in mathematics: A selective review of the research. I: R. Slavin, et al. (Ed.). <i>Learning to Cooperate, Cooperating to Learn</i> (s. 211-230). New York: Plenum Press.
Fuchs, T & Woessmann, L. (2004). <i>What accounts for international differences in student performance? A re-examination using PISA data</i> . CESIFO Working Paper NO. 1235.
Fuglseth, K. & Skogen, K. (2006). <i>Masteroppgaven i pedagogikk og spesialpedagogikk: design og metode</i> . Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
Gibson, J. J. (1986). <i>The ecological approach to visual perception</i> . New York: Psychology Press.
Grønmo, L. S., Bergem, O. K., Kjærnsli, M., Lie, S. & Turmo, A. (2004). Hva i all verden har skjedd i realfagene? Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2003. <i>Acta Didactica 5/2004</i> . Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
Guribye, F. (2005). <i>Infrastructures for learning</i> , Doktorgradsavhandling, Universitetet i Bergen.
Haug, P. (2004). <i>Evaluering av Reform 97</i> . Oslo: Norges Forskningsråd.
HiST (Høgskolen i Sør-Trøndelag) <i>Problem Basert Læring: PBL – kort innføring</i> . Hentet 14. nov. 2008. www.hist.no/attachment.ap?id=3707 .
Hmelo-Silver, C. E. & Barrows, H. S. (2006). Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. <i>The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning</i> , 1(1), 21-39.
Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. & Clark, A. C. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller and Clark (2006). <i>Educational Psychologist</i> , 42(2), 99-107.
Jacobsen, D. I. (2005). <i>Hvordan gjennomføre undersøkelser: innføring i samfunnsvitenskapelig metode</i> . Kristiansand: Høyskoleforlaget.
Jonassen, D. H., Carr, C. & Yueh, H. (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. <i>TechTrends</i> 43(2), 24-32.
KD (2006). <i>Kunnskapsløftet. Læreplan for grunnskolen og videregående opplæring</i> . Oslo: Kunnskapsdepartementet.
Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. <i>Educational Psychologist</i> , 4(2), 75-86.
Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R. V., Roe, A & Turmo, A. (2004). <i>Rett spor eller ville veier? Norske elevers prestasjoner i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2003</i> . Oslo: Universitetsforlaget.
Kjærnsli, M., Lie S., Olsen R. V., & Roe A. (2007). <i>Tid for tunge løft. Norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006</i> . Oslo: Universitetsforlaget.
Klette, K. & Lie, S. (2006) <i>Sentrale funn. Foreløpige resultater fra PISA+ prosjektet</i> . Universitetet i Oslo, Det Utdanningsvitenskapelige Fakultet. Hentet 10. nov. 2008 fra http://www.pfi.uio.no/forskning/forskningsprosjekter/pisa+/publikasjoner/Sentrale%20funn.pdf .

Koschmann, T. (1996). Paradigmshifts and instructional technology: An introduction. I: T. Koschmann (Ed.) <i>CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm</i> (s. 1-23). Mahwah, NJ: L. Erlbaum Associates.
Krumsvik, R. J. (2007). Situert læring i nettverkssamfunnet. I: R. J. Krumsvik (red.) <i>Skulen og den digitale læringsrevolusjonen</i> (s. 194-253). Oslo: Universitetsforlaget.
KUF (1996). <i>Læreplanverket for den tiårige grunnskole</i> . Oslo, Kirke- utdannings- og forskningsdepartementet.
Lampert, M. (2001). <i>Teaching problems and the problems of teaching</i> . New Haven og London: Yale University Press.
Lave, J. & Wenger, E. (1991). <i>Situated learning. Legitimate peripheral participation</i> . New York: Cambridge University Press.
Lavy, I. & Leron, U. (2004). The emergence of mathematical collaboration in an interactive computer environment. <i>International Journal of Computers for Mathematical Education</i> 9(1), 1-23.
Liao, Y. C. (1999). Effects of hypermedia on student's achievement: a meta-analysis. <i>Journal of Educational Multimedia and Hypermedia</i> , 8(3), 255-277.
Lie, S., Kjærnsli, M. & Brekke, G. (1997). <i>Hva I all verden skjer i realfagene? Internasjonalt lys på trettenåringers kunnskaper, holdninger og undervisning i norsk skole</i> . Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
Lie, S., Kjærnsli, M., Roe, A & Turmo, A. (2001). Godt rustet for framtida? Norske 15-åringers kompetanse i lesing og realfag i et internasjonalt perspektiv. <i>Acta Didactica.4/2001</i> . Oslo: Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
Lowrie, T. (2002). The influence of visual and spatial reasoning in interpreting simulated 3D worlds. <i>International Journal of Computers for Mathematical Learning</i> , 7(3), 301-318.
Madsen, P. A. (2008, 2. januar). Stoltenbergs eget skoleløft. <i>Aftenposten</i> . Hentet 3. nov. 2008 fra http://www.aftenposten.no/meninger/kommentarer/article2175151.ece .
McGreener, J. & Ho, W. (2000). Affordances: clarifying and evolving a concept. <i>Graphics Interface 2000. (Mai 2000)</i> , 179-186. Montreal, Canada.
Norman D. A. (2002). <i>The design of everyday things</i> . New York: Basic Books.
Ottestad, G. (2006). <i>Visjoner og realiteter – Bruk av IKT i matematikk og naturfag på åttende trinn. IEA SITES 2006. Norsk rapport</i> . Oslo: Forsknings- og kompetansenettverk for IT i utdanning. Universitet i Oslo.
Papert, S. (1980) <i>Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas</i> . New York: Basic Books.
Pea, R. D. (1987). Logo Programming and Problem Solving: Children's experiences with Logo. I: <i>Educational computing</i> (Ed.) T. O'Shea & E. Scanlon. London: John Wiley & Sons.
Pea, R. D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. I: G. Salomon (ed.) <i>Distributed Cognition</i> . (s. 47-87), New York: Cambridge University Press.
Perkins, D. N. (1993). Person-plus: a distributed view of thinking and learning. I: G. Salomon (ed.) <i>Distributed Cognition</i> . (s. 88-110), New York: Cambridge University Press.
Pijls, M., Dekker, R., & van Hout-Wolters, B. (2003). Mathematical level raising through collaborative investigations with the computer. <i>International Journal of Computers for Mathematical Learning</i> , 8(2), 191-213.
Polya, G. (1990). <i>How to solve it</i> . (2. utg.), London: Penguin Books.
Ranestad, K. (2007, 13. oktober). Uvettig bruk av PC-er. <i>Aftenposten</i> . Hentet 3. nov. 2008 fra http://www.aftenposten.no/meninger/debatt/article2045964.ece .
Ringdal, K. (2001). <i>Enhet og mangfold: samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode</i> . Bergen: Fagbokforlaget.
Ruud, S. (2008, 15. januar). Finner utklasser norske elever. <i>Aftenposten</i> . Hentet 3. nov. 2008 fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article2196466.ece .
Salomon G. (2007). The systemic nature of ICT-inspired environments: The attainment of non-situated learning outcomes. Notat fra <i>Conference on Learning Environments</i> . Foredrag på Universitetet i København (april 2007).
Salomon, G. & Perkins, D. (1998). Rocky roads to transfer: rethinking mechanisms of a neglected phenomenon. <i>Educational Psychologist</i> , 24(2), 113-142.
Salomon, G. (1993). No distribution without individuals' cognition: a dynamic interactional view. I: G. Salomon (ed.) <i>Distributed Cognition</i> . (s. 111-138), New York: Cambridge University Press.
Salomon, G., Perkins, D. & Globerson, T. (1991). Partners in cognition: extending human intelligence with intelligent technologies. <i>Educational Researcher</i> , 20(3), 2-9.
Scardamalia, M. (2004). SCILE/Knowledge Forum©. I: <i>Education and Technology: An encyclopedia</i> (s. 183-192). Santa Barbara: ABC-CLIO.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. [Elektronisk versjon] I: D. Grouws (Ed.), <i>Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning</i> (s. 334-370). New York: MacMillian.
Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. <i>Educational Researcher</i> , 27(2), 4-13.
Sfard, A. (2001). There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning. <i>Educational Studies in Mathematics</i> 46(1-3), 13-57.
Shyu, H. (1999). Effects of media attributes in anchored instruction. <i>Journal of Educational Computing Research</i> , 21(2), 119-139.
Sjøberg, S. (2008). Norsk skole: Styrt fra Pisa i Paris? <i>Utdanning 4/2008</i> . Hentet 3. nov. 2008 fra http://folk.uio.no/sveinsj/Sjoberg_PISA-Utdanning_Feb2008.pdf .
Slavin R. E. (1985). Team-assisted individualization: Combining Cooperative Learning and Individualized Instruction in mathematics. I: R. Slavin, et al. (Ed.) <i>Learning to Cooperate, Cooperating to Learn</i> (177-210). New York: Plenum Press.
St. meld. 30 (2004). <i>Kultur for læring</i> . Oslo: Utdannings- og forskningsdepartementet.
St. meld. 31 (2008). <i>Kvalitet i skolen</i> . Oslo: Kunnskapsdepartementet. Hentet 3. nov. 2008 fra http://www.regjeringen.no/pages/2084909/PDFS/STM200720080031000DDDPDFS.pdf .
Star, S.L. & Ruhleder, K. (1996). Steps toward an ecology of infrastructure. <i>Information Systems Research</i> , 7(1), 111-134.
Stenseth, B. og Tolsby, H. (2000) <i>Læring i digitale omgivelser</i> . Høgskolen i Østfold. Hentet 14. nov. 2008. http://www.ia.hiof.no/~borres/nymet/index.shtml .
Stevenson, H. W. & Stigler, J. W. (1992). <i>The learning gap. Why our schools are failing and what we can learn from Japanese and Chinese education</i> . New York: Simon & Schuster Paperbacks.
Stigler, J. W. & Hiebert, J. (1999). <i>The teaching gap. Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom</i> . New York: The Free Press.
Stigler, J. W., Fernandez, C. & Yoshida, M. (1996): Traditions of school mathematics in Japanese and American elementary classrooms. L. P. Steffe & P. Nesher (Ed.). <i>Theories of mathematical learning</i> (s. 149-175). Mahwah, New Jersey: L. Erlbaum Associates.
Tessem, L. B., (2007, 10. oktober). PC-er støver ned. <i>Aftenposten</i> . Hentet 3. nov. 2008 fra http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article2040311.ece .
Tornes, J. (2000). <i>Kartleggingsprøve. Matematikk for mellomtrinnet. Lærerveiledning</i> . Jaren: PP-tjenestens Materiellservice.
Torp, L. T. & Sage, S. M. (2002). <i>Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education</i> (2. utg.). Alexandria, VA: ASCD.
Turmo, A. & Lie, S. (2006). PISA's Computer-Based Assessment of Science (CBAS): Gjennomføring og norske resultater våren 2005. <i>Acta Didactica 2/2006</i> . Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
Ulleberg, P. & Nordvik, H. (2001). <i>Faktoranalyse. Innføring i faktorteori og faktoranalyse</i> . Oslo: Akademisk Forlag.
van Oers, B (1996). Learning mathematics as a meaningful activity. I: L. P. Steffe & P. Nesher (Ed.). <i>Theories of mathematical learning</i> (s. 91-114). Mahwah, New Jersey: L. Erlbaum Associates.
Vanderbilt (1997). <i>The Jasper project: Lessons in curriculum, instruction, assessment and professional development</i> . The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. Mahawah, New Jersey: L. Erlbaum Associates.
Vanderbilt (u. å.). Data from research. Hentet 10. nov. 2008 fra http://peabody.vanderbilt.edu/projects/funded/jasper/results/result.html .
Vejleskov, H. (1976) Konkrete og formelle operasjoner. Den kognitive utvikling belyst ved Jean Piagets teorier og eksperimenter. Særtryk af Dansk pædagogisk Tidsskrift. nr. 2-3. (1969), (3. utg.).
Voigt, J. (1996). Negotiation of mathematical meaning in classroom processes: Social interaction and learning mathematics. I: L. P. Steffe & P. Nesher (Ed.). <i>Theories of mathematical learning</i> (s. 21-50). Mahwah, New Jersey: L. Erlbaum Associates.
Whicker, K. M., Bol, L. & Nunnery, J. A. (1997). Cooperative learning in the secondary mathematics classroom. <i>Journal of Educational Research</i> 91(1), 42-48.
Young, M. F. D. (2008). <i>Bringing Knowledge Back In: From social constructivism to social realism in the sociology of education</i> . London: Routledge.

