

**Henry Olsen**

# **Elektronisk presentasjon av skjemategninger i pedagogisk sammenheng**

ET FORSØK MED FORSKJELLIGE PRESENTASJONSFORMER OG  
SYMBOLSYSTEMER I ELEKTROFAGET VED  
VIDEREGÅENDE SKOLE



**Masteravhandling - IKT i læring**

**Høsten 2003**

Høgskolen Stord/Haugesund

## **Forord**

---

Å starte på et studium i pedagogisk informasjonsvitenskap i en alder av 50 år, er en form for galenskap som jeg nok må tilskrive en kronisk og uheldelig nysgjerrighet. Gjennom min arbeidsgiver kom jeg i gang med et nettbasert kurs i IKT for lærere ved HSH høsten 1999. Dette ble etter hvert til et mellomfag i pedagogisk informasjonsvitenskap. Jeg kom her i kontakt med Lars Vavik, som ved sin smittende interesse for IKT og pedagogikk, fort lokket meg inn i et masterstudium.

Jeg har min faglige bakgrunn fra Telenor, der jeg har jobbet med elektronisk transmisjon og telekommunikasjon. I dag er jeg ansatt ved Haugesund Maritime Tekniske Videregående Skole, hvor jeg har undervist siden 1985. Jeg har forfattet en lærebok og har fra tid til annen vært brukt som kursholder i IKT-relaterte emner. For tiden er jeg veileder i nettkurset LærerIKT.

Jeg vil gjerne takke Lars Vavik, HSH og Gavriel Salomon, Faculty of Education, University of Haifa, for uvurderlig hjelp og støtte gjennom dette studiet, samt min arbeidsgiver, Haugesund maritime/videregående skole, for god tilrettelegging under skiftende forhold. Stor takk går også til mine sønner Jarle og Ruben som har lest korrektur og kommet med nyttige råd og vink.

Henry Olsen 29. desember 2003

## Innholdsfortegnelse:

1	Problemstilling.....	5
1.1	Innledning .....	5
1.2	Læringsteoretisk forankring i avhandlingen .....	6
1.3	Forskningsspørsmål .....	7
2	Læringsteoretisk grunnlag for undersøkelsen.....	11
2.1	Teoretisk perspektiv på læringsmiljøet .....	11
2.2	Analyse av læremidlene .....	17
2.3	Individuelle forskjeller - tolkning og forståelse .....	26
2.4	Pedagogiske konsekvenser.....	29
3	Forskningsmetode.....	39
3.1	Metodiske overveielser .....	39
3.1.1	Utvalgsproblematikk.....	40
3.3	Analytisk metodisk tilnærming .....	44
	Oppsummering .....	45
4	Resultatene fra utviklingsfasen .....	48
4.0	Presentasjon av feltet .....	48
4.1	Aksjonsforskning - evolusjonær utvikling med brukerdeltagelse .....	49
4.2	Kvalitative data.....	54
4.2.1	Observasjoner utført før innføring av IKT-artefaktet.....	55
4.2.2	Observasjoner utført etter innføring av IKT-artefaktet.....	59
4.3	Spørreundersøkelsen (2002).....	67
4.3.1	Spørsmål som adresserer IKT-artefaktets rolle .....	68
4.3.2	Spørsmål som sammenligner hjelpen fra veiledningen med IKT-artefaktet .....	69
4.4	Oppsummering .....	72
5	Resultatene fra utprøvningsfasen .....	74
5.1.	Tilrettelegging .....	74
5.2.	Resultater.....	75
5.3	Individuelle forskjeller.....	78
5.4	Resultater fra elevarbeider uten IKT-hjelemlidler.....	85
6	Oppsummering – konklusjon .....	88
6.1	Innledning .....	88
6.2	Kvalitative empiriske data - reliabilitet og validitet .....	88
6.4	Forskningsspørsmål, hypoteser - hovedkonklusjon.....	91
6.5	Overførbarhet - generaliseringsnivå .....	93
6.7	Didaktiske og metodiske drøftinger.....	95
7	Referanser:.....	97
8	Vedlegg .....	101
8.1	Vedlegg i papirformat.....	101
8.2	Vedlegg i elektronisk format.....	101

## Figur, formel og tabelliste:

Figur 1:	Elektroteknisk symbolskjema og avbildning av koblingsracket .....	8
Figur 2:	Mediering gjennom artefakter .....	15
Figur 3	Eksempel på symbolrepresentasjon .....	18
Figur 4:	Skisse og foto av koblingsrack .....	19

Figur 5: Aksjonsforskningsspiralen (Gabel, 1995).....	42
Figur 6: Strukturen i de kontrollerte eksperimentene .....	45
Figur 7: Utviklingsfaser.....	46
Figur 8: Typisk skjermbilde fra IKT-artefaktets prototype.....	51
Figur 9: Koblingsrack for øvingsoppgaver.....	51
Figur 10: Skjermbilde fra Design 1b.....	52
Figur 11: Skjermbilde med animasjon som viser kontaktorfunksjonen .....	53
Figur 12: Segment av skjermbilde med øvingsprogram for ”holdekrets” .....	53
Figur 13: Elektrisk koblingsskjema og øvingsrack.....	55
Figur 14: Dataanimert skjermbilde, digital presentasjon av oppgaven.....	60
Figur 15: Grafisk framstilling av prosentvis fordeling for spørsmål 1 – 4 .....	69
Figur 16: IKT-hjelp sammenlignet med veilederhjelp.....	70
Figur 17: En testoppgave i konvensjonelt format .....	76
Figur 18: Grafisk framstilling av gjennomsnittlig ressursbruk .....	77
Figur 19: Regresjonskurver for hovedtest .....	80
Figur 20 Gjennomsnittlig tidsforbruk for hver av oppgavene .....	83
Figur 21: Oppgave T2, som er en del av kontrolltesten.....	85
Figur 22: Illustrasjon 1 av G. Salomon (upublisert notat, 2003).....	96
Formel 1: Illustrasjon av forholdet mellom stasjonære og statiske koder.....	32
Formel 2: t formel .....	82
Tabell 1: System- og analytisk paradigme (upublisert G.Salomon, 2003) .....	40
Tabell 2: Spørsmål som adresserer IKT-artefaktets funksjon .....	69
Tabell 3: Elevenes vurdering av IKT-hjelp sammenlignet med veilederhjelp .....	70
Tabell 4: Data fra år 2002- og år 2003 undersøkelsene, - IKT-artefaktets rolle .....	71
Tabell 5: Data fra år 2002 - og år 2003 undersøkelsene, - veilederens rolle .....	71
Tabell 6: Samlet og gjennomsnittlig tidsbruk og tid brukt til veiledning .....	76
Tabell 7: Spatialtesten .....	79
Tabell 8: Bakgrunnsdata for regresjonsanalyse .....	81
Tabell 9: Skjema som brukes til vurdering av individuell innsats i gruppa .....	84
Tabell 10: Forandring i korrelasjonsfaktor før og etter triangulering .....	84
Tabell 11: Kvantitative måledata fra kontrolltesten.....	86

# 1 Problemstilling

---

## 1.1 *Innledning*

Gjennom pedagogisk tilnærming søker man gjerne i skolesystemet å møte den enkelte elevs forskjellige forutsetninger og behov. I denne sammenhengen er læremidlene vi har til rådighet et sentralt virkemiddel. Pedagogiske budskap uttrykt gjennom tekstlige fremstillinger har sine sterke sider, men også sine klare begrensninger. Todimensjonale presentasjoner av faglige emner i form av tekst, grafikk, symboler fungerer bra i noen sammenhenger.

Undervisningserfaring fra noen yrkesorienterte fag i den videregående skole har imidlertid gitt meg et grunnlag for å reflektere over fellestrekk ved arbeidsoppgaver som av noen elever blir karakterisert som ”uforståelige” eller ”teoretiske”.

Problemen ser ut til å være knyttet både til spesielle faglige emner, og karaktertrekk ved den enkelte elevs ulike måte å lære på. Som lærer har jeg opplevd situasjoner i klasserommet eller på laboratoriet, der verbal framstilling og tradisjonelle lærermidler ikke synes å nå fram.

Arbeidet med denne avhandlingen har således vært konsentrert om å finne alternative læremidler som supplement til læreboktekstene. I denne sammenhengen har fokus blitt satt på effekten av databaserte animasjoner som pedagogisk hjelpemiddel. Undersøkelsen er knyttet til faget elektroteknikk i videregående skole. Den er avgrenset til noen konkrete kompetansemål; nærmere bestemt der skjematiske framstillinger av koblingsskjema skal omsettes til tredimensjonal, fysisk krets for elektromotorer og styrekretser.

Denne avhandlingen bygger på en antagelse om at læreboktekster som virkemiddel for å forstå og utføre mange praktiske operasjoner bør suppleres med andre hjelpemidler. Disse hjelpemidlene kan være med å hindre den forvirring som ofte synes å oppstå når elevene skal tolke slike todimensjonale tekster og symbolsystemer.

De IKT-baserte læremidlene er utviklet i et nært samarbeid med brukerne etter en aksjonsbasert modell. Dette gjøres innenfor de rammer som er velkjent for undervisningspraksis i videregående skole.

Ordet *forskning* og *forsøk* brukes litt om hverandre i denne avhandlingen. Dette gjøres i erkjennelsen av at avhandlingen er en slags svenneprøve på arbeid basert på vitenskapelige metoder.

Mange av kapitlene i denne avhandlingen har en innledning og en oppsummering. Innholdet er ofte slik at det kan leses tilnærmet som en selvstendig enhet. Dette har den ulempen at ved gjennomlesning av hele avhandlingen, kan noen poeng bli gjentatt.

## 1.2 Læringsteoretisk forankring i avhandlingen

Læring og kunnskap henger sammen. Man forutsetter at læring skal føre til en eller annen form for kunnskap eller kompetanse. Men hva er læring, hva påvirker læringsprosessene og hva er egentlig kunnskap? Dette er spørsmål som opptar mange forskere og pedagoger innenfor skole og utdanning, forskning og industri. Man kan snakke om forskjellige typer kunnskap og kompetanse. I norske skoler skiller man mellom formalkompetanse og realkompetanse. Vi skjønner at kompetanse ikke er et entydig begrep. Man kan ha formell kompetanse dokumentert gjennom eksamensvitnemål, uten å ha adekvate praktiske ferdigheter. Samtidig vet vi at mange mennesker er dyktige i praktiske disipliner uten å ha teoribakgrunn. Vi snakker om taus (implisitt) kunnskap, som er basert på erfaringer og ikke så lett lar seg formulere språklig. På den andre siden har vi eksplisitt kunnskap, som kan sies å være en mer teoretisk form for kunnskap, og som kanskje ikke har praktiske implikasjoner i det hele tatt.

”Når Jon drar på messer og demonstrerer lafting som ledd i markedsføring, omringes han av interesserte tilskuere – slike som oss – som spør og graver om hva han gjør, hvordan og hvorfor. Men det er jo nesten håpløst, sier han. Det er klart det må gjøres på denne spesielle måten; det må jo gjøres håndverksmessig riktig! Det går ikke an å forklare sånt, det er bare slik (Lauvås & Handal, 2000, side 9).

I denne undersøkelsen tar en utgangspunkt i et sett med faglige problemer som elevene definerer som ”teoretiske”, men som likevel dreier seg om praktisk anvendelse på basis av teoretisk forståelse. IKT-læremidlet som ble utviklet fikk

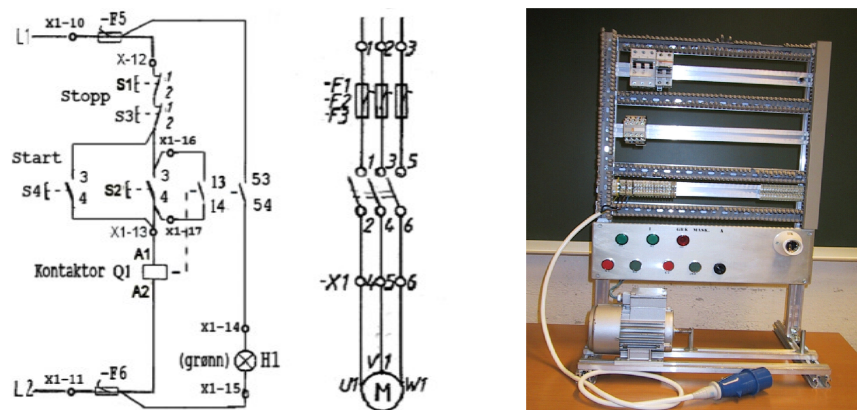
gradvis sin form i samarbeid med elever og lærere. Prinsippene for evolusjonært design med brukerdeltagelse, hentet fra skandinaviske systemtradisjoner, passer inn i en pedagogisk, aksjonsbasert modell. I slike kollaborative læringsmiljø ligger det til rette for naturalistiske, kvalitative tilnærminger.

Undersøkelsen er også farget av en undervisningstrend i videregående skole. I denne sammenhengen ser en tendensen til en nyorientering mot didaktiske prinsipper knyttet til individuelle forskjeller og læringsstil. Både på sentralt hold og lokalt utformes strategiplaner inspirert av at elevene skal ha et bredt læringsrepertoar. Det blir eksplisitt vist til Gardners (1983) teorier om ulike intelligenser også i denne undersøkelsen. Det er samtidig lagt vekt på at disse intelligenser ikke er isolert til individet. Intelligens betraktes som individets mulighet for samspill mellom intelligenser, faglige emner og sammenhenger. Elevens ulike læringstiler, de faglige karaktertrekk (fagenes læringsstil) og forskjellige måter i å skaffe seg kunnskap på gjennom bøker, IKT-hjelpemidler, kammerater og lærere blir sett i sammenheng.

### **1.3 *Forskningsspørsmål***

Denne avhandlingen har fått sin form og innhold gjennom utvikling og utprøving av nye IKT-baserte læremidler i en periode som har strukket seg over 18 måneder med elever på maskinlinjen ved Haugesund maritime videregående skole. Den første delen dreier seg om utvikling av et IKT-basert læremiddel. Dette danner grunnlaget for noen antakelser om hvilken effekt læremidlet har, og rollen det spiller i læresammenheng. I den første fasen er elever og lærere involvert i utviklingen av læremidlet etter en aksjonsbasert utviklingsmodell. I den neste fasen blir de nye læremidlene sammenliknet med tradisjonelle måter å undervise på. I elektrofaget på grunnkurs maskin i videregående skole inneholder lærebøkene en del elektriske diagram med et mangfold av forskjellige symboler. De elektriske kretsene blir framstilt som avbildning eller skisser av den fysiske kretsen, men også som et elektrisk funksjonsdiagram eller koblingsskjema. Dette tar utgangspunkt i kretsens elektriske funksjon og karakteristika. Det elektriske koblingsskjemaet har som regel ingen billedlig likhet med den fysiske kretsen, og komponentene er som regel også organisert helt annerledes. I denne undersøkelsen skal elevene utføre flere oppgaver med økende vanskelighetsgrad.

Med basis i det elektriske skjemaet (se Figur 1) skal elevene koble ledningsforbindelser på den fysiske kresen (til høyre i Figur 1). Dette innebærer mentale og kognitive operasjoner knyttet til tolkning av symboler samt elektroteknisk forståelse. Måten disse problemene blir presentert på i lærebøkene synes å bygge på antagelsen om at det er en enkel prosess for eleven å se sammenhengen mellom den teoretiske symbolpresentasjonen og en praktisk utførelse av kretsen.



**Figur 1: Elektroteknisk symbolskjema og avbildning av koblingsracket**

Mine observasjoner gjennom mange år med undervisning tyder imidlertid på at disse problemene er komplekse og vanskelige å løse for elevene. Elevene ser ikke intuitivt forbindelsen mellom disse to arenaene. Det krevers omfattende veiledning av kompetente personer og demonstrasjon på selve utstyret. Mange ganger har undervisningen mer eller mindre stoppet helt opp, selv om vi utnytter de tradisjonelle hjelpemidlene vi rår over. Det synes å være en "avgrunn" mellom elevens ståsted og selve kunnskapen. En løsning er at en veileder viser hver elev komponent for komponent hvordan kretsen utføres inntil eleven skjønner sammenhengen. Og selv med en lærer til hver elev, er det ofte vanskelig verbalt å forklare hvordan de elektrotekniske symbolene henger sammen med en fysisk krets. Det ble utviklet et grafisk grensesnitt som bl.a. animerer ledningsforbindelsene simultant i det elektriske diagrammet og på et digitalt bilde av den fysiske kretsen. Animasjonen manipuleres av brukeren og erstatter det elektriske koblingsskjemaet (se vedlagt CD-ROM: "Elektroniske vedlegg, Eksperimentoppgave 1 – 6").



**Symbolene** som er brukt i læreboksammenheng er sentrale når vi skal undersøke hvordan elevene tolker elektriske skjema. Symboler kan kategoriseres etter flere forskjellige kriterier. En vanlig måte er å skille mellom ikonisk eller abstrakte symboler (Goodman, 1968). Abstrakte (eller konvensjonelle) og ikoniske symboler representerer to ytterpunkter, men det er mange varianter mellom disse.

Jo mer et symbol ligner eller kopierer referansefeltet, jo mer er det en avbildning av objektet (Salomon, 1979).