8 TABELLER, FIGURER OG VEDLEGG

Tabeller

Tabell 3-1 Positivistisk og fortolkningsbasert tilnærming	39
Tabell 3-2 Contrasting assumptions of the analytic and the systemic approaches (Salomon, 2007:17)	44
Tabell 4-1 Absolutte og relative fordelinger i forhold til trinn og kjønn på deltakerne i studien.....	53
Tabell 4-2 Femteklassingene i utvalget i forhold til kommunen og landet på nasjonale prøver	54
Tabell 4-3 Matematikkferdigheter fordelt på eksperimentgrupper	55
Tabell 4-4 Prosentvis fordeling av prøveresultater i forhold til trinn og eksperimentgruppe.....	56
Tabell 4-5 Resultat av posttesten.....	57
Tabell 4-6 F-test av selektive effekter av trinn, kjønn og eksperimentgruppene i forhold til posttesten.....	57
Tabell 4-7 Oppgaver sortert etter antatte forutsetninger for mestring for eksperimentgruppene.....	60
Tabell 4-8 Bedømming av kvalitet på elevprodukter på de ulike rommene.....	64
Tabell 4-9 Prosentandel leiligheter på rommene som oppfyller arealkrav.....	64
Tabell 4-10 Variabler som inngår i de ulike faktorene.....	66
Tabell 4-11 Reliabilitetstest av konstruktene	67
Tabell 4-12 Variansanalyse av holdningsvariablene i forhold til klassetrinn.	68
Tabell 4-13 Endringer på holdningsvariablene fra første til andre måling.....	70
Tabell 4-14 Korrelasjoner mellom variablene som inngår i ”Opplevelse av PBL-situasjonen”.	72
Tabell 4-15 Korrelasjoner mellom holdningsvariabler, læringspreferanser og opplevelse av PBL-situasjonen.....	73
Tabell 4-16 Forskjeller i oppfattelse av egne evner i matematikk mellom målingene i forhold til klassetrinn.....	75
Tabell 5-1 En oppsummering av resultatene fra prosessanalysen.....	87

Figurer

Figur 2-1 Student- eller lærerkontroll.....	15
Figur 2-2 Tidslinjestudie av en typisk student som forsøker å løse et matematisk problem.....	19
Figur 2-3 Tidslinjestudie av en matematiker som jobber med et vanskelig problem.....	19
Figur 3-1 PBL-situasjonen.....	46
Figur 4-1 Fordeling av resultater av nasjonale prøver på femte trinn.....	54
Figur 4-2 Fordeling i forhold til prøveklasser på M6-prøven for sjette trinn.....	55
Figur 4-3 Fordeling i forhold til prøveklasse på M6-prøven for syvende trinn.....	55
Figur 4-4 Leilighet vurdert til nivå 1.....	62
Figur 4-5 Leilighet vurdert til nivå 2.....	63
Figur 4-6 Leilighet vurdert til nivå 3.....	63
Figur 4-7 Skreddiagram som viser faktoranalysen av holdningsvariablene.....	65
Figur 4-8 Oppfattelse av egne evner i matematikk etter kjønn.....	69
Figur 5-1 Leilighet med form som gitar.....	80
Figur 5-2 Leilighet med komplisert romløsning.....	80
Figur 5-3 På skissen var de to motstående sidene i stuen tegnet inn like lange.....	81
Figur 5-4 Inngang til mors kontor går gjennom soverommet.....	85
Figur 6-1 Opplevelse av PBL-situasjonen.....	95
Figur 6-2 Faktorer som bidrar med å forklare læringsresultatet.....	99

Vedlegg

Vedlegg 1 Elevoppgaven.....	107
Vedlegg 2 Spørreundersøkelse 1	111
Vedlegg 3 Spørreundersøkelse 2	123
Vedlegg 4 Matematikktesten	130
Vedlegg 5 Godkjenning Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste	147

Dere skal lage en leilighet. Lag yttervegger og romdeling

Dette må dere ta hensyn til når dere lager leiligheten:

- **Den er på ett plan.**
- **Leiligheten skal være på nøyaktig 120 m².**
- **Leilighetens yttervegger skal ha minst 5, maksimum 8 hjørner.**
- **Dere må plassere det dere syns er nødvendig av dører og vinduer.**
- **Leiligheten skal være så funksjonell som mulig for personene som skal bo der.**
- **Fire personer: Mor, far, Stine (14 år) og Trygve (11 år) skal bo i leiligheten.**
- **I tillegg skal et rom være hjemmekontor for mor. Hun har tatt med en del ting fra sitt forrige kontor som hun må ha plass til:**
 - **L-formet skrivbord m. hjørne på høyre side med mål 159cm x 151cm**
 - **Et møtebord som er som en sirkel med radius på 60cm og 4 stoler rundt.**
 - **I tillegg er det en bokhylle med fire hyller med akkurat plass til 100 brevordnere (store ringpermer).**

Leiligheten dere nå har laget må ferdigstilles. Dvs. at dere må overflatebehandle alle flater i leiligheten.

KRITERIER SOM SKAL FØLGES

Badet skal ha fliser på gulv og vegger.

Ellers bestemmer dere selv hvordan de andre rommene skal se ut.

Leiligheten skal innredes.

Familien har blant annet dette:

Navn	Bøker	CDer	DVD/spill
Trygve	47	59	43
Stine	88	94	18
Mor	213	318	4
Far	425	12	3

Ca. 30 bøker pr. hyllemeter. Cd-er og DVD-er finner dere ut størrelsen på selv.

Bruk ordentlige møbler osv. fra katalog, både hva gjelder pris og størrelser.

Sett opp regnskap som viser pris og mengde på hvert innkjøp og de totale kostnadene. Postene i regnskapet skal sorteres på en oversiktlig måte.

Det er lov å flytte på vegger og redesigne leiligheten så lenge krav om areal, utvendige hjørner og kontor med oppgitte møbler blir fulgt.

Familien har totalt *210 000 kr* til disposisjon som skal dekke alt av innredning, maling, gulv osv.

KRITERIER FOR VURDERING

- **Alle krav innfridd**
- **Funksjonalitet**
- **Oversiktig regnskap**
- **Oversiktlig beregninger**

SPØRREUNDERSØKELSE

Elev nr. _____

Spørsmål merket (P) og (T) er hentet fra hhv. PISA og TIMSS-undersøkelsene. Liten bokstav viser at de er gjort noe om. Spørsmål uten merking er laget for denne undersøkelsen.

1. Klasse og kjønn

a) Hvilket trinn går du i? (Sett ett kryss):

5.

1,2,3

6.

7.

b) Kjønn (Sett ett kryss):

Gutt:

Jente:

1,2

2. Hjemme hos deg har du (P)

(sett kryss for alt som passer)

a) datamaskin du kan bruke til skolearbeid	<input type="checkbox"/>
b) pedagogisk programvare (f.eks. dataspill du kan lære noe av)	<input type="checkbox"/>
c) tilgang til internett	<input type="checkbox"/>

nei = 1, ja = 2

3. Hvor enig er du i disse påstandene om skolen din? (T)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Litt enig</i>	<i>Litt uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg liker å være på skolen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg synes at elevene på skolen min prøver å gjøre så godt de kan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg synes at lærerne på skolen bryr seg om meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg tror at lærerne på skolen ønsker at elevene gjør sitt beste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

4. Tenk på lærerne ved skolen din: Hvor enig er du i disse utsagnene? (P)
(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Litt enig</i>	<i>Litt uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Elevene kommer godt overens med de fleste lærerne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) De fleste lærerne er interessert i hvordan elevene har det	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) De fleste lærerne mine lytter virkelig til hva jeg sier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Hvis jeg trenger ekstra hjelp, vil lærerne mine gi meg det	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) De fleste av lærerne mine behandler meg rettferdig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

5. Skolen min er et sted hvor (P)
(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) jeg føler at jeg blir holdt utenfor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) jeg får lett venner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) jeg føler at jeg hører til	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) jeg føler meg annerledes, og at jeg ikke passer inn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) det virker som om andre elever liker meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) jeg føler meg ensom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

6. I løpet av de to siste ukene du har vært på skolen, hvor mange ganger har du kommet mer enn 3 minutter for sent til timen? (Sett ett kryss) (pt)

0 ganger: 1 eller 2 ganger: 3 eller 4 ganger: 5 eller flere:
4, 3, 2, 1

7. Når du ikke er på skolen, hvor lang tid bruker du i gjennomsnitt på dette per uke? (Husk å ta med helgen også)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>0 min</i>	<i>Under 30 min</i>	<i>30 min – 1 time</i>	<i>Inntil 2 timer</i>	<i>Over 2 timer</i>
a) Matematikkleser (t)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jobbet ekstra med matematikk fordi jeg har problemer med faget (tp)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jobbet ekstra med matematikk fordi jeg er flink i faget (tp)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Andre matematikkaktiviteter (f.eks. matematikkkonkurranser, matematikk-klubb osv.) (P)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1,2,3,4,5

8. Anslå hvor mange timer du totalt bruker i løpet av en uke på lekser. Tenk f.eks. på forrige uke, hvis det var en vanlig arbeidsuke.

_____ t

9. Hvor ofte har du hatt ekstratimer eller privattimer i matematikk dette skoleåret? (T)

(Sett ett kryss)

Hver dag eller nesten hver dag

Én eller to ganger i uka

Noen ganger

Aldri eller nesten aldri

4, 3, 2, 1

10. På en vanlig skoledag, hvor mye tid bruker du før eller etter skolen på hver av disse tingene? (T)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Ingen tid</i>	<i>Mindre enn 1 time</i>	<i>1-2 timer</i>	<i>Mellom 2 og 4 timer</i>	<i>Over 4 timer</i>
a) Jeg ser på TV eller video	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg spiller dataspill/TV-spill	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg leker eller prater med venner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg utfører jobber hjemme (lager middag, vasker bilen, støvsuger osv.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg driver med sport	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg leser en bok fordi jeg synes det er hyggelig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Jeg bruker internett	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Jeg gjør lekser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Jeg gjør musikkaktiviteter ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Jeg gjør andre aktiviteter ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1,2,3,4,5

11. Bruker du noen ganger en datamaskin? (Regn ikke med PlayStation®, GameCube®, Xbox® eller andre TV/video-spill.) (T)

(Sett ett kryss)

Ja:

Nei:

2, 1

Hvis du aldri bruker datamaskin dvs. svart nei over, hopper du til spørsmål 14

12. Hvor bruker du datamaskin? (T)**(Sett kryss alle steder det passer)**Hjemme 2På skolen 2På et bibliotek 2Hjemme hos en venn 2Andre steder 2**13. Hvor ofte gjør du disse tingene med en datamaskin? (T)****(Kryss av i én boks for hver linje)**

	<i>Hver dag</i>	<i>Minst én gang i uka</i>	<i>Én eller to ganger i måneden</i>	<i>Noen få ganger i året</i>	<i>Aldri</i>
a) Leter etter ideer og informasjon om matematikk (T)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Gjør skolearbeid i matematikk ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Gjør skolearbeid i andre fag (t)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Er på matematikksider på internett som matematikk.org og gruble.net ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5, 4, 3, 2, 1

14. Hvor enig er du i disse påstandene om å lære matematikk? (T)**(Kryss av i én boks for hver linje)**

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg gjør det vanligvis bra i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg kunne tenke meg å ha mer matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Matematikk er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg liker å lære matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Noen ganger, når jeg ikke forstår et nytt emne med en gang, vet jeg at jeg aldri vil forstå det	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Matematikk er ikke en av mine sterke sider	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Jeg lærer ting fort i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

15. Angi hvor enig du er i disse påstandene om matematikk (T)**(Kryss av i én boks for hver linje)**

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg tror det å lære matematikk vil hjelpe meg i dagliglivet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg trenger matematikk for å lære andre skolefag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg må gjøre det bra i matematikk for å komme inn på den utdanningen jeg selv vil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg vil gjerne ha en jobb der jeg kan bruke matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg må gjøre det bra i matematikk for å få den jobben jeg ønsker meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

16. Tenk på ditt forhold til matematikk: Hvor enig er du i disse utsagnene? (P)
(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg liker bøker om matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Å gjøre en innsats i matematikk er viktig, fordi det vil hjelpe meg i arbeidet jeg vil gjøre senere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg ser fram til matematikktimene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg arbeider med matematikk fordi jeg liker det	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Å lære matematikk er viktig for meg fordi det vil bedre mine yrkesmuligheter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg er interessert i det jeg lærer i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Matematikk er et viktig fag for meg fordi jeg trenger det når jeg skal studere videre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Mye av det jeg lærer i matematikk vil hjelpe meg til å få jobb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

17. Hvor ofte gjør dere disse tingene i mattetimen? (T)
(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Hver eller nesten hver time</i>	<i>Omtrent halvparten av timene</i>	<i>Noen timer</i>	<i>Aldri</i>
a) Vi arbeider i små grupper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Vi knytter det vi lærer i matematikk til noe i dagliglivet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Vi forklarer svarene våre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Vi finner selv måter å løse et sammensatt problem på	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Vi bruker lommeregner ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Vi bruker datamaskin ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