Ikoniske symboler bruker billedlig representasjon, konvensjonelle eller abstrakte systemer formidler mening blant annet gjennom skriftspråk. Salomon (1979) hevder at det er symbolsystemet mediene bruker snarere enn deres andre karakteristika som forholder seg mest direkte til kognisjon og læring. Slike symbolske koder kan påvirke læring og mestring. "A code can activate a skill, it can short-circuit it, or it can overtly supplant it" (Salomon, 1979, side 134). Ordet supplant kan oversettes: "ta plassen til - erstatte". Forståelsen av det todimensjonale elektriske koblingsskjemaet og den tredimensjonale virkelighet hvor koblingen skal utføres, kan påvirkes gjennom et animert bilde av krets og tegning. Denne skjermrepresentasjonen viser koblingen ledning for ledning. Det kan virke som om teknologien kompenserer for, eller erstatter elvens manglende ferdigheter i tolkningen av det aktuelle symbolsystemet. Dette er bakgrunnen for mitt første forskningsspørsmål:

### **Forskningsspørsmål 1.**

Kan dataanimerte skjermrepresentasjoner erstatte manglende ferdigheter ved tolkningen av elektriske symboldiagram?

Videre vil jeg skille mellom effekt **med** IKT og effekt **av** IKT. Det skilles på effekt **med** teknologi hvor denne antas å gi støtte under arbeidet med å tolke den teoretiske framstillingen, og effekten **av** teknologien relatert til overføring av ferdigheter. Følgelig ser vi ikke bare på effekten med teknologi, men også hva som vil bli effekten når IKT-støtten ikke lenger finnes i læringsmiljøet.

## **Forskningsspørsmål 2.**

Hva er effekten av forutgående IKT-støtte ved tolkning av elektriske symboldiagram etter at IKT-støtten er tatt bort?

Den grafiske representasjonen av elektriske skjema er todimensjonale symbolsystem. Selve utførelsen med ledningsforbindelser og koblinger er en fysisk, tredimensjonal krets. IKT-baserte hjelpemidler er tenkt å være til støtte slik at elevene kan se sammenhengen mellom disse arenaene.

Vi forandrer læringsmiljøet fra en svært tidkrevende “vis – og - forklar” tilnærming til en situasjon hvor elevene er mer avhengig av de IKT-støttede, animerte forklaringene. Ikke alle elever ser ut til å profitere likt på en og samme undervisningsform; man kan ha forskjellige menneskelige forutsetninger (Gardner H., 1983, side 53). Ut fra de store individuelle forskjellene vi ser mellom elevene, antas det at effekten av det nye læringsmiljøet også vil avhenge av studentens evne til å forstå og tolke tredimensjonale representasjoner. Dette er bakgrunnen for forskningsspørsmål 3, som har et individual-pedagogisk siktemål.

## **Forskningsspørsmål 3.**

I hvor stor grad vil de nye IKT-baserte hjelpemidlene være et nødvendig redskap for alle elevene?

## 2 Læringsteoretisk grunnlag for undersøkelsen

---

### Innledning

Framstillingen i dette kapitlet er delt opp i ulike avsnitt. Først er det tatt utgangspunkt i et helhetlig perspektiv på læringsmiljøet (2.1). Deretter har en valgt å se nærmere på det læremateriellet som foreligger med bakgrunn i teorier om tolkning av symboler (2.2). I avsnitt 2.3 søkes det etter forklaringer på elevenes manglende mestring i teorier om individuelle forskjeller. Samlet har disse forskjellige perspektivene gitt grunnlag for å drøfte noen metodiske valgmuligheter (2.4). Tilslutt i dette kapitlet er det gjort et forsøk på å sammenholde de forskjellige teoriene som danner grunnlaget for undersøkelsen (2.5).

### 2.1 *Teoretisk perspektiv på læringsmiljøet*

Slik problemstillingen er formulert i kapittel 1, vil man i hovedsak undersøke hvordan de IKT-baserte læremidlene påvirker elevenes mestring og læring. I en klasseromsammenheng kan det være mange faktorer som påvirker læringsprosessen. I det vi kaller et sosiokulturelt perspektiv på læring betraktes ikke kunnskap som noe isolert fra de ytre omstendighetene og sammenhengens kunnskapen oppstår i. Kunnskap kan betraktes som situasjonsbetinget, delvis et produkt av aktivitet, kontekst og den kultur den er utviklet i (Brown, Collins og Duguid 1996).

En sosiokulturell tilnærming til læring og utvikling ble først systematisert og anvendt av L. S. Vygotsky og hans samarbeidspartnere i Russland på 1920-30 tallet. Vygotsky beskriver en utvikling hos barnet på to plan:

Any function in the child's cultural development appears twice, or on two planes. First it appears between people as an interpsychological category, and then within the child as an intrapsychological category (Vygotsky, 1981, side 163).

Begrepet *sosiokulturell* finnes ikke i Vygotskys litteratur, men er et uttrykk som er blitt mer og mer framtrædende hos forskere og pedagoger i hans ettertid,

som har videreført og videreutviklet arven fra Vygotsky. Det er basert på tanken om at menneskelige aktiviteter finner sted i en kulturell sammenheng, formidles gjennom språk og andre symbolsystemer, og kan best forstås i lys av deres historiske utvikling.

Det at kunnskap er noe man ”tilegner” seg eller erverver, uten å se det i sammenheng med det ytre miljøet, vil ut fra et sosiokulturelt perspektiv på læring bare være en del av sannheten. Vygotsky så ikke på kunnskap som noe man kunne overføre gjennom transmisjon, men mer som en transformasjon av kunnskap. Vygotsky sier dette slik: ”In this way he rejected the Cartesian dichotomy between the internal and the external” (Vera-John Steiner og Holbrook Mahn, 1996). Vygotsky (1981) går altså imot en dualistisk tankegang rundt den indre og den ytre verden. Individet handler og utvikler seg i et samspill med miljøet og kulturen det omgir seg med, og det blir meningsløst mener Vygotsky å skille individet fra de sosiokulturelle faktorer. Hendelser og læringsprosesser skjer samtidig på det indre plan og i den ytre, sosiale sammenhengen, og begge deler forandres. Den individuelle tilpasningen skjer i et samspill med omgivelsene. Omgivelsene kan her være både mennesker og medierende artefakter. Slik blir kunnskapen mer en individuelt tilpasset konstruksjon enn en overført størrelse.

Læring skjer ikke i et vakuum, kunnskap har alltid en sammenheng.

Aktivitetssammenhengen kunnskapen er utviklet i er ikke underordnet læring og kognisjon, den er heller ikke nøytral. Men læringsammenhengen er en integrert del av kunnskapen (Brown, Collins og Duguid, 1996). Læring sett i dette perspektivet kalles også situert læring.

### **Situert læring**

Det å lære et språk er i utgangspunktet en naturlig prosess som foregår i barnets oppvekstmiljø. Her er læringen og de sosiale aktivitetene vevd inn i hverandre. Man kan også lære språk i andre sammenhenger, for eksempel med basis i ordbøker, verbale eksempler og øvelser. Dette har i mange sammenhenger demonstrert forskjellen på teori og praksis (knowing and doing), og oversett hvordan den aktuelle situasjonen strukturerer kognisjon (Brown, Collins og Duguid, 1996).

Spenningsfeltet mellom teori og praksis er også noe av utgangspunktet for problemstillingen i denne avhandlingen (se innledningen). Elevene oppfatter temaet som teoretisk og vanskelig å forstå.

Et situert læringsperspektiv betyr ikke å fornekte at det eksisterer ”inne i hodet operasjoner”, men det er mer å si at forholdet mellom det menneskelige sinn og miljøet rundt er komplekst og i gjensidig avhengighet av hverandre. Det ville være en overforenkling å betrakte disse som separate.

Dette utgjør da også to litt forskjellige aspekter ved læring, som reflekteres i dette kapittelet ved at jeg både viser til teorier som beskriver læringsmiljøet og læremidlene. I denne siste delen peker jeg også på hvordan den enkelte kan oppfatte omgivelsene gjennom symbolikk og symbolske representasjoner.

Det å lære ved hjelp av en oppslagsbok, overser på hvilken måte forståelse utvikler seg som resultat av kontinuerlig, situasjonsbestemt bruk. Dette gjelder også enhver metode for undervisning av abstrakte konsepter uavhengig av autentiske situasjoner. I dette ligger det en erkjennelse av at et situert perspektiv ikke betyr avgrenset tid, eller tid som i ”tidspunkt”, men som en utvikling i tid. Et konsept vil kontinuerlig utvikles for hver ny situasjon av bruk. Det å utforske en ide eller et konsept er både situert og en progressivt utviklet tankeaktivitet. En måte å betrakte læring på er å se på kunnskap som verktøy. Man må lære å bruke et verktøy. Det finnes sammenhenger og situasjoner hvor verktøyet kan brukes og hvor det ikke kan brukes. Man kan således si at konsept, aktivitet og kultur er avhengige av hverandre, og at læring involverer alle tre. Dette involverer også denne spesielle kulturens oppfatning og måten å se verden rundt seg på.

Det sosiokulturelle perspektivet ser altså på læring som knyttet til kontekst, sosial sammenheng og kulturell sammenheng.

Læring er distribuert i en vev av utvikling, kultur og andre menneskers tro og oppfatning i en forståelse av hva de gjør og hvorfor de gjør det. Kunnskapen er situert, knyttet til handlingstidspunktet, ikke ”frosset i tid”, men i kontinuerlig utvikling. Dette er en kunnskap som er konstruert i et felleskap hvor mange er med å formidle (medierer), og hvor kunnskapen er i utvikling. Slik er den i interaksjon med den aktuelle situasjonen, og begge påvirkes og forandres gjensidig.

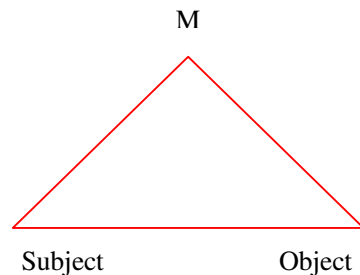
## Medierende artefakter

Det sosiokulturelle perspektiv kjennetegnes også ved erkjennelsen av mennesket som bruker av psykologiske og fysiske verktøy. Det hevdes at det er nettopp dette som betegner det intelligente mennesket, vår evne til å lage og bruke verktøy. Disse redskapene har selvfølgelig utviklet seg sammen med menneskeheten, og får i dag uttrykk gjennom et avansert høyteknologisamfunn og en ”digitalisert” hverdag. ”Man, if you will, is shaped by the tools and instruments that he comes to use” (Vera-John Steiner og Holbrook Mahn, 1996). Menneskelig handling både på det sosiale og individuelle plan medieres av redskaper (artefakter) og tegn (symbolsystem). Pedagoger, psykologer og forskere har ulike oppfatninger om hvordan den ytre verden representeres i den indre gjennom internalisering. Internalisering erstattes gjerne av det engelske ”appropriation” i en sosiokulturell sammenheng. I denne prosessen står mediering og medierende artefakter sentralt i et sosiokulturelt læringsperspektiv.

Det at redskaper og symbolsystemer spiller en rolle i dette å reflektere og påvirke den menneskelige psyke har lenge vært anerkjent. Men det skyldes hovedsakelig den sosiokulturelle tradisjonen til Vygotsky (1978) og de vestlige fortolkere av denne, at det i undervisningssammenheng er viet oppmerksomhet til redskaper som sosiale mediatorer av kunnskap. Redskaper er da ment i vid forstand. De inkluderer ikke bare fysiske redskaper, men tekniske prosedyrer som algoritmer fra aritmetikk og symbolske ressurser slik man finner det i språk, matematiske notasjoner og musikalske notasjoner, med mer (Salomon og Perkins, 1998).

Vygotsky mente om rollen til semiotisk mediering at ved å mestre naturen, mestrer vi oss selv. Han listet opp en rekke semiotiske verktøy: språk, forskjellige typer tallsystemer, ”mnemonics” teknikker, algebraiske symbolsystem, kunst, skriving, diagrammer, kart og alle typer konvensjonelle tegn, med mer (Vygotsky 1981, side 137).

En mediert handling har en mer kompleks årsak-virkningsammenheng enn for eksempel en ren stimulus-responsforståelse i en behavioristisk forklaringsmodell. Det er vanlig å illustrere dette forholdet som vist i Figur 2 (Salomon G., 1993, side 5).



**Figur 2: Mediering gjennom artefakter**

Trekanten illustrerer at individet (Subject) ikke bare står i en direkte kontakt med omverdenen eller andre mennesker (Object), men gjør det gjennom medier (M) hvor også medierende artefakter spiller en viktig rolle. Den viste figuren avspeiler kun et statisk forhold mellom subjekt, objekt og medierende artefakter og gir således et begrenset uttrykk for sammenhengen. Tidsperspektivet vil også være avgjørende da dette er en dynamisk relasjon (Salomon, 1993, side 6).

I forsøkene som beskrives her kan man kanskje forvente at IKT-artefakter i form av dataanimerte skjermpresentasjoner påvirker læringsmiljøet og får en medierende rolle. I følge Vygotsky medierer semiotiske mekanismer sosial og individuell funksjonalitet.

”For Vygotsky, semiotic mechanisms (including psychological tools) mediate social and individual functioning, and connect the external and the internal, the social and the individual” (Vera-John Steiner og Holbrook Mahn, 1996).

Mediering er ofte nært knyttet til redskaper eller artefakter. Et eksempel er Batesons fremstilling (Bateson, 2000) av den blinde mannen som bruker stokk for å ta seg fram. Stokken vil etter hvert bli en slags forlengelse av sanseapparatet til den blinde. Den blinde tar seg fram ved å kjenne med stokken og lytte etter lyden av stokken som treffer forskjellig underlag. Hvor starter kroppen? Er det mentale systemet begrenset til håndtaket på stokken, eller er den begrenset ved huden? Starter den halvveis oppe på stokken eller ved stokkens ende?

Stokken blir som en forlengelse av mannens sanseorgan, og vil fungere omtrent på samme måten. Lyden fra stokken, fysisk motstand, mekaniske bevegelser vil alle inngå i et læringsmiljø som formidler mer enn den blinde mannens persepsjon uten stokk.

Det er en lærdom som vil være meningsløs isolert fra sammenhengen. Tar man stokken bort, har mannen fortsatt de innlærte reaksjonsmønstre og ferdigheter med seg, men artefaktet er borte og læringen får en helt annen verdi.

Mediering involverer også regler, normer, arbeid, ansvarsfordeling og konvensjoner.

Sosiale og kulturelle sammenhenger utvikles og forandres gjennom et samspill med individer og grupper. De påvirker og forandrer hverandre gjensidig. På samme måte vil også artefaktene bli skapt og forandret ved gjensidig påvirkning og interaksjon. Kombinasjonen av person og redskap skaper en ny kognitiv entitet med en beriket kulturell arv og utvidede muligheter (Salomon og Perkins, 1998).

I et sosiokulturelt perspektiv er det grunnleggende at fysiske, intellektuelle og språklige redskaper medierer virkeligheten

### **Den nærmeste utviklingssonen -ZPD**

Læring er en prosess som skjer både mellom mennesker og i mennesker. Språk legger til rette for sosiale prosesser og samhandling. I slike sosiale prosesser kan man få innsikt i ny kunnskap som senere kan internaliseres av individet. Slik kan man få del i den verdi som ligger i kulturen gjennom språk og samhandling.

Slik samhandling kan involvere foreldre, lærer eller medelever. Disse kan formidle ny informasjon, forklaringer, instruksjoner og tilbakemeldinger på egne tanker. Det er imidlertid ikke slik at all form for samhandling gjennom språk induserer utvikling og vekst. Ting kan bli sagt som representerer kunnskap man allerede kjenner, eller den kan være for komplisert til å forstå. Læring vil ikke finne sted i noen av disse tilfellene. Vygotsky (1978) definerte en sone hvor tema og ferdigheter var innenfor rekkevidde for mennesket. Den nærmeste utviklingssonen (The Zone of Proximal Development, ZPD) er et område med ferdigheter og kunnskap som en ennå ikke mestrer alene, men som kan mestres ved hjelp av mer kompetente veiledere. Det blir slik en oppgave for læreren å tilrettelegge og gjenkjenne slik kunnskap. I dette perspektivet må vi også forstå begrepet ”stillasbygging” (scaffolding). I tillegg til å bedømme elevens utviklingstrinn og hva som er kunnskap i den nærmeste utviklingssonen, må læreren være en del av den stillasbygging som skjer rundt eleven.



Dette er assistanse som hjelper eleven til å se kunnskap i den nærmeste utviklingssonen og gir hjelp til ferdigheter som ennå ikke mestres på egen hånd. Denne eksterne sosiale prosessen som ligger i metaforen om stillasbygging, kan for eksempel være ledende spørsmål fra læreren i problemløsningsfasen, eller samhandling med andre mer kompetente medelever. Stillasbygging i klasserommet kan skje på forskjellige måter gjennom bruk av ledende spørsmål, antydninger og tilrettevisninger, eller modellerte, forbilledlige handlinger.

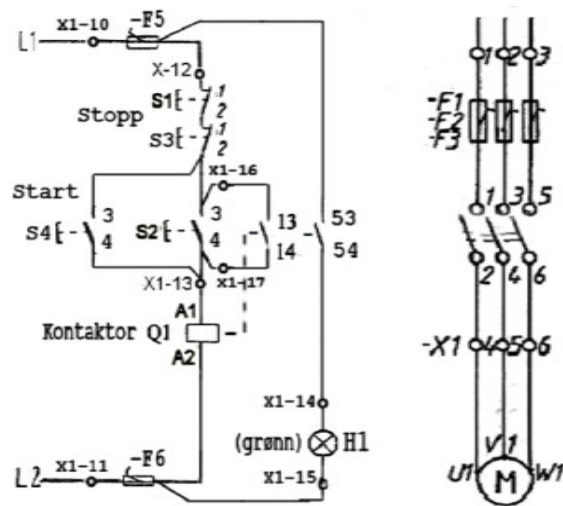
I forhold til det aktuelle læremiljøet som denne avhandlingen sikter til, er det en sterk tradisjon for en mer taktil, handlingsorientert undervisning. Dette ligger innenfor den mester-lærlings tradisjon som mange fagrettede skoler bygger på, og som i en viss grad er til stede også innefor undersøkelsens kvantitative fase . Stillasbygging kan også innebære adaptiv nedbryting av lærestoffet til mindre og mer forståelige enheter. Eleven kan således i første omgang mestre mindre krevende oppgaver, for så gradvis å testes i oppgaver med større vanskelighetsgrad. Samarbeide med personer som er mer kompetente er et vesentlig punkt innefor ZPD og filosofien rundt stillasbygging.