18. Hvor sikker vil du føle deg hvis du må gjøre disse matematikkoppgavene? (P)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Helt sikker</i>	<i>Sikker</i>	<i>Litt usikker</i>	<i>Veldig usikker</i>
a) Å bruke en togtabell for å finne ut hvor lang tid det vil ta å komme seg fra et sted til et annet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Regne ut hvor mye billigere en TV vil bli med 30 % rabatt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Regne ut hvor mange kvadratmeter (m ²) med fliser du trenger for å dekke et gulv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Forstå grafer/diagrammer som presenteres i aviser (p)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Finne x i en slik likning: $3x + 5 = 17$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Finne x i en slik likning: $14 + x = 52$ ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Finne x i en slik likning: $67 - x = 18$ ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Finne den virkelige avstanden mellom to steder på et kart med målestokken 1 : 10 000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Regne ut hvor mange kubikkmeter (m ³) sand det er i en sandkasse ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Beregne hvor mye bensin en bil bruker pr. mil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) Regne ut hvor mye 5 cm er i kilometer ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l) Regne ut hvor mange kvadratcentimeter (cm ²) det er i 22 kvadratmeter (m ²) ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m) Regne ut hvor mange liter det er i en kubikkmeter (m ³) ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n) Regne ut hvor mange kubikkcentimeter (cm ³) det er i en kubikkmeter (m ³) ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o) Regne ut hvor mye du må betale for 4 liter maling når prisen er 106 kr. pr. liter ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

19. Tenk på når du arbeider med matematikk: *Hvor enig er du i disse utsagnene?*

(P)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg er ofte bekymret for at matematikktimene blir vanskelige for meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg er rett og slett ikke flink i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg blir veldig stresset når jeg må gjøre lekser i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg blir veldig nervøs når jeg arbeider med matematikkoppgaver	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg lærer matematikk raskt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg har alltid ment at matematikk er et av mine beste fag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Når jeg gjør matematikkoppgaver, føler jeg meg hjelpeløs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Jeg forstår selv det vanskeligste i matematikktimene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Jeg er redd jeg vil få dårlig karakter i matematikk på ungdomsskolen (p)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

20. Det er forskjellige måter å arbeide med matematikk på. Hvor enig er du i disse utsagnene? (P)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Når jeg leser til en matematikkprøve, prøver jeg å finne ut hva som er mest viktig å lære	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Når jeg løser matematikkoppgaver, leter jeg ofte etter nye måter å finne svaret på	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Når jeg arbeider med matematikk, kontrollerer jeg meg selv for å se om jeg husker det jeg allerede har gjort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Når jeg arbeider med matematikk, prøver jeg å finne ut hvilke begreper (matematikkord) jeg ikke har forstått ordentlig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg tenker på hvordan den matematikken jeg har lært, kan brukes i dagliglivet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg løser noen typer matematikkoppgaver så ofte at jeg føler at jeg kan løse dem i søvne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Når jeg arbeider med matematikk, lærer jeg så mye jeg kan utenat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Jeg prøver å forstå nye begreper i matematikk ved å knytte dem til noe jeg kan fra før	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) For å huske hvordan jeg løser matematikkoppgaver, går jeg gjennom eksempler mange ganger	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Når det er noe jeg ikke forstår i matematikk, prøver jeg alltid å finne mer informasjon som kan gjøre det klarere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) Når jeg løser matematikkoppgaver, prøver jeg ofte å tenke meg hvordan løsningen kan brukes på andre interessante spørsmål	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l) Når jeg arbeider med matematikk, starter jeg med å finne ut nøyaktig hva jeg må lære	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m) For å lære matematikk prøver jeg å huske alle trinnene i framgangsmåten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n) Når jeg lærer matematikk, prøver jeg å knytte det til noe jeg har lært i andre fag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

21. Tenk på matematikktimene dine: *Hvor enig er du i disse utsagnene?* (P)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg vil gjerne være den beste i klassen i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg liker å arbeide i grupper med andre elever i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg arbeider veldig hardt i matematikk fordi jeg vil gjøre det bedre enn de andre på prøver	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Når vi samarbeider i matematikk, mener jeg at det er bra å samle ideene fra alle elevene i gruppa. (p)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg jobber virkelig hardt i matematikk fordi jeg ønsker å være en av de beste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg arbeider best i matematikk når jeg arbeider sammen med andre elever	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) I matematikk prøver jeg alltid å gjøre det bedre enn de andre elevene i klassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Jeg liker å hjelpe andre i gruppa til å gjøre det bra i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Jeg lærer matematikk best når jeg arbeider sammen med andre elever i klassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Jeg arbeider best i matematikk når jeg prøver å gjøre det bedre enn andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) Jeg liker best å jobbe alene med matematikk ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l) Når jeg jobber sammen med andre, opplever jeg det ofte som mer forstyrrende ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m) Jeg er mer effektiv når jeg arbeider med matematikk alene ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n) Jeg må alltid bruke lang tid på å forklare de jeg arbeider sammen med ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o) Jeg blir ofte sittende igjen uten å forstå det de andre prater om når jeg samarbeider i matematikk ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p) Jeg føler meg ofte dum når jeg arbeider med andre i matematikk ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

22. Tenk på når du arbeider med matematikk: *Hvor enig er du i disse utsagnene?* ()

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg lærer best når læreren forklarer nye ting på tavlen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg arbeider best med matematikk når noen sitter ved siden av og hjelper meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg ønsker at noen sitter ved siden av og hjelper fordi jeg er redd for å gjøre feil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg lærer best matematikk når jeg kan finne ut av stykkene på egen hånd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg syns tavleundervisning er kjedelig fordi jeg som regel skjønner med en gang hva som gjennomgås	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg liker best å prøve nye ting på egenhånd for heller å spørre når jeg står fast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Felles gjennomgang er som regel bortkastet tid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

23. Hvor godt mener du at du behersker følgende dataprogrammer? ()

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært godt</i>	<i>Godt</i>	<i>Behersker litt</i>	<i>Behersker ikke/ikke hørt om</i>
a) Tekstbehandler (f.eks. Microsoft Word®, Word Perfekt®)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Regneark (f.eks. Microsoft Excel®)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Presentasjonsprogram (f. eks. Microsoft PowerPoint®)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Geometriprogram (f.eks. Cabri®, GeoNext®, GeoGebra®)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Tegneprogram (f.eks. Microsoft Paint®, Corel Draw®)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Bildebehandlingsprogram (f.eks. Adobe Photoshop®, Jasc Paintshop Pro®)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Program der man kan tegne tredimensjonalt (f.eks. AutoCad®, Google SketchUp®)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Andre matematikkprogrammer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

TAKK FOR AT DU SVARTE PÅ UNDERSØKELSEN

Vedlegg 3 Spørreundersøkelse 2

Elev nr. _____

3. Hvor enig er du i disse påstandene om skolen din? (T)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Litt enig</i>	<i>Litt uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg liker å være på skolen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg synes at elevene på skolen min prøver å gjøre så godt de kan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg synes at lærerne på skolen bryr seg om meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg tror at lærerne på skolen ønsker at elevene gjør sitt beste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

4. Tenk på lærerne ved skolen din: Hvor enig er du i disse utsagnene? (P)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Litt enig</i>	<i>Litt uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Elevene kommer godt overens med de fleste lærerne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) De fleste lærerne er interessert i hvordan elevene har det	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) De fleste lærerne mine lytter virkelig til hva jeg sier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Hvis jeg trenger ekstra hjelp, vil lærerne mine gi meg det	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) De fleste av lærerne mine behandler meg rettferdig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

5. Skolen min er et sted hvor (P)
(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) jeg føler at jeg blir holdt utenfor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) jeg får lett venner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) jeg føler at jeg hører til	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) jeg føler meg annerledes, og at jeg ikke passer inn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) det virker som om andre elever liker meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) jeg føler meg ensom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

14. Hvor enig er du i disse påstandene om å lære matematikk? (T)
(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg gjør det vanligvis bra i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg kunne tenke meg å ha mer matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Matematikk er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg liker å lære matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Noen ganger, når jeg ikke forstår et nytt emne med en gang, vet jeg at jeg aldri vil forstå det	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Matematikk er ikke en av mine sterke sider	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Jeg lærer ting fort i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

15. Angi hvor enig du er i disse påstandene om matematikk (T)**(Kryss av i én boks for hver linje)**

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg tror det å lære matematikk vil hjelpe meg i dagliglivet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg trenger matematikk for å lære andre skolefag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg må gjøre det bra i matematikk for å komme inn på den utdanningen jeg selv vil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg vil gjerne ha en jobb der jeg kan bruke matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg må gjøre det bra i matematikk for å få den jobben jeg ønsker meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

16. Tenk på ditt forhold til matematikk: Hvor enig er du i disse utsagnene? (P)**(Kryss av i én boks for hver linje)**

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg liker bøker om matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Å gjøre en innsats i matematikk er viktig, fordi det vil hjelpe meg i arbeidet jeg vil gjøre senere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg ser fram til matematikktimene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg arbeider med matematikk fordi jeg liker det	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Å lære matematikk er viktig for meg fordi det vil bedre mine yrkesmuligheter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg er interessert i det jeg lærer i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Matematikk er et viktig fag for meg fordi jeg trenger det når jeg skal studere videre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Mye av det jeg lærer i matematikk vil hjelpe meg til å få jobb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

18. Hvor sikker vil du føle deg hvis du må gjøre disse matematikkoppgavene? (P)**(Kryss av i én boks for hver linje)**

	<i>Helt sikker</i>	<i>Sikker</i>	<i>Litt usikker</i>	<i>Veldig usikker</i>
b) Regne ut hvor mye billigere en TV vil bli med 30 % rabatt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Regne ut hvor mange kvadratmeter (m ²) med fliser du trenger for å dekke et gulv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Finne den virkelige avstanden mellom to steder på et kart med målestokken 1 : 10 000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Regne ut hvor mange kubikkmeter (m ³) sand det er i en sandkasse ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Beregne hvor mye bensin en bil bruker pr. mil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) Regne ut hvor mye 5 cm er i kilometer ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l) Regne ut hvor mange kvadratcentimeter (cm ²) det er i 22 kvadratmeter (m ²) ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m) Regne ut hvor mange liter det er i en kubikkmeter (m ³) ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n) Regne ut hvor mange kubikkcentimeter (cm ³) det er i en kubikkmeter (m ³) ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o) Regne ut hvor mye du må betale for 4 liter maling når prisen er 106 kr. pr. liter ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

19. Tenk på når du arbeider med matematikk: *Hvor enig er du i disse utsagnene?*

(P)

(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg er ofte bekymret for at matematikktimene blir vanskelige for meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg er rett og slett ikke flink i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg blir veldig stresset når jeg må gjøre lekser i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg blir veldig nervøs når jeg arbeider med matematikkoppgaver	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg lærer matematikk raskt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg har alltid ment at matematikk er et av mine beste fag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Når jeg gjør matematikkoppgaver, føler jeg meg hjelpeløs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Jeg forstår selv det vanskeligste i matematikktimene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Jeg er redd jeg vil få dårlig karakter i matematikk på ungdomsskolen (p)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

21. Tenk på matematikktimene dine: *Hvor enig er du i disse utsagnene?* (P)
(Kryss av i én boks for hver linje)

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg vil gjerne være den beste i klassen i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg liker å arbeide i grupper med andre elever i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg arbeider veldig hardt i matematikk fordi jeg vil gjøre det bedre enn de andre på prøver	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Når vi samarbeider i matematikk, mener jeg at det er bra å samle ideene fra alle elevene i gruppa. (P)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg jobber virkelig hardt i matematikk fordi jeg ønsker å være en av de beste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg arbeider best i matematikk når jeg arbeider sammen med andre elever	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) I matematikk prøver jeg alltid å gjøre det bedre enn de andre elevene i klassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Jeg liker å hjelpe andre i gruppa til å gjøre det bra i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Jeg lærer matematikk best når jeg arbeider sammen med andre elever i klassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Jeg arbeider best i matematikk når jeg prøver å gjøre det bedre enn andre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) Jeg liker best å jobbe alene med matematikk ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l) Når jeg jobber sammen med andre, opplever jeg det ofte som mer forstyrrende ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m) Jeg er mer effektiv når jeg arbeider med matematikk alene ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n) Jeg må alltid bruke lang tid på å forklare de jeg arbeider sammen med ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o) Jeg blir ofte sittende igjen uten å forstå det de andre prater om når jeg samarbeider i matematikk ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p) Jeg føler meg ofte dum når jeg arbeider med andre i matematikk ()	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

22. Tenk på når du arbeider med matematikk: *Hvor enig er du i disse utsagnene?* ()**(Kryss av i én boks for hver linje)**

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg lærer best når læreren forklarer nye ting på tavlen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Jeg arbeider best med matematikk når noen sitter ved siden av og hjelper meg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Jeg ønsker at noen sitter ved siden av og hjelper fordi jeg er redd for å gjøre feil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg lærer best matematikk når jeg kan finne ut av stykkene på egen hånd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg syns tavleundervisning er kjedelig fordi jeg som regel skjønner med en gang hva som gjennomgås	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg liker best å prøve nye ting på egenhånd for heller å spørre når jeg står fast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Felles gjennomgang er som regel bortkastet tid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4, 3, 2, 1

24. (Kryss av i én boks for hver linje)

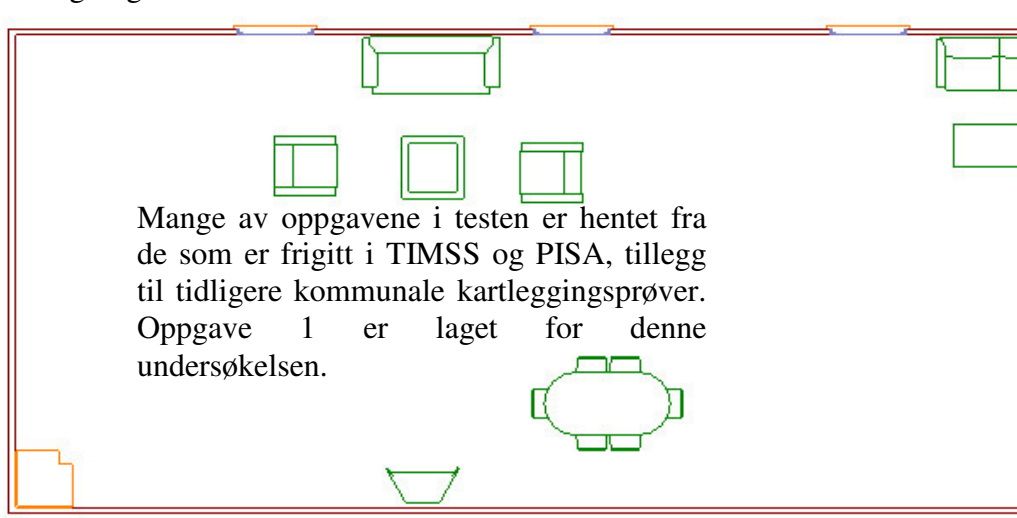
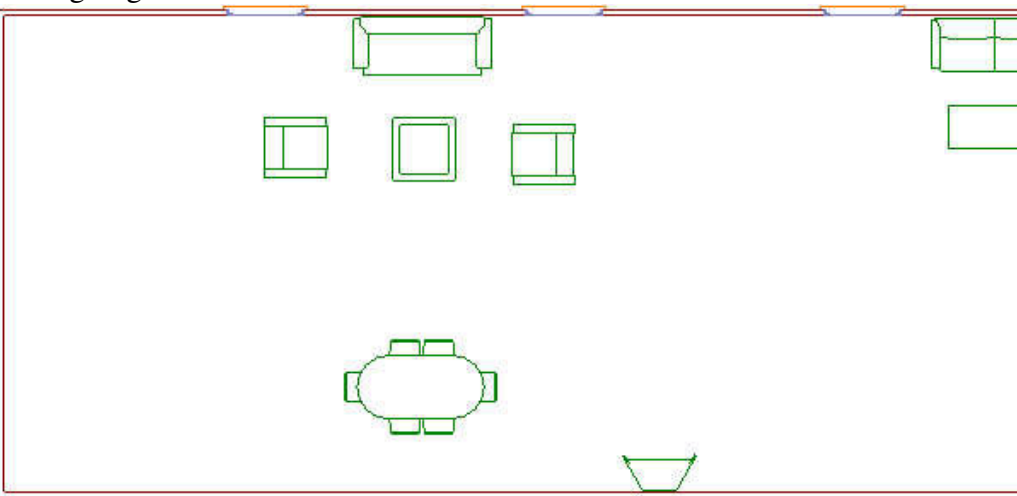
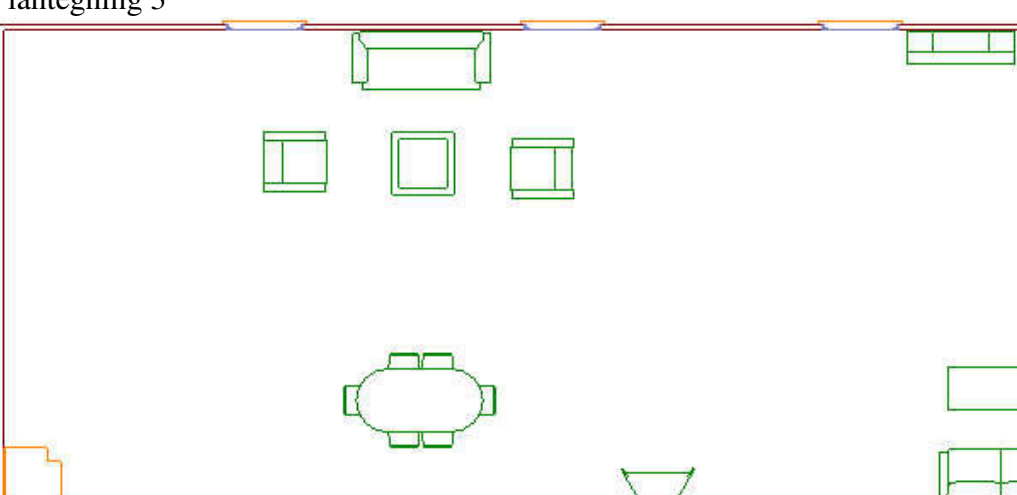
	Ja	Nei
Hadde du brukt My Sweet home 3D eller tilsvarende program før matteuken?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Har du brukt My Sweet Home 3D hjemme hos deg selv eller andre etter at vi startet med matteuken, altså i løpet av den siste uken?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Hvor enig er du i disse utsagnene (Kryss av i én boks for hver linje)?