For elevene i undersøkelsen denne avhandlingen omhandler, er det ikke alltid nok å få demonstrert eller modellert visse handlinger. Handlingene er sterkt knyttet til forståelse om hvorfor det gjøres på nettopp denne måten. Det finnes en rekke handlinger som ser tilnærmet like ut, men likevel får totalt forskjellige konsekvenser i en elektronisk sammenheng. Handlingene må settes i sammenheng med elektrotekniske funksjoner. Dette gjør forbilledlig modellering av disse handlingene mye mer kompleks enn for eksempel demonstrasjon av mange rent manuelle operasjoner.

## **2.2      *Analyse av læremidlene***

Det brukes flere typer læremidler for å hjelpe elevene i arbeidet med nye faglige emner. Sentralt i denne sammenheng står tolking av forskjellige symboler og symbolsystemer.

Den grafiske representasjonen i Figur 3 er et spesifikt eksempel på dette. Hvilket utseende symbolet har er grunnleggende. Det samme kan sies om sammenhengen det brukes i.



Disse symbolene har et slags billedlig uttrykk, samtidig som de minner noe om et kart. De skal imidlertid ikke tolkes verken som kart eller som bilde. Symbolsystemet er sammensatt av analoge og digitale elementer, men er i hovedsak mer entydig og tolkbart enn vanlig skriftspråk. Likevel har elevene store vansker med å toke dette symbolsystemet.

**Figur 3** Eksempel på symbolrepresentasjon

Symboler i denne sammenhengen karakteriseres ved at de representerer noe. De står for noe "utover seg selv". Når elevene skal forholde seg til symboler som representerer elektriske komponenter, blir de stilt ovenfor et helt nytt symbolsystem. Det virker ikke som om elevene har sett eller reflektert over disse elektriske symbolene før. Min praksiserfaring er at elevene leter etter likhetstrekk mellom symbolenes utseende og det de skal symbolisere. Dette temaet har vært gjenstand for ulike oppfatninger i litteraturen.

"Indeed the differences between depiction (or representation) and description (or denotation) were long held to be associated with the semantic relationship between symbol and referent ... Thus it would also follow that faithfulness of symbols to referent, or at least some measure of similarity between the two, is necessary for depiction or representation" (1979, side 37 og 38).

Goodman (1968) argumenterer sterkt for en slik måte å forstå symbolsammenhenger på ut fra logiske grunner.

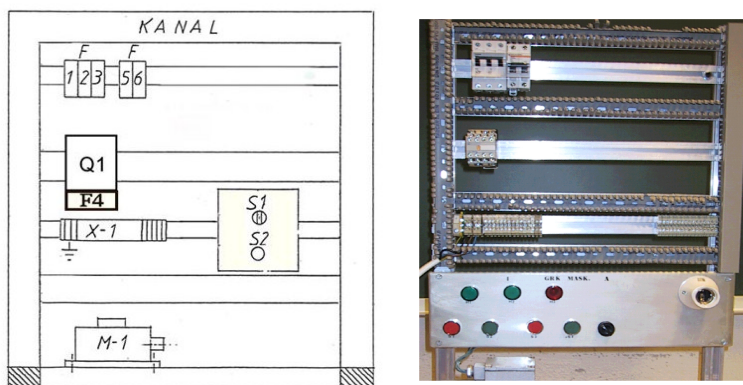
Eisner (1970) bygger også sin argumentasjon på symbolenes likhet med referanseområdet, idet han deler symbolene inn i fire hovedkategorier. De engelske betegnelse er: "Conventional, representational, connotative and qualitative symbols."

I Eiseners inndeling av symbolene ligger det en implisitt forståelse av at likhet mellom symbol og referanseområde også betyr at det er en meningssammenheng. Slik at symboler som vi kan kalle ”representative” formidler grunnleggende kvaliteter fra sine referanseområder og gjengir dem på en troverdig måte (Salomon G., 1979, side 37).

Noen mener at likhet ikke kan være kriteriet for symbolforståelse. Likhet mellom symbol og referansefeltet er verken ”nødvendig eller nok” i seg selv, hevder Goodman (Salomon G., 1979, side 39). ”En statsmann framstilt som en løve, kan meget vel representere denne personen uten å ligne ham. Bildet ligner en løve, men representerer ikke en løve” (Goodman, 1968). Goodman bruker uttrykket ”notationality” og mener at det er de karakteristiske trekkene ved ”notationality and its correlates” som er avgjørende. Jeg har valgt å fornorske dette ordet og kaller det notasjonalitet. ”Notational” kan oversettes lesbar, tolkbar eller noe som lar seg dekode. Jeg vil imidlertid forsøke å forklare meningen i disse begrepene etter en gjennomgang av symbolenes karakteristiske egenskaper.

## Presentasjonsformer

I forhold til spørsmålet om symboler må ligne objektene eller fenomenene de skal representere, kan en diskutere hva det ligger i dette å ligne på. I de første animerte skjermpresentasjonene jeg laget til forsøkene brukte jeg en skisse av den fysiske kretsen og det elektriske diagrammet for å illustrere sammenhengen mellom disse to (se figur 4). Dette innebar at jeg måtte forklare hva denne skissen stod for. For å forbedre skjermpresentasjonen valgte jeg å bytte skissen ut med et foto av kretsen. Skissen er vist på bildet til venstre i Figur 4, og fotoet av kretsen er vist til høyre.



**Figur 4: Skisse og foto av koblingsrack**

Det er imidlertid mange måter å ta et bilde på. Vinkel, utsnitt, belysning, osv gjorde at det ble helt forskjellige bilder, og jeg tok ganske mange forskjellige bilder før jeg fant et som jeg var fornøyd med. ”... a picture does not so much mirror as take and make” (Susan Sontag, 1978, side 88).

Ingen avbildning kan til fulle kopiere eller imitere et motiv. Et objekt har mange kvaliteter, en mann kan være en person, en samling atomer, en fiolinist, en venn, en streng person, en omsorgsfull far, en sønn, osv (Goodman, 1968). Det er ikke noen entydig metode for å skape en avbildning som ligner motivet. Hvis *en* kvalitet er tatt med, blir gjerne en annen utelatt, for ikke alle egenskapene kan gjengis samtidig.

### **Klassifisering av symbolsystemer - tolkbarhet**

Man kan stille spørsmålet om hva som er karakteristisk ved symbolene og hvilke kriterier man kan klassifisere dem etter. Det kan være vanskelig å finne en entydig måte å analysere symbolsystemer på. Graden av ”notasjonalitet” (tolkbarhet) kan være sentralt i denne sammenhengen. Goodman bruker dette som et kriterium for klassifisering av symbolsystemer.

Ethvert objekt, bevegelse, gest, tegn eller hendelse kan potensielt tjene som en symbolsk kapasitet, forutsatt at det antas å representere, dekode eller uttrykke noe ut over seg selv (Salomon G., 1979, side 29). I denne sammenhengen begrenses betydningen til symboler som kan formidle informasjon – det vil si symboler som muliggjør at det kan utledes et kunnskapsinnhold. Symboler tjener som tegn eller kodingslementer (som for eksempel i alfabetet) med regler eller konvensjoner for hvordan de skal arrangeres eller settes sammen til et *skjema*. Regler for syntaks varierer sterkt fra skjema til skjema. Noen skjema har klare regler for syntaks, slik som tilfelle er i et språk. Slike regler påvirker hvor entydig det aktuelle symbolsystemet blir i sin kommunikasjon. De atomiske elementene (enkeltelementer som tegn eller karakterer) i symbolsystemet kan igjen kombineres til et sammensatt element. Disse kan igjen fungere sammen med andre tilsvarende kombinasjoner. Et eksempel på dette er skriftspråk hvor bokstaver utgjør ord, og ord settes sammen til setninger, setninger til avsnitt osv.

I et bildeskjema (pictorial scheme) kan et hvert symbol betraktes som atomisk: et fjes, et bilde, en prikk, osv (Salomon G., 1979, side 31).

## **Systemer av symboler**

”Et symbolskjema blir et symbolsystem når det kan korreleres med et referansefelt” (Salomon G., 1979, side 31). Dette referansefeltet kan da sies å dekodes eller bli tolket av symbolsystemet. Vi kan også si at det aktuelle skjema har sitt tolkingsområde hvor det er gyldig. Musikkframførelse er for eksempel referansefeltet for noter, motivet er referansefeltet for fotografier og referansefeltet for skrift er ord.

Det er viktig for forståelsen av symbolsystemer at også måten de kombineres og sammenstilles på, sees i forhold til tilsvarende forhold i referansefeltet. I skriftspråk formidles innholdet når ord og bokstaver leses fra venstre mot høyre. Den spatiale innbyrdes plasseringen av elementer på et kart korrelerer med plasseringen av tilsvarende elementer i terrenget. Dette forstås ut fra de regler og konvensjoner som gjelder for symbolsystemene (som er mer komplekse enn det jeg har referert her). I et elektrisk diagram sier konvensjonen for symbolsystemet at symbolene ikke nødvendigvis plasseres spatiale i henhold til plasseringen i referanseområdet. Slike symboler plasseres ofte ut fra den elektriske funksjonen de har. Symbolet må også tolkes i henhold til det symbolsystem det tilhører. Hvis man bruker konvensjonene for geografiske kart på et elektrisk diagram, blir tolkningen av symbolsystemet helt feil.

Også enkelte atomiske elementer vil bli tvetydige, og noen ganger helt umulige å tolke, hvis man ikke ser dem i sammenheng med et symbolsystem: Et rødt lys representerer en ting når det er en del av symbolsystemet trafikklys, men en helt annen ting når det er en del av symbolsystemet lanterner på skip. Tall kan bety helt forskjellige ting ut fra om de er en del av et matematisk system, eller om de er en kode i et datasystem. Et tall kan her være en fargekode, et tegn, eller en aritmetisk størrelse, etc. Oppsummert kan vi da si at symbolsystemet består av to komponenter: Den syntaktiske komponenten (atomisk eller sammensatt symbol) og regler/konvensjoner for sammenstilling og kombinasjon.

## **Ikoniske og abstrakte symboler – representasjonsgrad**

Man kan skille mellom begrepene representere/avbilde kontra beskrive/dekode.

Med dette menes at noen symbolsystemer representerer gjennom det uttrykket de får mens andre er beskrivende. Dette tilsvarer på mange måter to ytterpunkter for uttrykket i et symbolsystem. Jo mer et objekt ligner, kopierer eller imiterer sin referent, jo mer er det en avbildning av objektet. Slik har symbolene ofte blitt rangert langs et kontinuum hvor symboler som har likhet med avbildede objekter representerer det ene ytterpunktet, og konvensjonelle eller digitale symboler det andre (Salomon G., 1979, side 36). Eller sagt på en annen måte: fra ikoniske symboler til abstrakte.

Notasjonalitet er en egenskap som kan finnes i mindre eller større grad. Et notasjonalt system består av et sett diskrete tegn (for eksempel noter) korrelert med et referansefelt som er tilsvarende segregert (toner fra et instrument). Dette skjer slik at tegnene i systemet "isolerer" objektet(ene) det representerer, eller motsatt at et objekt "isolerer" det tegnet som det korrelerer med.

"Notationality contrasts with a continuous, unsegregated (for example, pictorial) system for which no alphabet or set of disjoint characters exists" (Gardner, Howard og Perkins, 1974, side 31, referert av Salomon G., 1979, side 33).

For at et system skal være notasjonalt, må både dets elementer og referenter være diskrete og segregerte, slik at det er en-til-en korrespondanse mellom dem. Fordi språk inneholder mange tvetydigheter, er det bare delvis notasjonalt.

Et system som verken inneholder diskrete elementer, eller refererer til et vel segregert referansefelt, er ikke-notasjonalt. Bilder er i denne sammenhengen ikke notasjonale. Et bilde inneholder uendelig mange nyanser og overganger, og det finnes ikke et sett av symboler som kan referere til alle disse nyansene. Et ikke-notasjonalt system, som et bilde, kalles også for mettet fordi det bærer informasjon i mange dimensjoner og nyanser. En skisse vil ikke være så mettet som et bilde eller et foto, da det her er filtrert ut mye informasjon. Selv om et bilde i seg selv egentlig er ikke-notasjonalt, kan symbolsystemet det representerer gjøre at det blir notasjonalt. Hvis bildet av en bil står for enheten 1000 biler i et diagram, og 1000 biler alltid er representert ved symbolet bil, er systemet notasjonalt.

På samme måte er et elektrisk diagram eller skjema et notasjonalt system selv om det har et utseende som minner litt om et bilde. Prikker, linjer og symboler er diskrete og semantisk utvetydige. Det finnes ikke to symboler som betyr det samme, og en komponent kan ikke ha to forskjellige symboler.

Et annet eksempel på et notasjonalt symbolsystem er noter, som er helt utvetydige. Et bilde må leses på en annen måte enn for eksempel tekst i språk. Man må sågar kanskje anvende forskjellige mentale evner. Noen anfører at et bilde må gjenkjennes ("be recognized") mens ord forstås (Salomon G., 1979, side 36). Selv om farge, tykkelse, størrelse, osv ikke typisk er relevant ved lesning, har slike aspekter stor relevans i et maleri. Ikke noe symbol i seg selv er en avbildning eller en beskrivelse (depiction/description). Det system det tilhører bestemmer dets natur som avbildning eller beskrivelse. Status som representasjon som Goodman beskriver det, er relatert til det symbolsystem det tilhører. Slik vil et bilde av en mann avbilde denne mannen når det er en del av et billedsystem, men en kommando eller en beskrivelse ("nå kan du gå") når det er en del av symbolsystemet trafikklys. Det som egentlig teller da, er forholdet mellom symbolene innenfor samme symbolsystem. Eller sagt på en annen måte: det som får et symbol til å avbilde eller beskrive, er det systemet det tilhører. Hvordan ting oppfattes og blir forstått avhenger i vesentlig grad av symbolsystemene man bruker eller velger å bruke.

Bilisten er ikke fornøyd med den verbale forklaringen og etterspør et annet symbolsystem, nemlig kartet, som han mener vil tjene formålet bedre.

Våre daglige erfaringer vitner om at noen symbolsystemer passer bedre enn andre til å formidle et bestemt budskap.

En måte å vurdere symbolsystemenes kvalitet som informasjonsformidler på, er å vurdere likhetsgraden eller overensstemmelsen mellom det **presenterte** og det **representerte**. Man kunne argumentert for at det symbolsystemet som i størst grad ligner referenten, eller kopierer denne på best måte, også best formidler budskapet. Men som tidligere omtalt er "likhet" rent filosofisk og logisk nokså tvetydig. Når det ikke finnes en entydig måte verden kan avbildes eller kopieres på, gir det heller ingen mening å snakke om hva som ligner mest.

*Rather, one can speak of the correspondence between how an aspect of the world is presented and the images, conceptions, or, more generally, the schemata into which it is to be assimilated" (Salomon G., 1979, side 66).*

Når det hevdes, som for eksempel Goodman (1968) gjør, at likhet mellom symbol og referent verken er et nødvendig eller tilstrekkelig kriterium for klassifisering av symbolsystemer, kan dette i første omgang virke logisk nok.

En løve kan representere en statsmann uten å ligne ham. Erfaring viser likevel at man intuitivt søker etter likheter. Som mennesker er vi født med evnen til å fornemme likheter og vi leter hele tiden etter dem (Salomon G., 1979, side 43).

Det er noen indikasjoner på at vi behandler fotografier eller ”realistiske” avbildninger som mer lik den reelle verden enn et abstrakt bilde (selv om bildet kan være totalt imaginært). Derfor kan man stilt overfor et symbol som forstås ut fra en ”opplevd likhet”, tolke at dette bildet står for en meningssammenheng.

”Our nervous system is apparently constructed to make us categorize perceived elements around conceptual prototypes (Rosch, 1975 referert av Salomon G., 1979, side 43), in natural classes such as dog or lemon (Putnam, 1975 referert av Salomon G., 1979, side 44), or in terms of perceptual ”good” examples (Anderson, 1978 referert av Salomon G., 1979, side 44).

Til tross for det faktum at en mann er en samling atomer, en frimerkesamler eller en omtenkssom politimann, ville vi sannsynligvis avvise disse uttrykkene fordi de ”mangler likhet”. Disse sannhetene ville ikke ligne det bilde eller den oppfatning vi hadde fra før om denne personen.

Det kan se ut som om vi rent psykologisk forstått, ser etter likhet i ikke-notasjonale systemer, og således behandler avbildninger som om de inneholder virkelige eller imaginære likhetsattributter. Funn i empiriske studier antyder at opplevd likhet blir assosiert med stor grad av representativitet. Tvesky (1977 referert av Salomon G., 1979, side 44) har definert likhet som en positiv sammenheng av felles attributter og en negativ sammenheng av iøynefallende forskjeller.

En korrekt identifisering av en avbildning er avhengig av en forutgående indre representasjon, og påvirkes av denne. ”perception is guided by internal schemata of past experiences and knowledge that determine what stimuli will be picked up from a perceptual field.” (Neisser, 1976 referert av Salomon G., 1979, side 46). Det er avgjørende hvordan tidligere erfaringer er blitt oppfattet og hvilke indre representasjoner disse erfaringene har forårsaket. Dette har ikke så mye med hvordan virkeligheten reelt har vært, men hvordan den er blitt oppfattet. Nye stimuli vil bli formet av dette.