	<i>Svært enig</i>	<i>Enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Svært uenig</i>
a) Jeg syns jeg har lært mye matematikk den siste uken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Matematikkuken har vært viktig fordi jeg skjønner mer hva jeg kan bruke matematikk til	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Alle/den jeg jobbet sammen med bidro like mye i arbeidet (hopp over hvis du arbeidet alene)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Jeg bidro mer enn de andre på gruppen fordi jeg forstod bedre hva jeg skulle gjøre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Jeg bidro mer enn de andre på gruppa fordi de andre ikke ville gjøre så mye	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Jeg bidro minst på gruppa fordi jeg ikke visste hva jeg skulle gjøre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Jeg bidro minst på gruppa fordi de/den andre bestemte alt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Matteuka var rett og slett kjedelig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Vedlegg 4 Matematikktesten

Nedenfor ser du tre plantegninger. Til hver av plantegningene er det tre bilder fra rommet. Finn de riktige bildene til hvert av rommene.

<p>Plantegning 1</p>  <p>Mange av oppgavene i testen er hentet fra de som er frigitt i TIMSS og PISA, tillegg til tidligere kommunale kartleggingsprøver. Oppgave 1 er laget for denne undersøkelsen.</p>	<p>Bokstav bilde</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>Plantegning 2</p> 	<p>Bokstav bilde</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>Plantegning 3</p> 	<p>Bokstav bilde</p> <hr/> <hr/> <hr/>



BILDE A



BILDE B



BILDE C



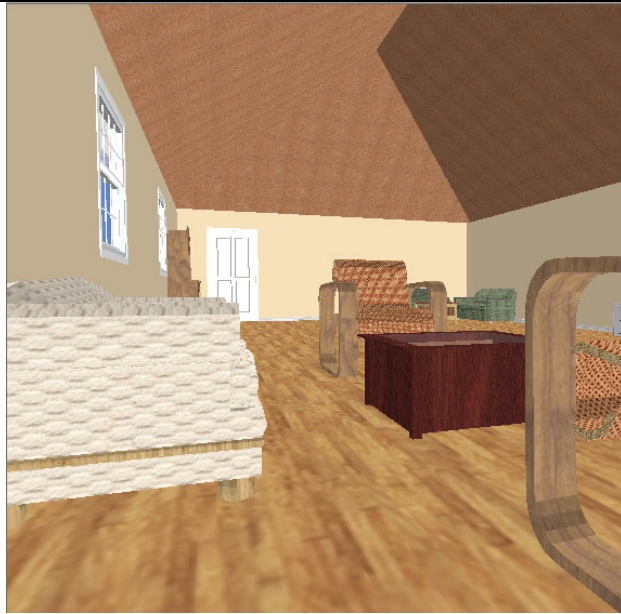
BILDE D



BILDE E



BILDE F



BILDE G



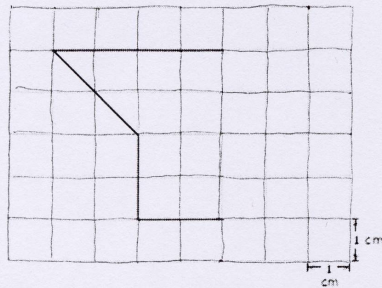
BILDE H



BILDE I

M03-1298

2



Arealet av hver rute i rutenettet er 1 kvadratcentimeter. Trekk linjer for å gjøre ferdig figuren slik at den har et areal på 13 kvadratcentimeter.

3

Til høyre er det en tegning av to terninger.

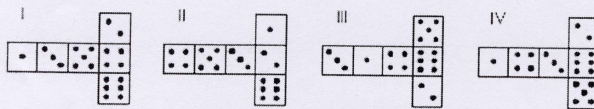
På slike terninger er prikkene plassert på en spesiell måte, og følgende regel gjelder for terningene:

Summen av prikkene på to motstående sider blir alltid 7.



Du kan lage en enkel terning ved å kutte til, folde og lime et papestykke. Dette kan du gjøre på mange måter. På figuren nedenfor kan du se fire utklipp som kan brukes til å lage terninger med prikker på sidene.

Hvilke(t) av utklippene kan foldes sammen til en terning som oppfyller regelen om at summen av prikkene på to motstående sider blir 7? Sett en ring rundt enten "Ja" eller "Nei" for hvert utklipp i tabellen nedenfor.



Utklipp	Oppfyller regelen om at summen av motsatte sider skal bli 7?
I	Ja / Nei
II	Ja / Nei
III	Ja / Nei
IV	Ja / Nei

4

Dette er en tegning av et spisebord. Omtrent hvor høyt tror du det er i virkeligheten? Sett kryss.



- 10 mm
- 1 cm
- 10 cm
- 1 m
- 10 m

5

S5

Dette er en binders.



— lengde—

Omtrent hvor mange binders kan legges etter hverandre på denne linja?



Svar: _____

6

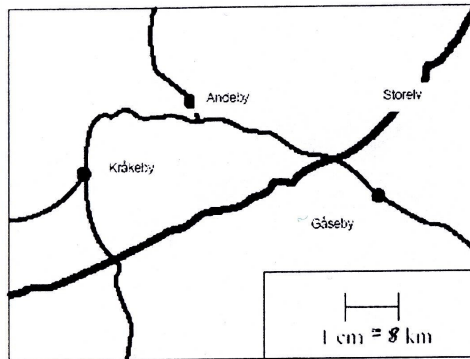
Du lager et rektangel av en ståltråd som er 20 cm lang. Bredden av rektanget blir 4 cm. Hvor stor blir lengden?

- A. 5 cm
- B. 6 cm
- C. 12 cm
- D. 16 cm

7

J17

På dette kartet svarer 1 centimeter til 8 kilometer i virkeligheten.



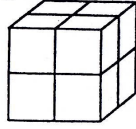
Omtrent hvor langt fra hverandre ligger Andeby og Gåseby?

- A. 4 km
- B. 16 km
- C. 35 km
- D. 50 km

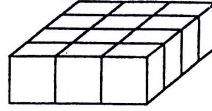
8

Alle klossene under er bygget opp av småterninger. Alle småterningene har samme størrelse. Hvilken kloss har et volum som er ulikt de andre?

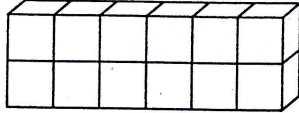
A.



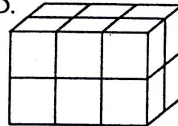
B.



C.

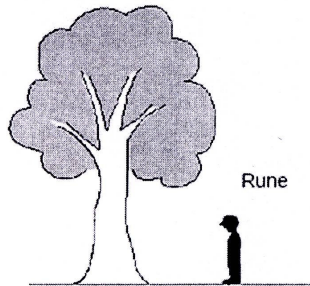


D.



9

L8



Rune er 1,5 m høy. Omtrent hvor høyt er treet?

- A. 4 m
- B. 6 m
- C. 8 m
- D. 10 m

10

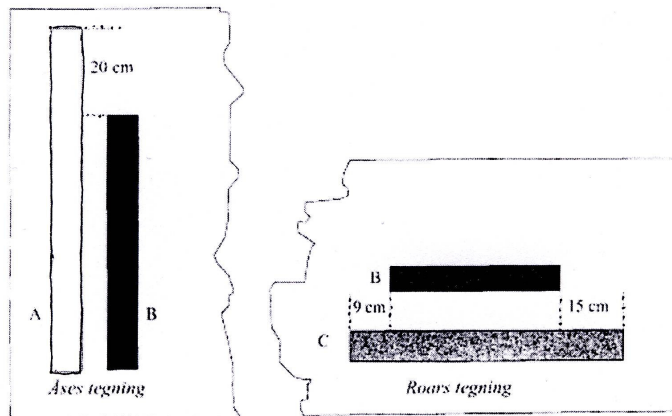
K5

Omtrent hvor lang er blyanten på dette bildet?



- A. 5 cm
- B. 10 cm
- C. 20 cm
- D. 30 cm

(11)

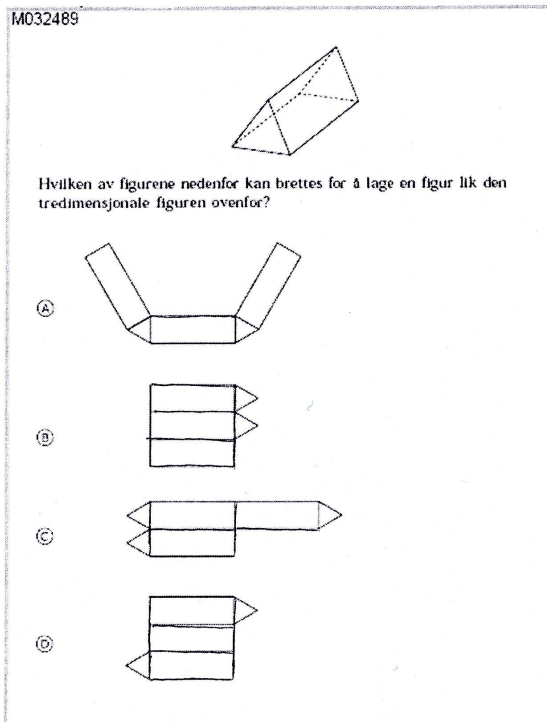


Ase og Roar har tre bordbiter.
Ase legger to av bitene, A og B, ved siden av hverandre og lager en tegning.
Roar tegner bitene B og C.

Vi ser at B er kortere enn både A og C.
Hva kan du si om lengden av A og C?

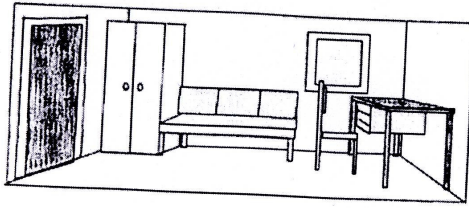
- A og C er like lange.
- A er lengre enn C.
- C er lengre enn A.
- Det er ikke mulig å vite hvilken bordbit som er lengst.

(12)



13

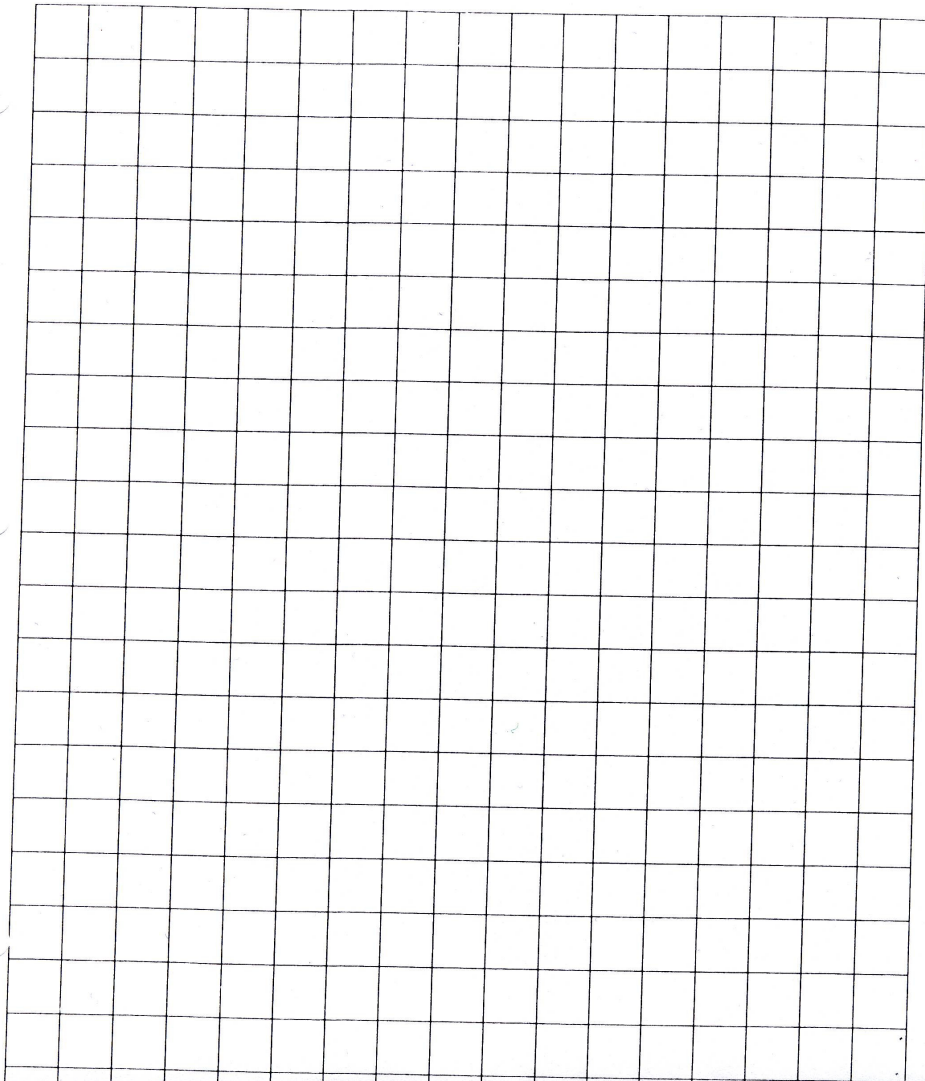
Torill har sitt eget rom.



Det er plass til et skap, en sovesofa, en stol og et skrivebord.

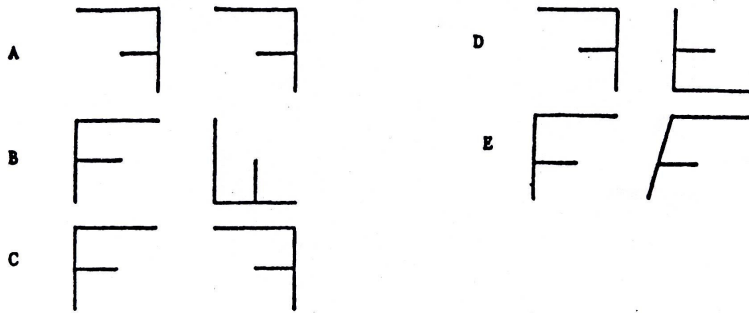
Omtrent hvor stor gulvflate tror du rommet kan ha? m²

TEGN ROMMET OVENFRÅ. EN RUTE = EN METER²



14

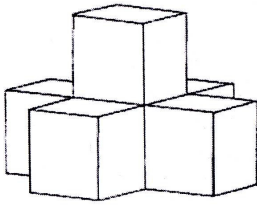
Hvilken av tegningene under viser figurer som er speilet i en linje?



15

Per bygger med klosser.

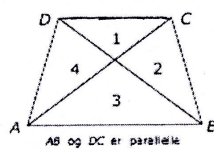
Hvor mange tror du han har brukt?



Forklar hvordan du tenkte:

16

M031267



AB og DC er
parallele

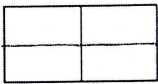
AB og DC er parallelle

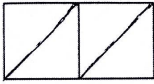
To av de fire trekantene på figuren ovenfor har samme form, men ulik størrelse. Skyggelegg disse to trekantene.

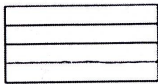
17

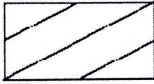
K8

Hvilket av disse rektanglene er IKKE delt i 4 like deler?

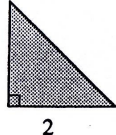
A. 

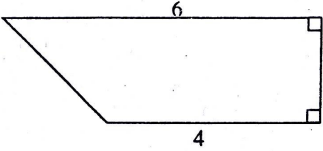
B. 

C. 

D. 

18





Hvor mange slike trekanter som den skyggelagte trenger vi for å dekke trapeset?

A. Tre

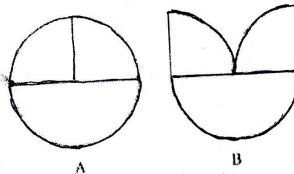
B. Fire

C. Fem

D. Seks

19

Se på de to figurene nedenfor.



Hva kan du si om arealene? Sett kryss.

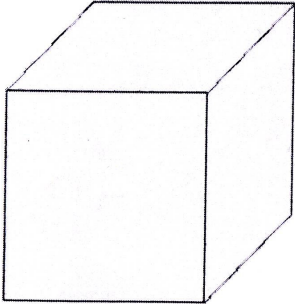
- A har større areal enn B.
- B har større areal enn A.
- A og B har like store areal.
- Vi kan ikke si hvilket areal som er størst.