”If having common features with some pre-existing image, scheme or template underlies similarity, then one may ask why dense (analog) symbolic presentations are more often considered “realistic” than notational ones” (G. Salomon, 1979, side 47).

Noe av svaret på spørsmål ligger i naturen til den ”dominerende” indre representasjonen og begrepet analog prosess. Analog prosess vi si at ethvert stadium i den indre representasjonen har en en-til-en korrespondanse med tilsvarende tilstander i den eksterne verden. Analoge bilder av objekter og transformasjoner er i det store og hele de samme enten transformasjonen eller objektet er innbilte eller faktisk opplevde. Dette gjelder spesielt spatiale konstruksjoner og operasjoner. ”Figural and spatial elements in our environment have a grater chance of being mentally represented by internal dense carriers” (Huttenlocher, 1973, referert av Salomon G., 1979, side 48). Følgelig har en billedlig, mettet, symbolsk representasjon som man stilles overfor, en stor mulighet for å være en analogi av den indre representasjonen.

I den grad vi bruker, eller kan generere mettede indre representasjoner av en entitet, vil ytre mettede representasjoner ha en tilbøyelighet til å bli oppfattet som realistiske, virkelighetstro, like, eller ikoniske.

Når det imidlertid ikke kan genereres en indre representasjon, mettet eller notasjonal, er det ikke sannsynlig at en ytre representasjon vil bli oppfattet som realistisk. For de fleste av oss vil frihetsgudinnen (New York) være en realistisk gjengivelse av en kvinneskikkelse, men ikke av frihet og uavhengighet. Bildet av en enhjørning har ingen reell referanse, men de fleste av oss har en forestilling om dette symbolet og assosierer det med stemninger, holdninger eller hendelser. Den dominerende indre representasjonen, - den som ”overlever” de andre, er gjerne en billedlig, mettet representasjon, i analgi med en ytre referanse. Denne dominerende, indre representasjonen er gjerne ikke-notasjonal som en hovedregel, men kan unntaksvis også være en notasjonal representasjon.

”The fact that dense symbol systems are more likely to be assigned high similarity values may tell us more about how we represent the world to ourselves than about the symbol system.” (Salomon G., 1979, side 49).

Mettede, spatiale representasjoner vil ut fra det som her er sagt lettere oppfattes som virkelighetstro. De forbindes med indre, analoge, dominerende billedlige representasjoner, som ikke nødvendigvis er basert på realiteter, men likevel oppleves reelle og virkelighetstro. Dette gjøres ut fra tidligere individuelle erfaringer og omgang med symbolsystemer generelt.

### **2.3 Individuelle forskjeller - tolkning og forståelse**

Det ser ut for meg som om det er store individuelle forskjeller blant elevene på hvordan de tolker de elektrotekniske symboldiagrammene, og hvordan de lærer dem. En kan kanskje undres over hvorfor forskjellige mennesker under ellers like forhold synes å lære forskjellig. Innenfor “differensialpsykologien” er man opptatt av rollen individuelle forskjeller spiller. ”Differential psychology investigates the role of individual differences such as intelligence, cognitive styles, and personality on human behavior” (Jonassen og Grabowski, 1993).

Gardner har funnet frem til at mennesker har minst 7 ulike evnekategorier:

- Språklig/verbal
- Logisk/Matematisk
- Visuell/spatial
- Musikalsk
- Kroppslig/kinestetisk
- Sosial
- Selvinnsikt

Individuelle forskjeller, evner og læringsstil ser ut å bli mer fokusert i diskusjonen om pedagogiske tiltak. Det blir hevdet at god kommunikasjon og læringspedagogikk bør legges opp på en slik måte at en benytter flest mulig av de 7 evner - målrettet og med innsikt i målgruppens mottagelighet.

Det har vært nærliggende å trekke inn visuelle og spatiale evner i spørsmålet om tolkning av todimensjonale visuelle representasjoner over til tredimensjonale uttrykk, slik eleven må gjøre det i forbindelse med de elektrotekniske kretsene. Visuell - spatial intelligens preges av sanseskarphet for å se detaljer, samtidig som evnen til å se rom og avstand er godt utviklet.

Noen vil raskt orientere seg i en fremmed by og finne frem til ukjente steder. Andre leser kart hurtig selv om de snus på hodet. Dette er eksempler på visuell - spatial intelligens, og den er sentral for grafiske framstillinger, todimensjonale og tredimensjonale bilder av virkeligheten, og for å utforme symboler som kart, diagram og modeller (Gardner H, 1983, side 162).

Det er flere syn på hvordan den visuelle hovedkomponenten av intelligensen er sammensatt. Spatialevnen er gjerne knyttet til visuelle sanseinntrykk, men behøver ikke være det. Blinde mennesker som ikke har tilgang til visuelle sanseinntrykk, kan også nå langt i spatiale ferdigheter. Sentrale, beslektede trekk i spatial intelligens kan være: evnene til å gjenkjenne elementer under ulike forhold, evne til mentalt å forandre objekt, evnen til å fremkalle mentale bilder og manipulere disse, evnen til å avbilde grafisk, spatial informasjon, osv. Alle disse operasjoner fungerer stort sett uavhengig av hverandre og kan utvikles hver for seg. På samme måte som rytmefølelse og tonesikkerhet virker sammen hos musikalske mennesker, virker de spatiale komponentene sammen hos spatialt begavede mennesker” (H. Gardner, 1983, side 161).

Gardner (1983) identifiserer også en annen side av den spatiale intelligensen som evnen til å kunne se likheter i to tilsynelatende vidt forskjellige former, eller mellom to ulike felt av erfaringer og opplevelser. I sammenheng med tolking av elektriske skjema til fysiske tredimensjonale kretser, er det grunn til å anta at elevene støtter seg nettopp på slike evner. Noen forskere går svært langt i å vektlegge betydningen av den spatiale intelligensen for å tolke og forstå sanseinntrykk. ”Dualister” snakker om to representasjonssystem for virkeligheten: den verbale koden og den billedmessige. Gardner (1983) er ikke fullt så kategorisk, men mener likevel at lingvistisk og spatial intelligens er to hovedkilder for lagring av informasjon og løsning av eksperimentelle og psykologiske testoppgaver (H. Gardner, 1983, side 163).

”It becomes reasonable to assume that different kinds of content are internally represented by means of different cognitive systems, in other words, different kind of contents are internally represented by means of different symbol systems” (Salomon G., 1979, side 68).

Eksternt kodete budskap må derfor omformes, dekodes og bearbeides til personens indre ”oppgaverelaterte” symbolsystem.

Og når det er dårlig samsvar mellom informasjonens ytre presentasjonsmodus og indre representasjonsmodus, kreves det ytterligere konverteringsprosessering og bearbeiding (Salomon G., 1979, side 69). I denne sammenhengen mener man at det finnes en slags ”prototyp” av presentasjoner som man bruker for å forenkle den mentale bearbeidingen. Rosch viser til en ”prototype-fugl”, som de fleste har i tankene når de bruker ordet fugl (Rosch 1977, referert av Salomon G., 1979, side 69). I studier av verifiseringstider har man funnet at jo nærmere et ord er den lagrede ”prototypen”, jo raskere blir ordet verifisert (Salomon G., 1979, side 69).

Tilsvarende mønster er avdekket gjennom studier av ordsyntaksens betydning for forståelsen. Transformasjon fra presentert, ytre overflatestruktur til indre dybdestruktur tar tid og mental bearbeiding. Dette står i forhold både til ordsyntaksen og avstanden mellom overflatestruktur og intern basestruktur (Salomon G., 1979, side 69). Dette fører i sin tur til at man har en tendens til å ”forenkle” strukturen i setninger til en som ligger nærmere prototypmodellen.

Setninger som ”Ikke sett dette på trykk, ellers vil jeg *ikke* saksøke deg”, omformes gjerne til ”Ikke sett dette på trykk ellers vil jeg saksøke deg”. Man omformer forvrengt informasjon til en mer forståelig indre representasjon.

”From such studies, it appears that available options of a symbol system can put a heavier or lighter burden on the receiver of a message, depending on the correspondence between presented symbol and the receiver’s schemata” (Salomon G., 1979, side 69).

Et medium som TV og skjermbaserte multimedier, som i prinsippet er et billedlig symbolsystem, vil adressere seernes ikke-språklige, mentale system. Og fordi meningssammenhenger ofte baserer seg på generering av bilder, vil et bildebasert medium kunne kortslutte eller forbikoble billedgenereringsprosessen. Budskapet oppfattes lettere enn om det for eksempel var en skriftlig presentasjon.

”Another factor to determine the amount of needed mental elaboration is aptitude mastery or cognitive preference, reflected as individual differences within an age group” (ibid).

Slik vil en person som er mer kyndig i forhold til indre verbalisering, oppleve en billedlig presentasjon mer krevende enn en verbal, og vise versa. Her er det altså individuelle forskjeller.

Flere kjente vitenskapsmenn som Einstein, Faraday og James Watson sier om seg selv at de brukte billedlige tankekonstruksjoner for å generere noen av sine mest komplekse teorier, og dermed hentyder de at personlig preferanse ofte spiller en viktig rolle (Salomon G., 1979, side 72).

Mer utfyllende kan man da si:

*”Relative to one’s cognitive make-up (including cognitive growth and individual differences) and to the task to be performed, different symbol systems require different amount of mental elaboration.” (ibid).*

Man kan således forvente at forskjellige individer kan respondere forskjellig stilt overfor et og samme symbolsystem. Chronback and Snow (1977) bruker begrepet ”aptitude” om personlige evner og egenskaper, og uttrykket ”Aptitude –Treatment-Interaction” viser til at ulike personer profiterer forskjellig selv om de eksponeres for den samme påvirkning (treatment).

Dette kan vise seg ved at identisk like instruksjoner, miljøer og metoder gir effektiv læring for noen, men er ineffektiv for andre. Slik sett er det en metodisk ide å legge til rette læringsløyper hvor ulike preferanser videreutvikles og formes.

## **2.4 Pedagogiske konsekvenser**

I det foregående ble det lagt vekt på å sette lærebokillustrasjonene inn i en generell teori om symboltolkning. Dernest var siktemålet å finne teorier som kunne forklare hvorfor det tilsynelatende er store individuelle forskjeller. I dette avsnittet diskuteres noen pedagogiske metoder for å bedre læringssituasjonen.

### **Erstatning for manglende ferdighet – “supplanteffekten”**

Min undervisningserfaring er basert på de læremidler som har vært tilgjengelig de siste 18 år i elektronikkfaget.

De erfaringene jeg har referert til tidligere var at lærebøkene framstilling måtte ledsages av omfattende praktiske øvinger og forklaringer fra lærerne.

Når eleven ikke forstår de tradisjonelle skjemategningene, har læreren tradisjonelt pekt, vist og forklart. En typisk instruksjon kunne vært slik: Læreren: "Slik skal du gjøre, denne ledningen som du ser på tegningen her, skal kobles til der borte, (noe tid går mens læreren utfører eller viser)...slik." I dette gjenkjennes elementer fra en mester-svenn modell. Metoden er velprøvd i denne sammenhengen, men svært ressurskrevende. Spørsmålene har vært et valg mellom mer praktisk/taktil øving, eller om en forbedret framstillingsform med nye hjelpemidler kunne være løsningen.

Det følgende utsagnet kan tale for en mer praktisk operativ metode:

"Performatory acts require for their mastery active physical experience. In this respect Olson (1973) is apparently right in arguing that a medium such as television cannot teach a performatory act" (Salomon G., 1979, side 128),

På den andre siden blir det diskutert om symbolsk representerte operasjoner kan innøves uten ytre, fysisk handling. Dette ser ut til å ha vært et viktig punkt i diskusjonen omkring internaliseringsprosessen:

"Moreover, it can be argued that the children studied by Vygotsky, did not internalize the *act of speaking* but rather the symbol system they were using (Vygotsky, 1978, referert av Salomon G., 1979, side 129), and it is the internalized language, not the act of speaking, that figures in thought.

For this reason, even deaf children ultimately internalize language, although they do not really speak it" (Salomon G., 1979, side 129).

Videre er det et viktig poeng i denne sammenhengen at språk ikke er det eneste symbolsystemet som inngår i menneskelig tankevirksomhet. Shepard (1978) for eksempel, (referert av Salomon G., 1979, side 126) har vist hvor viktig ikke-språklige interne koder er for å løse spatiale problemer.

Det poeng jeg ønsker å belyse her er tre mulige funksjoner symbolske koder kan ha som påvirker hvordan man bruker og lærer disse kodene: "A code can activate a skill, it can short-circuit it, or it can overtly supplant it" (Salomon G., 1979, side 134). Av disse tre funksjonene er det spesielt den siste ("overtly supplant") jeg ønsker å fremheve, og vise at noe av dette kan skje i undersøkelsen denne avhandlingen er basert på.

Hvis det ikke er handlingen i seg selv som blir internalisert, men mer symbolet, kan da en handling bli internalisert uten en ytre interaksjon?

”Observational learning of modelled behaviour is a learning procedure that “enables people to acquire large, integrated patterns of behaviour without having to learn them gradually by tedious trial and error”” (Bandura, 1977, side 12 referert av G. Salomon, 1979, side 129).

Videre:

”modelling is not limited to overt physical acts. Observational learning also occurs with linguistic skills” (ibid).

Det er altså grunn til å anta at dette ikke er begrenset til ytre, fysiske handlinger da man har observert slik læring også i forbindelse med språk. ”According to Bandura (1977), are common processes of attention, internal coding, rehearsal and reinforcement by self or others” (Salomon G., 1979, side 129).

Videre kan det hevdes at læring ved observasjon ikke er begrenset til levende modeller, symbolske kodede modeller (gjennom film eller verbal beskrivelse) læres også. Bandura, Grusec og Menlove (1966) referert av G. Salomon (1979, side 129), har vist at modeller fra TV fanger oppmerksomheten meget effektivt, og seerne lærer mye av det de ser uten spesiell utprøving. Når læring gjennom symbolsk modellering har vært studert tidligere, har man i hovedsak sett på den symbolske koden som en formidler av, eller et transportmiddel for budskapet. Observatøren måtte selv konkludere og lære hva budskapet betydde, koden var bare kommunikasjonsmidlet. Salomon tar imidlertid dette videre og argumenterer for at man ikke trenger å gå veien om læring via ”symbolic modelling”. ”One should be able to learn by observing the symbolic code itself as well” (Salomon G., 1979, side 130). Dette gjelder ikke bare språklige syntaktiske strukturer, men også ikke-språklige.

I spørsmålet om kodene lar seg internalisere, hviler dette på den funksjon koden har.

”A verbal construction or spatial depiction, to be learned and used in perception and thought, needs to accomplish some useful function for the learner. It must promise a solution for a perceived difficulty. As Cole and Scribner (1974) theorize with respect to cognition and cultural differences, skill is evoked and potentially cultivated within the context of functional demands. Thus, for a coding element to become a tool of thought, it must accomplish some useful cognitive function (Salomon G., 1979, side 131).

Her er det viktig å skille mellom to forskjellige eksterne og interne koder: de som på den ene siden representerer stasjonære, statiske tilstander eller klasser, og på den andre siden de som representerer relasjoner, operasjoner eller transformasjoner. Transformasjoner forandrer en stasjonær tilstand til en annen stasjonær tilstand. Dette kan uttrykkes ved (Salomon G., 1979, side 132):

$$S_1 \rightarrow T_r \rightarrow S_2$$

**Formel 1: Illustrasjon av forholdet mellom stasjonære og statiske koder**

Der  $S_1$  er en stasjonær kode som representerer en tilstand.  $T_r$  er handlingen som blir utført, og  $S_2$  er en stasjonær tilstand etter handlingen er utført.

For eksempel kan  $S_1$  være en scene i en film,  $T_r$  er en kamerabevegelse og  $S_2$  er den nye scenen eller kameravinkelen.

I kartografi kan vi tenke oss at  $S_1$  er koden,  $T_r$  er den prosessen som skal til for å projisere kartet av en tredimensjonal jordklode til et todimensjonalt kart. Når dette skal utføres på et indre plan, må transformasjonen støtte seg på en ferdighet hos den som utfører dette. Hvor ”omfattende” denne ferdigheten må være avhenger av hvor generell transformasjonen er.

Når en stasjonær kode er gitt (for eksempel et flytskjema over historiske hendelser), og man forutsetter at den er et resultat av forutgående transformasjoner, kan koden sies å ”kortslutte” denne transformasjonen. Den sparer den som lærer for den nødvendige mentale operasjonen.

”Short-circuiting requisite processes can save mental effort and facilitate learning when the requisite mental skills are not yet mastered.” (Salomon G., 1979, side 133).



Når det gjelder transformasjonskoder, er situasjonen litt annerledes. I den grad ytre, synlige koder viser transformasjoner som er i isomorfi med dem som eleven skulle ha utført på et indre plan på egen hånd, ser det ut for at kodene erstatter (supplants) det som skulle ha funnet sted på et indre plan.

”As supplanters of transformations or skills, such codes serve two functions – they can save the learner mental effort by relieving him from carrying out some of the requisite internal operations, and they model these operations” (Salomon G., 1979, side 133).

Når en kode erstatter mentale operasjoner som eleven ikke enda kan utføre på egen hånd, kan vi forvente at koden læres. I følge denne teorien finnes det tre hovedfunksjoner slike koder kan ha. ”I have identified three possible functions of symbolic codes that could facilitate their acquisition for mental use. A code can activate a skill, it can short-circuit it, or it can overtly supplant it” (Salomon G., 1979, side 134).