20

L5

Bildet viser en terning. Hvor mange sidekanter har terningen tilsammen?

Sidekant



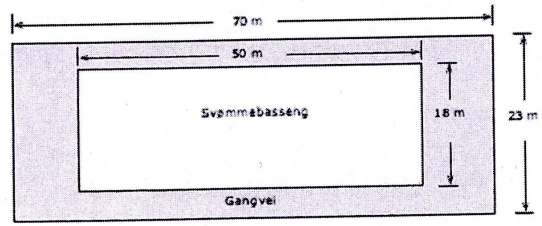
Sett kryss

- A. 6
- B. 8
- C. 12
- D. 24

21

M022021

Figuren viser et svømmebasseng med form som et rektangel. Rundt bassenget er det en flislagt gangvei.



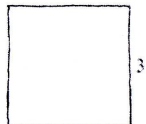
Hva er arealet av den flislagte gangveien? *sett kryss*

- A. 100 m^2
- B. 161 m^2
- C. 710 m^2
- D. 1610 m^2

22

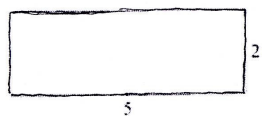
På figurene i denne oppgaven er alle målene gitt i centimeter.

a. Hva er arealet til dette kvadratet?



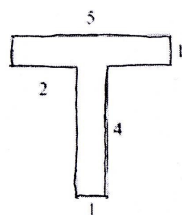
Svar: _____

b. Hva er arealet til dette rektangelet?



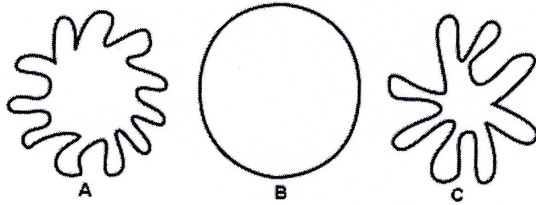
Svar: _____

c. Hva er arealet til denne figuren?



Svar: _____

23



Spørsmål 1: FORMER

Hvilken av figurene har det største arealet? Forklar hvordan du tenker.

- A
- B
- C

FORKLAR HER

24

V4

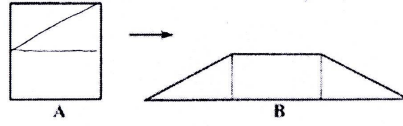
Figuren under viser et skyggelagt parallelogram inne i et rektangel.

Hvor stort er arealet av parallelogrammet?

Svar: _____

25

Jeg deler firkanten A opp i tre stykker og setter delene inn til hverandre, slik at det blir en ny figur, B.



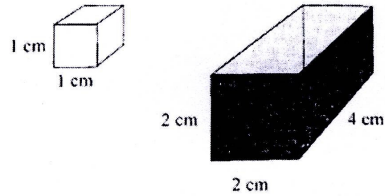
Sett kryss.

- Arealet av A er større enn arealet av B.
- A og B har like stort areal.
- Arealet av B er større enn arealet av A.
- Vi kan ikke si hvilket areal som er størst.

- Det er lenger rundt A enn rundt B.
- Det er like langt rundt A og B.
- Det er lenger rundt B enn rundt A.
- Vi kan ikke si hvilken vei som er lengst.

26

Hvor mange av disse terningene vil få plass i den store esken?

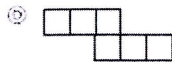
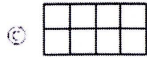
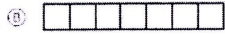
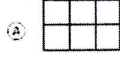


Forklar hvordan du tenkte:

27

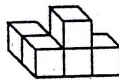
M011005

Hvilken av disse figurene har størst areal? *Sett kryss*

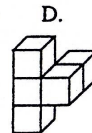
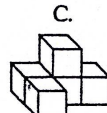
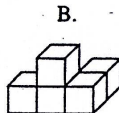
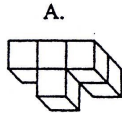


28

Vi skal snu på denne figuren.



Etter at vi har snudd på den, hvilken av disse kan vi da få? *Sett kryss*



29

Skriv et regneuttrykk som passer til å løse hver av oppgavene under.
Du skal ikke regne ut svarene.

Eksempel:

Jorunn hadde 3 bøker. Til fødselsdagen fikk hun 4 nye av mor. Hvor mange bøker hadde hun?

Regneuttrykk: $3 + 4$

- a Prisen for 1 kg pærer er 12 kr. Hva koster 2,6 kg?
.....
- b Rektor kjøper nye linjaler. Hver linjal koster 12 kr. Hvor mange får hun for 84 kr?
.....
- c «Smågodt» koster kr 15 per hg. Tore kjøper for 6 kr. Hvor mye får han?
.....
- d En rull med bokbind inneholder 22 m. Rullen skal deles likt på 25 elever.
Hvor mye blir det til hver elev?
.....
- e Poteter koster 8 kr per kg. Hvor mye får du for 36 kr?
.....
- f Jon kan svømme 200 m. Dette er 4 ganger så langt som Petter kan svømme.
Hvor langt kan Petter svømme?
.....

30

M011006

Dette er en kjegle. En del av overflaten er flat, og en annen del er krum.



Hvilken av disse figurene har både en flat og en krum overflate?

(A)



(B)



(C)



(D)



Vedlegg 5 Godkjenning Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste

Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS
NORWEGIAN SOCIAL SCIENCE DATA SERVICES



Harald Hårfagres gate 29
N-5007 Bergen
Norway
Tel: +47-55 58 21 17
Fax: +47-55 58 96 50
nsd@nsd.uib.no
www.nsd.uib.no
Org.nr. 985 321 884

Lars Vavik
Avdeling for lærerutdanning og kulturfag
Høgskolen Stord/Haugesund
Postboks 5000
5409 STORD

Vår dato: 23.01.2008

Vår ref :18201 / 2 / LT Deres dato:

Deres ref:

KVITTERING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 07.01.2008. Meldingen gjelder prosjektet:

18201	<i>Bruk av IKT-verktøy i matematikkundervisningen</i>
<i>Behandlingsansvarlig</i>	<i>Høgskolen Stord/Haugesund, ved institusjonens øverste leder</i>
<i>Daglig ansvarlig</i>	<i>Lars Vavik</i>
<i>Student</i>	<i>Helge Bock</i>

Personvernombudet har vurdert prosjektet og finner at behandlingen av personopplysninger er meldepliktig i henhold til personopplysningsloven § 31. Behandlingen tilfredsstiller kravene i personopplysningsloven.

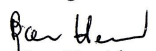
Personvernombudets vurdering forutsetter at prosjektet gjennomføres i tråd med opplysningene gitt i meldeskjemaet, korrespondanse med ombudet, eventuelle kommentarer samt personopplysningsloven/-helseregisterloven med forskrifter. Behandlingen av personopplysninger kan settes i gang.

Det gjøres oppmerksom på at det skal gis ny melding dersom behandlingen endres i forhold til de opplysninger som ligger til grunn for personvernombudets vurdering. Endringsmeldinger gis via et eget skjema, http://www.nsd.uib.no/personvern/forsk_stud/skjema.html. Det skal også gis melding etter tre år dersom prosjektet fortsatt pågår. Meldinger skal skje skriftlig til ombudet.

Personvernombudet har lagt ut opplysninger om prosjektet i en offentlig database, <http://www.nsd.uib.no/personvern/prosjektoversikt.jsp>.

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 31.12.2008, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Vennlig hilsen


Bjørn Henrichsen


Lis Tenold

Kontaktperson: Lis Tenold tlf: 55 58 33 77
Vedlegg: Prosjektvurdering
Kopi: Helge Bock, Gullberget 116, 1354 BÆRUMS VERK

Avdelingskontorer / District Offices:

OSLO: NSD, Universitetet i Oslo, Postboks 1055 Blindern, 0316 Oslo. Tel: +47-22 85 52 11. nsd@uio.no

TRONDHEIM: NSD, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim. Tel: +47-73 59 19 07. kyrr.svan@svt.ntnu.no

TROMSØ: NSD, SVF, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø. Tel: +47-77 64 43 36. nsdmaa@sv.uit.no



Personvernombudet viser til mottatt revidert skriv 23.01.2008. Vi finner informasjonsskrivet tilfredsstillende.

Innsamlede opplysninger anonymiseres ved prosjektslutt, senest 31.12.2008. Med anonymisering innebærer at navnelister slettes/makuleres, og ev. kategorisere eller slette indirekte personidentifiserbare opplysninger. Lyd- og videooptak makuleres.