#### **Tre mulige funksjoner symbolske koder kan ha:**

- Aktivere ferdigheter
- Kortslutte (forbikoble) ferdigheter
- Erstatte ferdigheter (supplant effekten)

#### **Lærebøkernes instruksjoner**

Det ble i det foregående vist til at et ikke-notasjonalt system som for eksempel et bilde, som i sin natur er mettet, må leses på en annen måte enn en ren tekst. Det er grunn til å anta at man anvender andre mentale evner i tolkingen av slike symbolsystemer.

I lærebøkene brukes både tekst, skisser, bilder og grafikk om hverandre, og disse har alle varierende grad av notasjonalitet. Lærebøkene gir liten veiledning i hvordan disse symbolene skal tolkes. Jeg har tidligere påpekt at man har en tendens til å se etter likheter mellom symbol og referent, og at man oppfatter likhet som et uttrykk for at symbolet er mer representativt (Salomon G., 1979, side 59). Symbolenes uttrykk varierer generelt fra ikonisk, som har stor billedinformasjon, til rent abstrakte eller digitale.

Selv om de elektriske skjemaene i større eller mindre grad har ikoniske uttrykk, er det ikke først og fremst i det billedlige innholdet informasjonen ligger.

Symbolsystemet er som tidligere anført notasjonalt (med noen få unntak), og hvert symbol har en helt distinkt tolkning. Det ikoniske, billedlige uttrykket er mettet og kan gi grunnlag for et uendelig antall tolkninger. Ut fra den billedlige informasjonen i de elektriske symbolene, kunne mange tolkninger vært relevante. Dette er imidlertid ikke tilfelle her.

En annen faktor som kompliserer forståelse og tolkning av symbolene, er at representasjonen av noen komponenter er splittet opp. De har to del-symboler, men et referanseområde. Dette bryter med kriteriet for notasjonalitet slik det er definert her. En kontaktor er en komponent som styrer flere store strømmer ved hjelp av en liten styrestrøm. Denne er symbolisert i det elektriske diagrammet ved hjelp av to symboler, eller et splittet symbol.

På engelsk kalles dette ”exploded diagram”. Styredelen (reléspolen) som mottar den svake styrestrømmen, er plassert på et annet sted i det elektriske skjemaet enn selve kontaktordelen (sterkstrømsdelen).

Men i den fysiske kretsen er dette en komponent. Alt dette griper inn i forståelsen av symbolsystemet. Elevene er fra tidligere vant med læreboktekster, illustrerende figurer og avbildninger. Tekstenes konvensjon tilsier at man leser bokstavene fra venstre mot høyre slik at de utgjør ord. Illustrasjonene elevene tidligere har sett i lærebøkene har ofte vært avbildninger. Det vil si at de har som mål å skape et bilde som ligner referansen mest mulig. De er også fortrolige med å lese kart, som de intuitivt tolker som notasjonalt, fordi de har lært denne koden fra før.

Og de har lært seg å skille mellom tekst som skal leses fra venstre mot høyre og et kart som har en annen konvensjon for syntaks (Elementer øverst på kartet ligger vanligvis mot nord, osv.).

Det elektriske diagrammet ser ut som en mellomting mellom kart og avbildning, og er i lærebøkene plassert mellom tekster og avbildninger, men skal likevel ikke tolkes som noen av disse. Det elektriske diagrammet har en høy grad av notasjonalitet, men plasseringen av de atomiske elementene i symbolsystemet (komponenter og ledninger), formidler ingen informasjon om plasseringsstedet.

Et atomisk element plassert nede til venstre i symbolsystemet, kan for den del være plassert ”oppe til høyre” (avhengig av perspektivet) i referanseområdet.

Lærebøkene inneholder altså flere komplekse symbolsystemer som gjennom todimensjonale tegninger på trykk skal representere en tredimensjonal virkelighet. I tillegg skal de formidle komplekse, abstrakte funksjoner. At lærebøkene ikke synes å forholde seg til denne problemstillingen, anser jeg for å være noe av problemet elevene stilles overfor i møte med lærebøkens presentasjoner.

### **Tolking av dynamiske presentasjoner og animasjoner**

Ved å observere en ytre kodet representasjon, skal det være mulig å lære koden. I undersøkelsene er referansefeltet en fysisk, elektrisk krets. Denne blir presentert som en avbildning på skjermbildets høyre side. På skjermens venstre side er det elektriske skjemaet avbildet slik det ser ut på de tradisjonelle tegningene i papirformat.

Det totale skjermbildet representerer da den fysiske kretsen med skjemategningene i umiddelbar nærhet slik man har i en reell arbeidssituasjon. Erfaringen viser imidlertid at elevene i svært liten grad forstår hvilken sammenheng det er mellom de elektriske symbolene og den fysiske kretsen. Det er svært få elever som kommer over denne terskelen uten hjelp. Dette blir et gap elevene i mange tilfeller ikke greier å passere. Det trengs en ”stepping stone” eller et ”stillas”, noe i mellom de to representasjonene som bygger en bro.

Et dynamisk skjermbilde arbeider innenfor helt andre rammer enn et elektrisk diagram trykt på papir. Et stillestående bilde er en statisk kode.

Hvis vi hadde en kode som viste det elektriske skjema idet det gradvis, kontinuerlig forandret seg til noe som lignet den fysiske kretsen, ville dette vært en dynamisk kode. Skjermpresentasjonene jeg har utviklet viser hvordan kretsen suksessivt bygges opp ledning for ledning. Men det skjer samtidig i de to skjermhalvdelen. Det er ingen tidsforsinkelse mellom tegning av symbolet og visning av referansen. Dette blir en symbolsk kode, og den inneholder tilsynelatende noe mer enn de konvensjonelle diagrammene. En slik kode kan ifølge Salomon erstatte (supplantere) manglende ferdighet.

Den mentale ferdigheten som skulle støtte elevens mangelfulle forståelse i tolkningen av symbolsystemet, kan delvis erstattes av den kognitive effekten av skjermbildeanimasjonen. Vi kan bare forvente en delvis supplant effekt fordi vi her har en statisk kode.

”To the extent that such overtly performed transformations are isomorphic to the ones that the learner should have employed covertly on his own, they seem to overtly supplant what should have been taking place covertly” (Salomon G., 1979, side 133).

Som erstatninger (supplantere) for transformasjoner eller ferdigheter tjener slike koder i følge Salomon to formål:

De sparer eleven den byrden det er å utføre nødvendige mentale operasjoner, og kodene modellerer eller demonstrer disse operasjonene.

## **2.5 Refleksjon over teoriutvalget**

Under arbeidet med den teoretiske delen har en avdekket en debatt som berører ulike retning og perspektiver i forhold til læring. Drøftingen i dette kapitlet tok først utgangspunkt i sosiokulturell teori hvor en var opptatt av kontekstens betydning for læring, dvs. både de sosiale, kulturelle og historiske rammene som læringen foregår innenfor. Målet med en sosiokulturell tilnærming er å vise forholdet mellom menneskets mentale funksjon, og kulturelle, institusjonelle og historiske situasjoner som denne funksjonen opptrer i. Litteraturen omkring det situerte perspektivet oppfattes slik at den lærende alltid skal sees som en integrert del av en sosial kontekst og at læring bare kan forståes i en slik sammenheng (Cole, 1995).

I den ”kognitivistiske” tradisjon er individet mer i fokus for oppmerksomheten. Læring som en individuell kognitiv prosess isolert fra den sosiale eller kulturelle sammenhengen, sees på av mange forskere og pedagoger som utilstrekkelig og mangelfullt. Salomon et al (1998) drøfter spenningsforholdet mellom sosial og individuell læring:

*”A focus on the individual learning in social and cultural solitude is increasingly seen as conceptually unsatisfying and ecologically deficient.”*

To modeller synes her å stå mot hverandre:

*”Thus, one can speak of the “cognitive,” “acquisition-oriented” conception of solo learning vs. the “situative”, “participatory” one” (ibid).*

I diskusjonen om ulike retninger har noen talt for en harmonisering av forskjellige perspektiver. Salomon og Perkins (1998) tar til ordet for en slik mulighet når en først understreker at det er ingen tvil om at individuell læring foregår innenfor et felleskap, at forståelse ofte er sosialt konstruert, at redskaper fungerer som mediatorer og at sosiale system kan forårsake læring like mye som enkeltindivider kan. Harmoniseringen ser ut til å ligge i at individuell læring blir best representert, ikke atskilt fra sosial sammenheng, innflytelse eller samarbeid, men snarere som læring hvor de sosiale faktorer er til stede i større eller mindre grad. Det blir videre argumentert for at en kan tenke seg et kontinuum med sosial læring og individuell læring i hvert sitt ytterpunkt (Salomon, 2003). Det er mange aktiviteter, for eksempel lagsport, hvor man innøver ferdigheter på egen hånd og har liten glede av sosial mediering i situasjonen isolert sett. Aktiviteten må selvfølgelig sees i en større sammenheng. Det samme poeng kan gjøres gjeldende i forhold til et situert, deltakende læringsperspektiv. Og hvis det er slik at de sosiale faktorer fortsatt gjør seg gjeldende i den enden av skalaen hvor individuell læring er mest iøynefallende, er det også slik at ved det andre ytterpunktet i en sammenheng med aktiv sosial mediering, vil og bør vi finne signifikant individuell læring (ibid). Det ene utelukker ikke det andre.

*”Although, according to the socio-cultural, participatory view, the different components of the learning system may not exist without each other (Cobb, 1997), which is the essence of being a fully integrated social system, we believe that each still retains its separate identity and attributes as an individual, as a team or as a tool (Salomon & Perkins, 1998).*

På den andre side kan det hevdes at disse ulike perspektivene bør sees på som to forskjellige teorier som ikke så lett lar seg harmonisere. Begrepene *mediering* og *supplantering* som er diskutert ovenfor er eksempler på uttrykk hentet fra de forskjellige teoretiske retninger som har forskjellig betydning.

Skillet mellom kognitiv og sosiokulturell tradisjon er ikke tilfredsstillende drøftet i denne undersøkelsen. De problemene jeg har støtt på under dette arbeidet har skapt usikkerhet om teoretisk forankring og metodisk retning. Sitatet nedenfor uttrykker håp om at arbeidet med å finne en sammenheng mellom kognitiv og sosiokulturell teori vil lykkes i de nærmeste årene:

Gjennom dei siste 40 åra har **kognitiv** science utvikla imponerande empirisk og teoretisk forskning om problemløysingsprosessar, tenking, forståing, minne og andre sider av det som blir sett på som individuell kognisjon. I den same perioden har der vore ei tilsvarande sterk utvikling av vitskapleg kunnskap og forståing av sosial interaksjon som har brukt metodar og omgrep frå etnografi, etnometologi, symbolsk interaksjonisme, diskursanalyse og **sosiokulturell** psykologi. Til ganske nyleg har disse to forskingslinene utvikla seg separat, men eg trur at utsiktene er gode for å utvikle ein syntese som vil skaffe oss ein samanhengande **teori** om sosial interaksjon og kognitive prosessar. Dersom det skjer i dei komande åra, vil det vere eit sterkt vitskapleg framsteg med stor betydning for utdanning og pedagogikk” (Greno 1997, s 14 fra Dysthe 2001, s. 42 )

### 3 **Forskningsmetode**

---

I dette kapitlet presenteres de metodiske valg som er gjort for å finne svar på problemstillingene i undersøkelsen. I del 3.1 diskuteres forskjellige valgmuligheter i utviklingen av en metodisk plan samt en drøfting av utvalgsproblematikk. I avsnitt 3.2 og 3.3 beskrives henholdsvis den aksjonsorienterte og den analytiske metodiske tilnærming.

#### 3.1 **Metodiske overveielser**

Undersøkelsen er bygd over disse problemstillingene:

*Forskningsspørsmål 1:*

Kan dataanimerte skjermpresentasjoner erstatte manglende ferdigheter ved tolkningen av elektriske symboldiagram?

*Forskningsspørsmål 2:*

Hva er effekten av forutgående IKT-støtte ved tolkning av elektriske symboldiagram etter at IKT-støtten er tatt bort?

*Forskningsspørsmål 3:*

I hvor stor grad vil de IKT-baserte hjelpemidlene være et nødvendig redskap for alle elevene?

For å finne svar på spørsmålene er det valgt forskjellige metodiske tilnærminger. Først er det snakk om utvikling av nye læremidler som støtte for de tilsynelatende mangler eksisterende læremidler har. Dette forsknings og utviklingsarbeidet er tenkt utført i en klasseromkontekst med aksjonsbaserte metoder. Dette skaper muligheter for å analysere prosesser under forløpet som kan være nyttig for en helhetlig forståelse. Under overskriften "The systemic paradigm" i tabellen nedenfor (Tabell 1) er det gjengitt noen karakteristiske trekk for en aksjonsbasert metodisk tilnærming. Her forholder man seg til et system av variabler som gjensidig påvirker hverandre. Selv om man påvirker miljøet med en handling eller en "aksjon", er det ikke alltid så lett å skille årsak og virkning.

Man kan observere forandringer, men ikke alltid hva forandringen skyldes. I forhold til et slikt system går man gjerne opp grenser, setter rammebetingelser og generer hypoteser.

<b>Sammenstilling av system- og analytisk paradigme</b>	
<b>The systemic paradigm</b>	<b>The analytic paradigm</b>
Generating hypotheses; setting boundary conditions (bottom up approach)	Testing hypotheses deduced from a theory (top-down approach)
Deals with complex settings, treating them as whole units	Hypothesis pertain to single variables or combination thereof
Behavior is part of reciprocal interactions (or transactions)	Assumption: Behavior is a function of manipulate; "object" precedes "subject"
Social situations are viable entities on their own right, not reducable to single "variables"	Assumption: Complex social situation can be broken down to discrete "variables"
"Variables" come as "clouds of interrelated events", giving meaning to each other	Assumption: Variables have meaning in and of themselves and are independent of each other
"If you change one you change them all"	Assumption; Manipulation of variable leaves other unchanged

**Tabell 1: System- og analytisk paradigme (upublisert G.Salomon, 2003)**

I en mer analytisk tilnærming (se tabellen ovenfor) er fokus rettet mot enkeltvariabler. Man søker å se hver variabel for seg og hva variabelen påvirker, manipulerer eller står i forhold til. Det er et poeng å isolere variabler og se på årsakssammenhenger. De data som kommer fram i en slik analytisk tilnærming kan lett føre til en tro på at dette er hele virkeligheten. Egentlig har vi bare betraktet noen få variabler, som riktig nok kan være med å kaste lys over helheten.

Dette illustrerer noen av avveiningene som må gjøres og de dilemma en står ovenfor i valg av metodisk tilnærming og tolkningen av data.

### **3.1.1 Utvalgsproblematikk**

Hele undersøkelsen sett under ett består av to del-undersøkelser utført på forskjellige tidspunkter og med forskjellige elevkull.



Vi kan betrakte dette som to utvalg fra populasjonen ”elever på videregående skole i Norge.” (det finnes også andre naturlige måter å definere hele populasjonen på, for eksempel elever på grunnkurs, elever som har elektrofag, osv). Utvelgingen til begge disse utvalgene er foretatt på samme måte: hvert utvalg består av to hele grunnkursklasser av totalt seks ved Haugesund maritime videregående skole. Hvilke klasser dette skal være er bestemt ut fra timeplanhensyn og andre praktiske forhold. Dette gjøres både vinteren 2002 og 2003. Utvalgsmåten ligner et systematisk utvalg. Det kan også ligge en utvelgingseffekt i valg av skole, skolested og linje. Vi vet at noen skoler er mer ”populære” enn andre og slik sett etter hvert fordrer høyere inntakskarakterer. Noen skoler ligger i industriområder, mens andre skoler rekrutterer fra forskjellige andre befolkningslag. Dette er imidlertid en diskusjon jeg har valgt ikke å gå inn på her. Det som er viktig å nevne, er at utvalgene er forholdsvis små, med mellom tjue og tjuéfem elever i hvert utvalg. Utvalgsproblematikken er mest interessant i forhold til del-undersøkelse to, som baserer seg på kvantitative måledata. Undersøkelsens første del er kvalitativ og ikke så sårbar for utvalgets størrelse. Innenfor disse utvalgene er det i den siste undersøkelsen gjort randomisert fordeling av elever til kontroll- og eksperimentgrupper. Opprinnelig ble de forskjellige testene kalt pretest og posttest. Dette kan imidlertid gi inntrykk av at dette er et ”vanlig” pretest- posttest design, og at det elevene testes mot i pretesten også testes i posttesten. Dette er imidlertid ikke tilfelle her, og navnene ble derfor forandret til *fortest* og *kontrolltest*. Fortesten er i denne sammenhengen en kartlegging av spatiale egenskaper hos alle elevene i utvalget (i del-undersøkelse to). Man regner ikke med at disse egenskapene forandres eller påvirkes i testperioden, og de brukes som et parameter i regresjonsanalysen (kapittel 5).

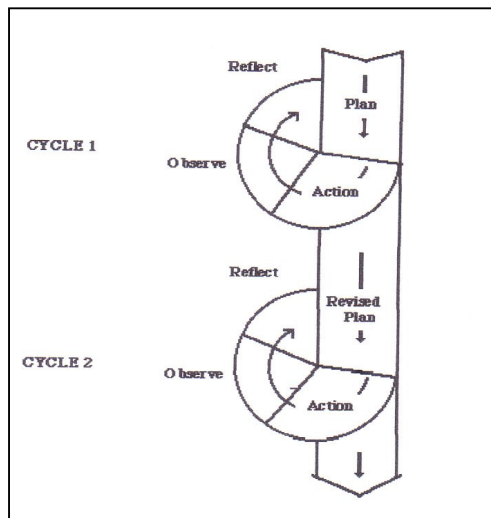
### 3.2 Aksjonsforskning og deltakende design

I den innledende diskusjonen har vi drøftet forskjellige metodiske tilnærminger. Man kunne sikkert valgt ulike løp for å belyse de aktuelle problemstillingene. I den første problemstillingen er det snakk om utvikling av nye hjelpemidler og vurdering av hva slags innvirkning dette får. Her er det valgt en aksjonsbasert forskningsmetode. Den kan også betegnes som deltagende design i den forstand at elevene er medspillere i prosessen for å utvikle egne hjelpemidler.

En slik evolusjonær metode med brukerdeltakelse har store likhetstrekk med metoder en kjenner fra utvikling av datasystemer under betegnelsen Skandinavisk design. Disse kjennetegnes av å være tverrfaglige og aksjonsorienterte med disse utviklingstrekk (Ehn, 1992):

- Identifisering av problem, hvilket problemområde ønsker man å forandre eller forbedre
- Handling eller aksjon. Man griper inn i den aktuelle situasjonen
- Observasjon. Man observerer feltet når handlingen eller aksjonen settes i verk
- Refleksjon og revisjon på bakgrunn av observasjoner og erfaringer under aksjonen. Nye og justerte aksjoner planlegges og settes i verk

Problemidentifikasjonen kan i dette tilfellet sies å peke ut elevenes mangelfulle tolkning av de elektriske diagrammene. Handlingen (aksjonen) er innføring av de dataanimerte skjermpresentasjonene i læringsmiljøet. Vi drøfter sammen (refleksjon) hva som fungerer og hva som ikke fungerer. Jeg gjør mine observasjoner og refleksjoner på formativt grunnlag. Dette tilbakeføres til ny versjon som går inn i en ny aksjon eller forandring (se Figur 5). Med dette vil man oppnå forbedret praksis og ny kunnskap. Prioriteten ligger innenfor denne forskningstradisjonen mer på forbedret praksis enn på å generere kunnskap.



**Figur 5: Aksjonsforskningsspiralen (Gabel, 1995)**

## **Forskerrollen**

Graden av forskerinvolvering er essensiell. Forskeren kan være ren observatør, observerende deltaker, eller ren deltaker, med alle de nyanser som ligger mellom disse ytterpunktene. Forskeren må under alle omstendigheter ha en kritisk distanse til begivenhetene. Faren vil alltid være der for at observatøren ved å gå inn i en deltakende rolle, også mister sin objektivitet. Det er imidlertid vanlig innenfor kvalitativ forskning å anse forskerens deltakende rolle som en ressurs i forskningen. I kvalitativ forskningstradisjon kan forskeren bruke seg selv som forskningsredskap i prosessen. Forskeren kan ta med seg sin egen innsikt, erfaring og kjennskap til feltet inn i forskningen. Forskeren er slik sett ikke nøytral i forhold til forskningen, selv om dette ikke utelukker objektivitet

## **Kvalitativ forskning**

Den aksjonsbaserte metodologien som benyttes i undersøkelsenes innledende fase legger til rette for en kvalitativ, beskrivende håndtering av de data man samler inn. Kvalitativ forskning gir forskeren anledning til å studere et lite utvalg detaljert og i dybde, den kan gi mange detaljerte data og således stor innsikt i et begrenset felt. Slike erfaringer er imidlertid som en hovedregel lite generaliserbare.

Den kvalitative forskningen er beskrivende i sin natur. Den skjer ofte i en naturalistisk sammenheng, ”in the real world”, der hvor tingene skjer. Den søker å tolke erfaringer, relasjoner, holdninger og meninger i en bestemt sammenheng. I kvalitativ forskning søker man å beskrive objektet for forskningen i kategorier som er forståelige for andre. Aktørens egne vurderinger og tolkninger av atferden er gjenstand for analyse. Data som avdekkes beskriver den virkelighet som forskeren i et objektivt perspektiv ønsker å formidle. Data i denne sammenhengen kan også betraktes som begrepsfestet observasjon.

Kvalitativ metode kan bestå av feltarbeid, observasjoner eller kvalitative intervjuer. I denne undersøkelsen brukes observasjonsformen og intervjuer i form av to spørreundersøkelser. Spørreundersøkelsene foretas etter en felles samtale med informantene om innholdet i intervjuet. Observasjoner er viktige og står sentralt i den kvalitative fasen. Målet med observasjoner er å beskrive objektet for forskningen, aktivitetene som foregår og hensikten med disse aktivitetene.

Det kan være viktig å skille mellom beskrivelse og tolkning. I denne avhandlingen er alle kvalitative observasjoner ordnet i kategoriene *observasjon* og *tolkning*.

### **3.3 Analytisk metodisk tilnærming**

Jeg har i undersøkelsens neste fase, også kalt utprøvingsfasen, valgt en metodetilnærming som dels kunne blitt plassert under overskriften ”The analytic paradigm” i Tabell 1. Undersøkelsens problemstilling er trefoldig: kan IKT erstatte manglende ferdigheter, gjelder dette alle elevene og hva er effekten etter at IKT-støtten er tatt bort? For å isolere IKT-effekten samt belyse de individuelle forskjellene mellom elevene, velges en metode som baserer seg på mer kontrollerte eksperiment. Det er randomisert fordeling til eksperimentgrupper og kontrollgrupper, og man sammenligner elevprestasjonene i de forskjellige gruppene. En analytisk tilnærming er også egnet til å undersøke de hypotesene som ble generert i den innledende fasen.

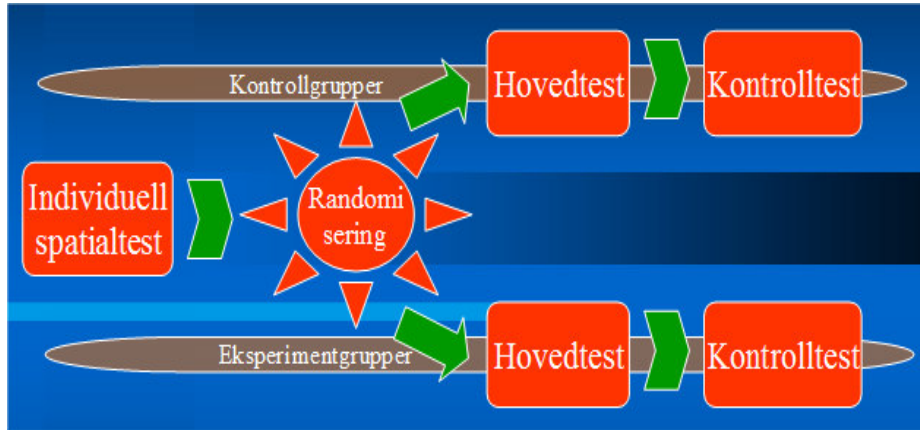
Når de innledende forsøkene er gjort aksjonsbaserte og kvalitativt beskrivende, har man også vært i stand til å la elevene operere innenfor sine vanter ”stillaser” i den naturlige klasseromsituasjonen. Det blir et annet forhold når vi tar eleven ut av denne sammenhengen og utfører kontrollerte eksperiment, og man kan tilføye: når hele den sosiokulturelle konteksten eleven vanligvis opererer i er borte. IKT-artefaktet kan her også betraktes som en viktig del av stillaset rundt eleven. Dette belyser problemstillingen ”hva skjer når IKT-støtten er borte?”

Den første delen av undersøkelsen avsløses altså av en fase der en innefor de rammer som er gitt spesielt vil forsøke å se på IKT-effekten og individuelle prestasjoner. Her er det spesifikke forventninger til resultatene. I denne siste fasen prøver en å få mer distanse og kontroll over de nye læremidlene, og via kvantitativ vei systematisk belyse noen av observasjonene fra innledende fase.

Hypotesene er basert på oppdagelser i den eksplorative fasen, men tar også utgangspunkt i teori redegjort for i kapittel 2. Dette er teori man etterspør som forklaring for noen av de kvalitative funnene. Hypotesene er altså utledet både med basis i teori og i empiriske funn.

Strukturen i de kontrollerte eksperimentene er illustrert i Figur 6. Dette er en tredelt struktur med en fortest, en hovedtest/IKT-påvirkning og en kontrolltest.

Fortest og kontrolltest er lik for alle gruppene. I hovedtesten bruker eksperimentgruppene digitaliserte oppgaver, mens kontrollgruppene bruker konvensjonelle tegninger.



**Figur 6: Strukturen i de kontrollerte eksperimentene**

Dette er altså en test hvor vi måler prestasjoner, men den utgjør også påvirkingsvariabelen (treatment). Testen er omfattende og dekker alle de oppgaver vi normalt gjør innefor fagområdet hele året.

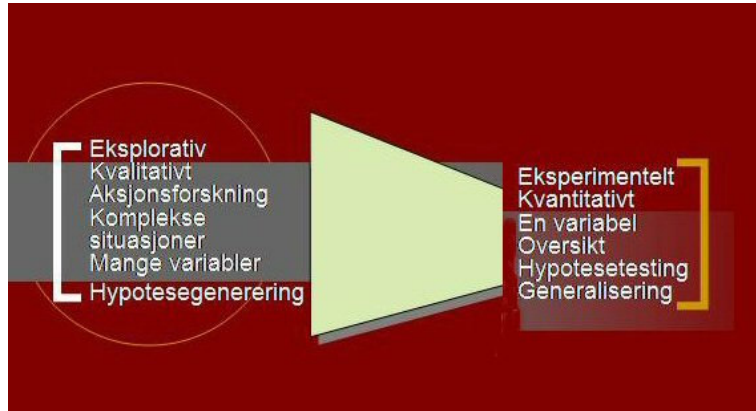
Fortesten er en spatialtest og resultatene brukes som parameter i en regresjonsanalyse. Man ønsker å belyse hvordan hovedtesten (treatment) påvirker læringen, og om dette korrelerer med elevenes spatiale ferdigheter (aptitudes). Kontrolltesten er en metodisk tilnærming som adresserer spørsmålet om hva som skjer når IKT-støtten opphører.

Dette eksperimentet er også kommentert i kapittel 5.

## Oppsummering

Jeg har valgt å belyse spørsmålene i denne avhandlingen gjennom forskjellige metodetilnærminger. I den første fasen har hensikten vært å teste ut læremidler, generere hypoteser, sette grenser og legge til rette for en analytisk tilnærming i den neste fasen. Sett fra en side har problemstillingen sitt utspring i et konkret læringsproblem som oppstår i en klasseromsituasjon. Sett fra et annet perspektiv er det behov for å trene ned i visse aspekter ved problemstillingen, som er vanskelig å belyse i en slik sammenheng.

Her står man så å si midt i oppdagelsen og etterlyser teoretiske forklaringer samt en nærmere avklaring på ”funn” som er gjort. Dette søkes imøtekommet ved å spisse forskningen inn i en mer analytisk tilnærming. Dette er illustrert i Figur 7.



**Figur 7: Utviklingsfaser**

Undersøkelsene begynner åpent, eksplorativt og aksjonsbasert med mange variabler som virker på hverandre. Så spisses forskningsperspektivet inn og blir mer analytisk. I kontrollerte eksperimenter kan bestemte variabler isoleres og hypoteser testes ut, og man ser etter generaliserbare funn.

Man har i disse undersøkelsene basert seg på mer enn en metodologi og innfalsvinkel til problemstillingen. Det å bruke flere metoder innenfor samme forskning, betegnes også som metodetriangulering (Denzin, referert i Contingency evaluation, 1995). Man kan skille mellom (1) datatriangulering – bruk av mange datakilder i undersøkelser, (2) forskertriangulering – bruk av flere forskjellige forskere i samme undersøkelse, (3) teoritriangulering – bruk av flere perspektiv for å tolke et enkelt sett av data, (4) metodetriangulering – bruk av flere metoder for å undersøke et problem. Ved å bruke flere metoder (metodetriangulering) kan man oppnå at et problem belyses fra flere sider og flere aspekter avdekkes. Det forutsetter imidlertid at metodene ikke blandes ukritisk, men og at man har evnen til også å skille dem fra hverandre.

Avhandlingens problemstilling er flersidig. Den første delen belyses både gjennom den aksjonsbaserte fasen i en naturalistisk kontekst, og gjennom den mer analytiske tilnærmingen innenfor rammene av et kontrollert eksperiment.

Metodene i undersøkelsens siste fase retter seg helt klart mot problemstillingene: hva er de individuelle virkningene av IKT-artefaktet og hva som skjer etter IKT-støtten er fjernet. Metodene innebærer at elevene jobber innenfor forskjellige rammer i de to fasene. Observasjoner og måledata må også forstås ut fra dette.

## 4 Resultatene fra utviklingsfasen

---

### **Innledning**

Denne delen av undersøkelsen beskriver empiri i kvalitative termer basert på en mer aksjonspreget forskingsmetode. Dette utgjør første del av undersøkelsen og ble utført vinteren 2002. Fokus rettes her først mot evolusjonær utvikling av et IKT-artefakt som er et resultat av samarbeid mellom lærere og elever. Så refereres observasjonene som ble gjort mens elevene arbeidet med de elektrotekniske oppgavene knyttet til undersøkelsen. Det er også foretatt spørreundersøkelser blant elevene for å kartlegge deres egne opplevelser under arbeidet. Dette er gjort både med elever her i første del av undersøkelsen og med elever fra neste elevkull (vinteren 2003). I slutten av kapitlet er det gjort en oppsummering og refleksjon over undersøkelsen så langt.

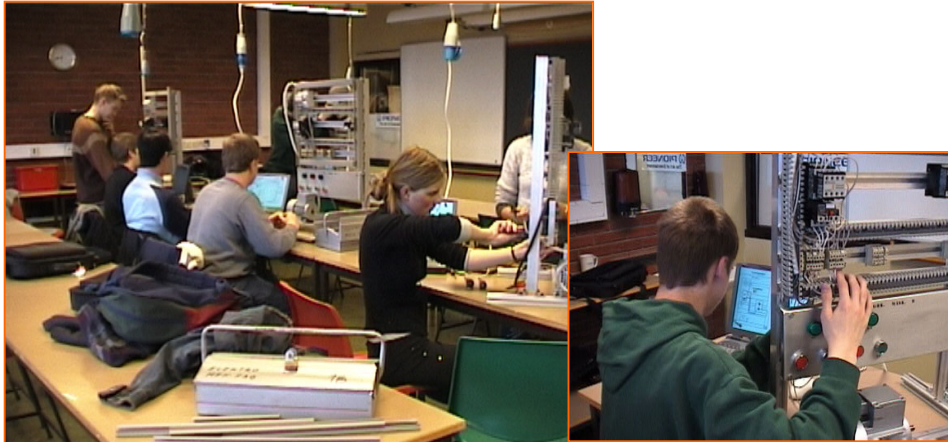
**Denne delen av undersøkelsen er eksemplifisert i Video 1 på det elektroniske vedlegget.**

### **4.0 Presentasjon av feltet**

Mine informanter er elever ved Haugesund maritime tekniske videregående skole. Elevene går på grunnkurs mekanisk linje, og faget er elektroteknikk. Denne undersøkelsen har omfattet i underkant av 20 elever og en lærer tre timer hver uke fra januar til mai 2002. Læreren har også rollen som forsker i denne sammenhengen.

Noe av det som kommer ut av denne fasen er et IKT-artefakt som er utviklet i samarbeid med elevene, samt data fra observasjoner og spørreundersøkelser. Bildemontasje 1 viser en typisk situasjon fra dette arbeidet.





**Bildemontasje 1: Elever i arbeid med koblingsracket (vinteren 2002).**

#### **4.1 *Aksjonsforskning - evolusjonær utvikling med brukerdeltagelse***

Utviklingen av IKT-læremidlet skjer etter aksjonsbaserte forskningsprinsipper. Den evolusjonære designmetoden som benyttes her ligner mye på ”Scandinavian design” hvor brukerinnflytelse og deltakelse er viktige prinsipper.

##### **Tidligere praksis**

Teoriundervisning i faget elektroteknikk er ment å gi elevene et grunnlag for å utføre forskjellig praktiske oppgaver basert på elektriske koblingsskjema. Dette har alltid vært vanskelig å få til for disse elevene. Vi har prøvd å imøtekomme dette problemet ved å sette inn stor lærerressurs og veiledet elevene steg for steg gjennom oppgavene. Noen elever har da etter mye assistanse blitt mer selvhjulpne. Andre elever forstår egentlig aldri nok til å gjøre disse oppgavene selvstendig. Dette gjelder spesielt de vanskeligste oppgavene.

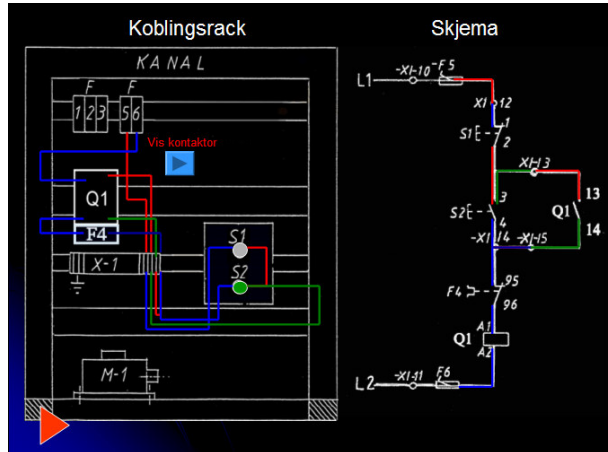
##### **Hva er problemet?**

Jeg har brukte en del energi på å prøve å forstå hva som er elevenes problem med disse oppgavene. Her er det et slags gap som er svært vanskelig for elevene å komme over.

Det virker som om mange egentlig aldri kommer over dette gapet og forstår sammenhengen. Hva kan knytte todimensjonale symboltegninger sammen med den tredimensjonale, fysiske virkeligheten?

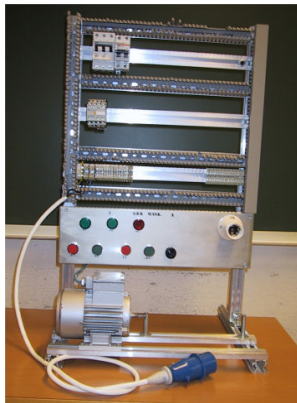
### **Animasjonens egenskaper**

En avbildning (for eksempel et foto eller et maleri) er rent symbolsk en mett, ikke-notasjonalt størrelse (se kapittel 2). Den kan forstås og tolkes ut fra mange kriterier. Overganger, nyanser, farger, dimensjoner, perspektiv, etc., er egentlig uendelig mange og kan symbolsk stå for like mange referanser. Det vil si områder hvor symbolene har en verdi og formidler et budskap. En skisse er noe mer tolkbar (notasjonalt) enn en avbildning. Her er nyansene mer grovinndelte, mange detaljer som finnes i en avbildning kan sies å være filtrert bort. I noen sammenhenger kan man si at "støy" filtreres bort. En animasjon er i sitt uttrykk på mange måter lik en skisse, med unntak av at den gir et inntrykk av å være "levende". På denne måten har den tolkbarheten til en skisse, men uttrykket og mange av mulighetene til en film. Man kan filtrere bort uønsket informasjon, som ellers kunne virket som "støy" for den som observerer animasjonen. Den løsningen jeg valgte for å illustrere de elektriske koblingsskjemaene for elevene, fikk etter hvert mange forskjellige animasjoner. Enkelte skjermbilder er sammensatt av opptil 250 enkeltanimasjoner. Animasjonene fungerer på flere plan og illustrerer mange forskjellige ting. Den første og sannsynligvis viktigste animasjonen, er den som viser både koblingsrack og koblingsskjema. Her utføres animasjonene som står for fysiske ledningsforbindelser og symbolet for ledningsforbindelsen samtidig. Punkt for punkt kan eleven styre hver forbindelse i overensstemmelse med det elektriske diagrammet. Det skiftes farge når en ny forbindelse tegnes, men fargen er lik for aktuell forbindelse i kretsen og på koblingsracket. Skjermbildet viser således samtidig det som representerer fysisk krets og koblingsskjemaet på dataskjermen. Det at tingene skjer samtidig på to steder, ser ut til å knytte de to arenaene sammen slik at elevene forstår sammenhengen. Et typisk skjermbilde fra denne prototypen kan se ut som på Figur 8.



Figur 8: Typisk skjermbilde fra IKT-artefaktets prototyp

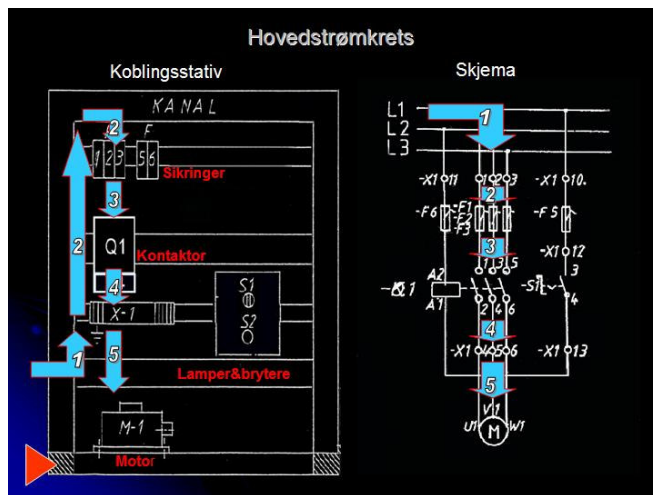
”Koblingsracket” på figuren er en skisse og representerer det fysiske koblingsracket som eleven utfører koblingene på. Dette vises på Figur 9.



Figur 9: Koblingsrack for øvingsoppgaver

Det er tidligere nevnt (i kapittel 3) at man innenfor aksjonsforskningen ser etter handling eller forandring samtidig som man forsker og søker forståelse. Videre at prioriteten ligger på forbedret praksis snarere enn å generere kunnskap. Dette er nok riktig å si om aktiviteten i denne kvalitative fasen jeg nå referer til. Både elevene og jeg var på søken etter forbedret praksis som kunne være en hjelp gjennom oppgavene. Forandring av praksis vil ofte være forbundet med ny erkjennelse og kunnskap. Dette ledet til en hypotesetenkning som modnet seg fram i denne fasen. Den første prototypen av IKT-artefaktet, eller det man kan kalle et IKT-design (Design 1a), bestod i sin helhet av et skjermbilde. Dette er gjengitt i Figur 9. Her vises detaljene i den første oppgaven som elevene skulle løse.

Denne går rett på problemstillingen med tolkning av symbolene. Alle andre versjoner bygger på denne. Design 1 (Se vedlegg VE 1) er en videreutvikling av prototypen. Etter utprøving (aksjon), og observasjon, gjorde vi våre refleksjoner. Elevene er hele tiden en del av denne prosessen. Erfaringer og observasjoner gjøres i en interaksjon hvor elever, veileder, medierende artefakter og hele miljøet inngår. Refleksjonene fører til revidert plan for ny aksjon. Denne nye planen er nå å skape oversikt. Den første detaljrikdommen i Design 1a kunne føre til manglende oversikt. Design 1b blir en del av den reviderte planen og settes inn som ny aksjon. Det utvikles et nytt skjermbilde i tillegg til det opprinnelige (se Figur 10).

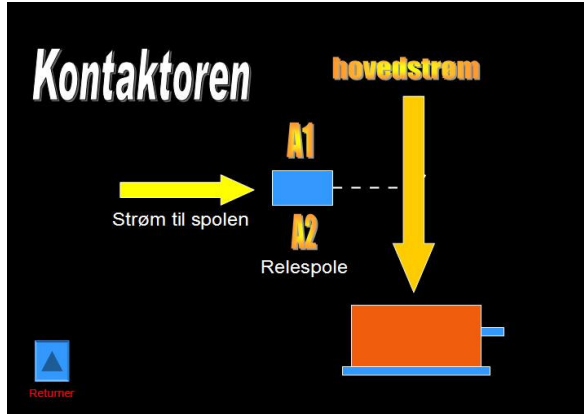


**Figur 10: Skjermbilde fra Design 1b**

Dette designet inkluderer en annen del av kretsen som kalles **hovedstrømkrets**. Det forrige designet viste selve styringen som legger til rette for hovedstrømmen. Erfaringsmessig er det styrestrømskjemaet som byr på størst problemer for elevene. Derfor ble også dette problemet angrepet først.

Slik får aksjonsforskningen flere og flere rotasjoner i spiralen. Det neste trinnet er å gi noen utdypende forklaringer for å øke forståelsen, og kanskje avløse veileder enda mer.

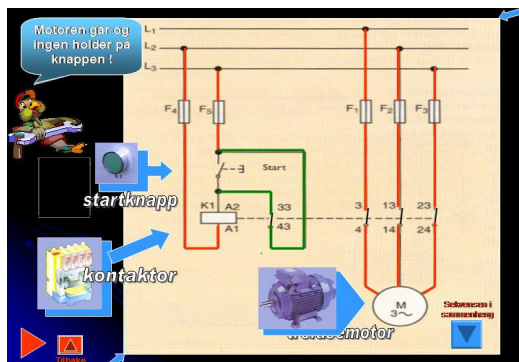
Vi jobber fortsatt med øvelse 1. I Design 1c legges det derfor inn noen forklarende skjermbilder. Blant annet animasjonen som er vist i Figur 11. Denne skal forklare en av hovedkomponentene som brukes, nemlig kontaktoren.



**Figur 11: Skjerm bilde med animasjon som viser kontaktorfunksjonen**

Alle elementene i skjerm bildet er animerte, med unntak av teksten.

Det oppstår behov for enda en "aksjon" når veileder observerer store vanskeligheter med å forstå begrepet **holdekrets**. Alle brytere eller "trykknapper" fungerer slik at de gir kontakt så lenge de fysisk holdes inne. Det er derfor behov for tilbakekoblingsløyfer som gir kretsen holdestrøm etter at knappen slippes. Dette er basert på en nokså kompleks tankegang. Jeg utvikler derfor Design 2 (se vedlegg VE 1), som er en treningsoppgave for nettopp denne funksjonen. Her kan elevene simulere startbryter med eller uten denne holdekreten, og se en modell av kretsen i de to tilstandene. Dette er en ren trenings- og forklaringsmodell. Designet videreutvikles til også å gi trening i mange andre funksjoner i kretsen. Programmet kan kjøres på de datamaskinene elevene hele tiden har tilgjengelige på arbeidsbenken. Figur 12 viser et av skjerm bildene fra Design 2.



**Figur 12: Segment av skjerm bilde med øvingsprogram for "holdekrets"**

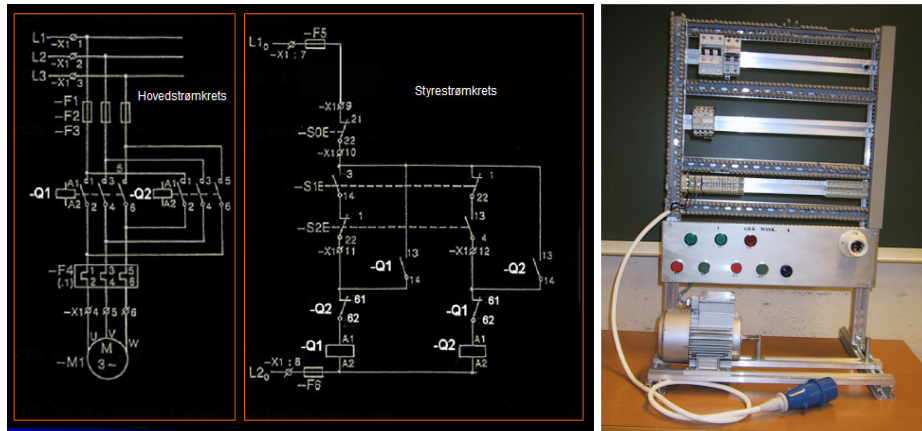
Det gjøres oppmerksom på at et statisk bilde ikke yter rettferdighet mot et program som inneholder 250 enkeltanimasjoner i fem forskjellige lag.

Denne prosessen pågikk gjennom størstedelen av forsøkene vinteren 2002. Da var IKT-artefaktet som konsept utviklet til to design, Design 1 og Design 2 (Vedlegg VE 1). Disse hadde gjennomgått mange ”aksjoner” og forandringer, og vært gjenstand for observasjoner og refleksjoner, reviderte planer og utprøvinger. Noe som igjen førte til ny erkjennelse og kunnskap. Denne fasen ble også utgangspunkt for en del spørsmålstilling og undring.

## **4.2 Kvalitative data**

I det følgende gjengis observasjoner av elevene mens de gjennomfører praktiske oppgaver innenfor faget elektroteknikk. Det forventes at de utfører en serie øvinger på et koblingsrack. Det er fem oppgaver med stigende vanskelighetsgrad (Øvelse 1 – 5), som opprinnelig er presentert ved hjelp av symbolske koblingsskjema i papirformat. Men det finnes også noen innledende øvelser som utføres i forkant av disse fem, med lav vanskelighetsgrad og kompleksitet. Disse øvelsene må betraktes som trening med koblingsrack og øvrig utstyr. Veilederen demonstrerer disse innledende oppgavene, og elevene utfører dem etter hukommelse slik det ble vist dem. Dette fordrer egentlig ikke tolkning av elektriske, symbolske framstillinger og er derfor ikke gjenstand for oppmerksomhet i de følgende observasjonene.

Av øvelsene, Øvelse 1 - 5, er det kun den første som er utført som dataanimert skjermpresentasjon (CD-ROM: Vedlegg VE 1, Design 1). Men datamaskinene brukes også under løsningen av Øvelsene 2 - 5, da med Øvelse 1 som et mønster eller en modell. Prinsippene som brukes i denne oppgaven synes elevene å overføre til de øvrige oppgavene. Observasjoner som refereres og tolkes her skriver seg fra arbeidet med disse 5 oppgavene. Elevene har nå ingen muligheter for å kopiere eller reproducere. Operasjonene må utføres ved at man tolker det elektriske koblingsskjemaet, bruker lærebøkenes framstillinger, støtter seg til lærerens tidligere forklaringer eller får praktisk hjelp i den aktuelle situasjonen. Det elektriske koblingsskjemaet og øvingsracket som brukes i Øvelse 5 er vist i Figur 13.



**Figur 13: Elektrisk koblingsskjema og øvingsrack**

Observasjoner og data i denne kvalitative fasen vil naturlig føye seg inn i to avsnitt: **før og etter** innføring av dataanimasjonene.

**Jeg har i det følgende kategorisert observasjonene før og etter innføring av IKT-artefaktet slik:**

- Elevenes tolkning av symbolene som brukes i faget, - læremidlenes rolle
- Veilederens rolle, - ressursbruk
- IKT-artefaktets rolle
- Samarbeid elevene imellom
- Elevenes evne til å løse de praktiske oppgavene

#### **4.2.1 Observasjoner utført før innføring av IKT-artefaktet**

##### **a) Elevenes tolkning av symbolene som brukes i faget og læremidlenes rolle**

**Dette observerer jeg:**

Det er ikke mulig å observere at symbolene kommuniserer et forståelig budskap for elevene. Ingen av elevene utfører noe som helst praktisk arbeid med utgangspunkt i arbeidstegningene. De har mange spørsmål til veilederen og til hverandre. De studerer arbeidstegningen, men finner ingen sammenheng mellom tegningen og den fysiske kretsen. Lærebøkene har oversikt over de forskjellige symbolene.

Disse læremidlene er tilgjengelig for elevene som oppslagsverk under utføring av de praktiske oppgavene. Ingen av elevene får imidlertid hjelp av disse forklaringene i denne fasen av undersøkelsen. Arbeidstegningene kan ikke omsettes eller anvendes av elevene selv om de er motivert for oppgaven og aktivt søker en løsning. Noen elever forstår betydningen av enkelte elektriske symboler, noe man også kan verifisere gjennom lærebøkene, men når symbolene settes sammen til et komplett elektrisk diagram, mestrer ikke elevene å tolke denne nye sammenhengen.

**Dette tolker jeg slik:**

Det er et gap mellom det eleven ser på det elektriske diagrammet og den fysiske vikeligheten de skal operere i. De har tilgjengelig et symbolsk diagram som har en entydig tolkning. Det er ikke rom for flere tolkninger eller tvetydighet slik symbolikken er i diagrammet. De konvensjoner for tolkning og sammenstilling av symbolene som gjelder for dette symbolsystemet er entydig og konsistente. Det kan ikke være symbolsystemet som er årsak til at elevene ikke mestrer oppgaven, eller kan nyttiggjøre seg denne framstillingen. Det må være elevenes manglende ferdigheter på et eller flere plan. Det kan ligge i elevenes manglende forståelse av hvordan symbolene skal forstås og settes sammen. Det kan også være at elevene ikke mestrer å omsette todimensjonale tegninger til en tredimensjonal, fysisk krets. Elevenes varierende spatiale evner kan være utslagsgivende.

**b) Veilederens rolle, - ressursbruk**

**Dette observerer jeg:**

Veilederen har en sentral rolle i denne fasen hvor elevene ikke mestrer oppgavene. Når elevene ikke får hjelp verken av iboende kunnskap, ferdigheter, læremidlenes tidligere fremstillinger, eller av hverandre, søker de hjelp hos veilederen.

I denne situasjonen er det 20 elever og en veileder. I den grad elevene kan nyttiggjøre seg veilederens hjelp videre i oppgavene, er veilederkapasiteten for liten. Veilederen, som er identisk med forskeren i denne situasjonen, må ta den omstendelige jobben det er å veilede en og en gruppe gjennom en startfase slik at elevene kommer i gang. Selv da viser det seg at elevene har problemer med å gjennomføre resten av øvelsen, langt mindre de neste oppgavene med høyere vanskelighetsgrad.



Det er oppstått et problem med lærer ressurs, noen til å veilede eleven gjennom de forskjellige fasene i oppgaven. Veilederhjelpen består nå i å være en slags pekerobot. Oppgaven består i å vise at symbolene i koblingsskjema har et referansefelt på koblingsracket. Den praktiske kretsen er referanseområdet for symbolene i koblingsskjemaet. Men selv etter flere demonstrasjoner, er ingen av elevene i stand til å gjennomføre øvelsene ut fra tolkning av skjemaet. Det ”språket” symbolene utgjør, er ikke lesbart for elevene.

### **Dette tolker jeg slik:**

Tidligere har vi i disse situasjonene satt inn mer lærerhjelp. Hver gruppe er blitt veiledet steg for steg gjennom oppgavene. Dette har ikke alltid gitt større forståelse slik at elevene blir selvhjulpne og kan fortsatt på egen hånd. Det er et ganske stort gap mellom elevenes ståsted, og der man som veileder forventer at de skal være. Man tenker da ikke på ferdigheter i rent fysisk å koble elektriske forbindelser mellom de forskjellige koblingspunktene i kretsen. Det mestrer elevene etter en kort demonstrasjon. De ferdighetene man etterlyser her går på elektroteknisk forståelse og ikke minst det å tolke symbolsystemet. Symbolene står for noe og har en sammenheng. Det kan virke som om elevene ikke har oppfattet verken helheten eller detaljene i symbolsystemet. Veilederens problem nå er å vise disse sammenhengene. Som veileder opplever man et stort forklaringsproblem. Læremidlene har til nå ikke formidlet dette, lærerens kollektive forklaringer har ikke formidlet det, todimensjonale grafer, plansjer og illustrasjoner, har heller ikke brakt elevene til et sted hvor de kan omsette et elektrisk diagram til en fysisk tredimensjonal krets.

### **c) Rollen til IKT-artefaktet**

Dette punktet er foreløpig mindre aktuelt å beskrive da elevene til nå kun benytter analoge hjelpemidler. Jeg ser imidlertid behovet for et alternativt hjelpemiddel på dette tidspunktet. Utviklingen av dataanimasjonene er beskrevet senere i dette kapitlet.

#### **d) Samarbeid elevene imellom**

##### **Dette observerer jeg:**

Den eksplorative, naturalistiske settingen gjør at elevene i denne fasen er fri til å ta kontakt med hverandre, utveksle erfaringer og diskutere felles problemer. De oppsøker andre grupper for å få hjelp til å komme i gang med oppgavene. Elevene er vant med at det finnes andre grupper som har forstått problemet og kan bidra med en løsning. De er vant med å støtte seg på mer kompetente elever, dette er en normal atferd i denne sammenhengen, og problemet diskuteres i forskjellige elevgrupper. Likevel finner elevene ikke fram til løsningsregimer, kunnskap, eller forståelse nok til å løse det aktuelle problemet. Deres atferd avslører at på tross av høy motivasjon i utgangspunktet, så finner man ikke løsninger som kan bringe arbeidet med oppgavene videre. Dette munner selvsagt ut i en slags frustrasjon, men samtidig en enda sterkere søken etter løsninger.

##### **Dette tolker jeg slik:**

Felles for alle elevene er at de er høyt motivert for nettopp denne oppgaven. Likevel kan ingen bidra med noe som løser oppgaven de står overfor så langt. Dette er fortsatt i en forholdsvis tidlig fase av forsøkene. En gryende frustrasjon kan spores både hos elever og hos veileder/forsker. Spørsmålet er om denne frustrasjonen kan kanaliseres inn i noe som bringer alternative løsninger.

#### **e) Elevenes evne til å løse de praktiske oppgavene**

##### **Dette observerer jeg:**

Som det vil framgå av tidligere refererte observasjoner, utfører eleven nå de praktiske oppgavene kun i den grad veilederen viser hvert trekk i de elektriske koblingene.

Det er ingen framdrift i praktisk utføring av oppgavene basert på elevenes egne tolkninger av de elektriske symbolene. Eleven reproducerer og imiterer veilederens demonstrasjoner og forklaringer i den grad de kan memorere dette. Hvis operasjonene blir for komplekse, etterspør elevene mer hjelp fra veileder. Veilederen bør helst stå i nærheten av elevene mens arbeidet foregår slik at han på kort varsel kan tre inn og bringe arbeidet videre. Med mindre dette skjer, stopper arbeidet opp i alle gruppene.

I denne fasen er det ingen grupper som utfører praktiske koblinger på øvingsracket selvstendig og ut fra de elektriske koblingsskjemaene.

**Dette tolker jeg slik:**

Veilederen blir en helt sentral og uunnværlig faktor for alle elevene. Framdriften er helt og holdent avhengig av veilederens tilrettevisning. Elevene etterspør en hjelp som ikke finnes, en slags agent som alltid er nærværende og som kan belyse problemet helst bedre enn det veileder har vært i stand til så langt. Tids- og ressursfaktoren ser ut til å bli en stadig mer sentral komponent. Ikke bare som totalt behov for tid og hjelp, men som en faktor som påvirker kontinuiteten i arbeidet. Hvis det tar for lang tid før elevene får hjelp, glemmer de sammenhengen problemet oppstod i. Selv den korte tiden det kan ta fra veilederen har fokusert på de elektriske symbolene i arbeidstegningene til dette rent praktisk kan utføres på koblingsracket, kan se ut til å være et problem. Man observerer elever som synes å savne nok kontinuitet og sammenheng i problemet til å se større sammenhenger. Elevene er ikke i stand til så langt å tolke de elektrotekniske symbolene, eller nyttiggjøre seg de analoge læremidlenes framstillinger slik at de kan tolke standardiserte arbeidstegninger for styring av trefasemotorer.

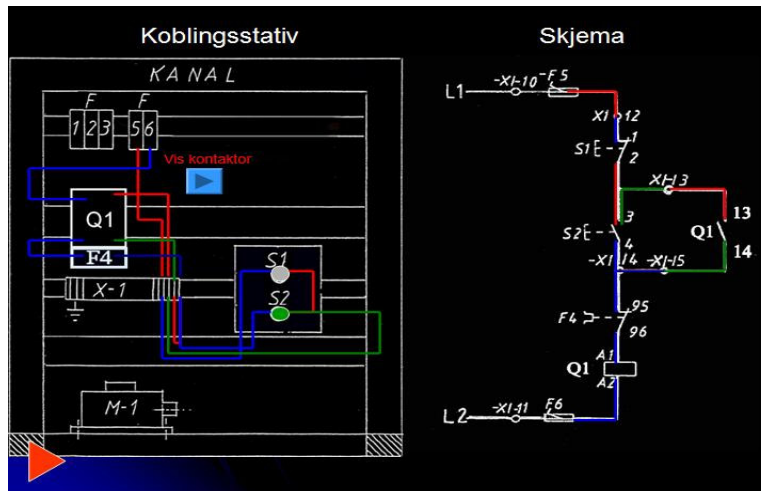
På dette stedet stoppes undervisningen. Veilederen har ikke kapasitet til å veilede og imøtekomme alle henvendelser fra elevene.

To problemer synes å ha oppstått: Det er for liten veilederkapasitet, og det virker som metoden med å peke og demonstrere for elevene er lite effektiv. Etter flere demonstrasjoner, trenger eleven fortsatt hjelp.

#### **4.2.2 *Observasjoner utført etter innføring av IKT-artefaktet***

**(Denne fasen er eksemplifisert i Video 1, VE4.)** Elevene forholder seg nå til digitaliserte diagrammer i form av skjermpresentasjoner. Dette er et datakonsept som utvikles og forbedres i denne eksplorative fasen. Dette datakonseptet kalles her IKT-artefaktet. Et manipulerbart, animert bilde av kretsen vises på datamaskinens skjerm. Elevene kan navigere gjennom hele kretsen ledning for ledning, komponent for komponent. De bestemmer selv hastighet. De kan stoppe eller gå tilbake i programmet når de selv velger det.

Hver ledningsforbindelse animeres samtidig på høyre og venstre del av skjermbildet, som representerer henholdsvis elektrisk koblingsskjema og den fysiske kretsen. Dette er beskrevet nærmere under avsnitt 5.2 i dette kapittelet. Men som en bakgrunn for disse empiriske data gjengis en avbildning av det primære skjermbildet på Figur 14.



**Figur 14: Dataanimert skjermbilde, digital presentasjon av oppgaven**

Elevene forholder seg nå til skjermbildet på de bærbare datamaskinene som alle gruppene bruker fra nå av og ut denne eksplorative delen av forsøkene.

Elevene foretar først utprøving av programmet for å bli kjent med funksjoner og symbolikk. De gis noen korte, kollektive instruksjoner angående dataanimasjonenes funksjonalitet og innhold. Noen få grupper bruker 15 minutter på å gjøre seg kjent med softwaren, resten av gruppene bruker opp mot 20 minutter på denne delen.

Etter 20 minutter er alle gruppene i gang med å utføre praktiske koblinger på koblingsrackene. Det er stor aktivitet, og samtlige elever er i arbeid.

### a) Elevenes tolkning av symbolene, - læremidlenes rolle

#### Dette observerer jeg:

Elevene bruker på dette stadiet ikke andre læremidler enn IKT-artefaktet, selv om andre læremidler er tilgjengelige.

Samtlige elever tolker skjermbildene og henter sine opplysninger herfra.

Veilederaktiviteten er lite etterspurt nå. Elevene jobber uten lærerhjelp mesteparten av tiden. De veksler hele tiden mellom å observere skjermbildet og utføre praktiske koblinger på stativet. De forskjellige gruppene har samme arbeidsmønster: begge gruppedeltakerne er aktive både i forhold til skjermbildet og den praktiske utførelsen. De arbeider seg gjennom koblingen ledning for ledning. I starten kjører de ofte animasjonene et steg bakover for å få repetisjon av den aktuelle koblingen. Et problem ved tidligere bruk av tegninger i papirformat har vært at elevene mister oversikt og glemmer hvor langt de er kommet i koblingsarbeidet. Det ser ut for at de fleste får hjelp til bedre oversikt på dette området da animasjonene ikke fortsetter uten at elevene selv aktivt trigger dem. Når veileder tilbyr hjelp, avvises dette nesten konsekvent i denne fasen. Det virker som om elevene synes dette er en uønsket inngripen, nærmest en forstyrrelse. Hele deres fokus er nå rettet mot skjermpresentasjonen og det praktiske koblingsarbeidet.

Etter en tid er denne oppgaven (Øvelse 1) utført. Kretsen testes for å se om den fungerer. Noen grupper har utført kretsen riktig ved første forsøk, andre har små feil i kretsen. De gruppene som har feilkoblinger i kretsen blir da bedt om fortsatt å bruke dataanimasjonene til feilretting. Dette gjøres ved å gå gjennom hele kretsen steg for steg med utgangspunkt i skjermpresentasjonen.

Nå skal elevene utføre nye oppgaver som ikke har digitaliserte arbeidstegninger (Øvelse 2 – 5 er enda ikke designet i IKT-utførelse). Dataanimasjonene brukes da som et slags mønster eller en modell for de neste oppgavene. Selv om de nye kretsene ikke finnes på dataskjermen, henviser veileder til Øvelse 1 som et prinsipp for forståelse også for disse nye oppgavene. Man observerer her at elevene går tilbake til de opprinnelige dataanimasjonene for å finne løsninger for de nye oppgavene.

Det ser ut som om elevene er kommet over et mentalt hinder og har oppfattet noe de tidligere ikke hadde innsikt i med hensyn til å forstå de symbolske tegningene.

Når elevene så utfører ledningsforbindelsene på koblingsracket, viser det seg at disse i mer enn 90 % av tiden for gruppene sett under ett, er i overensstemmelse med riktig løsning. Det eleven har tolket ut fra skjermbildenes symboler er i all overveiende grad i samsvar med symbolenes referansefelt. Det er med andre ord stor forskjell i aktivitet når elevene har tilgang på dataanimasjonene og når de ikke har tilgang på dette.

Denne aktiviteten er i samsvar med det som var målsetningen for aktiviteten, å utføre praktiske koblinger på trefase elektromotorer på basis av symbolske diagrammer.

Den videre utviklingen i denne kvalitative fasen av forskningen viser større og større individuelle forskjeller mellom elevene. Noen fortsetter nå oppgaveløsning med de mer komplekse og sammensatte oppgavene. Ca 40 - 50 % av elevene blir helt ferdig med alle oppgavene.

### **Dette tolker jeg slik:**

Når eleven nå ikke bruker de tradisjonelle læremidlene til å løse oppgavene, betyr det at elevene baserer tolkning og utforming på skjermbildet, og det symbolsystemet som er presentert der. Skjermbildene viser både det elektriske diagrammet og en skisse av koblingsracket. Det inneholder altså alt som fantes i de tidligere elektriske skjemaene samt et tillegg.

Når man nå observerer at alle elevene begynner å løse en oppgave de ikke kunne løse ved hjelp av tradisjonelle diagrammer og læremidler, tyder det på at de har fått en eller annen form for tilleggsinformasjon.

Det kan også være en kombinasjon av flere faktorer. Dette er en naturalistisk setting og kan forstås som et systemparadigme. Det er mange kjente og ukjente variabler som alle virker på hverandre.

Disse faktorene kjenner vi ikke i detalj. Det som er nytt nå, og som vi kjenner til, er dataanimasjonene som presenterer symbolsystemet på en annen måte. Vi har fått et tillegg representert ved teknologien, det teknologien formidler av innhold, og det elevene faktisk bruker teknologien til. Det kan også ha andre årsaker. En av gruppene kan ha funnet en løsning og kommet i gang med oppgaven, hvorpå denne gruppen fungerer som et støttende stillas for de andre.

Dette ligger i tilfelle utenfor det jeg har observert.

Det ser imidlertid ut for at den barrieren alle opplevde i første fase ikke er til stede i samme grad lenger. Denne forandringen var svært synlig da den oppstod, og jeg setter den i sammenheng med dataanimasjonenes funksjon.

## **b) Veilederens rolle, - ressursbruk**

### **Dette observerer jeg:**

Veilederens rolle skifter karakter etter at de dataanimerte skjermpresentasjonene innføres i læringssituasjonen. Fra å være etterspurt i den grad at de fleste ikke fikk nødvendig hjelp, er nå hver gruppe sterkt engasjert i å utføre oppgaven. De spørsmål som oppstår er lette å oppklare. Skjermpresentasjonene brukes ofte som et utgangspunkt for veiledningen. Alle gruppene er opptatt av å utføre koblinger kontinuerlig. Veileder får tid til å frekventere gruppene for å høre hvordan fremdriften er. Mange grupper opplever dette nesten som et forstyrrende element. Elevene klarer seg selv det meste av tiden. Veileder "fader" mer og mer ut av den markante veilederrollen og går over i en mer deltakende rolle. Dette gjøres helt bevisst, og bryter ikke med forskerrollen. Observasjoner blir fortsatt gjort, men nå fra et litt annet perspektiv. Veilederressurs er nå ikke en mangelvare. Når Øvelse 1 er løst av alle gruppene og elevene etter hvert starter på de neste, mer komplekse oppgavene (Øvelse 2 - 5), blir veilederrollen noe mer differensiert. Nå er det grupper som blir enda mer fokusert på oppgaven og uavhengige av veilederen, mens andre grupper trenger noe hjelp.

### **Dette tolker jeg slik:**

Veilederens rolle har nå skiftet karakter fordi aktiviteten har kommet i gang i læringsmiljøet.

Arbeidssituasjonen reflekterer nå mange elementer i et sosiokulturelt virksomhetsteoretisk læringsmiljø. Jeg oppfatter denne nye læringssituasjonen som det man i et sosiokulturelt læringsmiljø vil kalle den nærmeste utviklingssonen (ZDP: the zone of proximate development). Dette kan forklares som avstanden mellom en persons nåværende utviklingsnivå som man mestrer uten hjelp fra omgivelsene, og det potensielle utviklingsnivå man kan innta ved hjelp fra kompetente personer i omgivelsene. Det er ikke uvanlig å inkludere alle medierende artefakter i den nærmeste utviklingssonen.

Jeg observerer nå at elevene samhandler i stor grad med artefaktet. Jeg tolker det som at de bruker teknologien, og at denne inngår i den nærmeste utviklingssonen sammen med veileder og medelever som de samarbeider med og støtter seg på.

Den nærmeste utviklingssonen er ikke bare en potensiell framtidig læringssituasjon, men også ”a window of opportunity” som blant annet kan være knyttet til den optimale tidsrammen. Når elevene etterspør kunnskap som er kritisk for ny forståelse har denne nye kunnskapen en stor mulighet for innpass og erkjennelse. Jeg observerer også at medelever som blir spurt om hjelp må reorganisere sin egen kunnskap og skifte perspektiv på sin egen forståelse, for å kunne presentere den for medelever. Slik reorganisert kunnskap er nyttig både for mottaker og sender. Jeg ser at denne kunnskapen ”får flere eiere” i dette miljøet. Denne kunnskapen er presentert av en person som nettopp har kjent problemene på kroppen og har en genuin innsikt. Når jeg har veiledet i dette miljøet, observerer jeg denne forskjellen på kunnskap og presentasjonsformer. Mitt perspektiv er ikke alltid så interessant som medelevenes. Det finnes en kunnskap som er i den ”nærmeste utviklingssonen” og som de heller griper. Det er imidlertid også kunnskap som ikke finnes mellom elevene, og som jeg som ekspert kan bidra med. Slik blir det en gjensidig avhengighet i læringsmiljøet. Dette er en helt annen ressursbruk enn den vi har sett tidligere år, hvor vi ikke kunne få nok veiledere. Tidligere har framdrift og utvikling vært begrenset av antall tilgjengelige veiledere. Det virker nå som elevene gjennom IKT-artefaktet har fått en agent, eller en veileder som er tilgjengelig hele tiden, - ikke minst i det øyeblikket de selv etterspør den.

### **c) Rollen til IKT-artefaktet**

#### **Dette observerer jeg:**

Fra det øyeblikket jeg innførte dataanimerte skjermpresentasjoner av de elektriske diagrammene, var det lett å observere at læringssituasjonen hadde fått et annet fokus. De analoge læremidlene, skjemategninger i papirformat og veilederens forklaringer, er fortsatt tilgjengelige for elevene. Likevel rettes nå oppmerksomheten nesten utelukkende mot dataanimasjonene for samtlige grupper. Dette gjelder i arbeidet med øvelse 1. Det følger andre oppgaver med høyere vanskelighetsgrad og kompleksitet.

Disse oppgavene er foreløpig ikke digitalisert. Samtlige grupper fullfører øvelse 5 ved hjelp av dataanimasjonene og minimal hjelp fra veileder. I denne fasen har elevenes bruk av teknologien tilsynelatende erstattet det meste av lærerens rolle.



Bildet forandrer seg imidlertid noe når elevene skal løse nye oppgaver basert på konvensjonelle arbeidstegninger. Da får dataanimasjonene en annen rolle. Dette gir bare veiledning i en bestemt oppgave. Likevel brukes denne som modell for de andre oppgavene. De fleste elevene løser mange nye oppgaver med basis i det de har lært, og ved å gå tilbake til den digitaliserte oppgaven og se på prinsipper som er brukt. Disse elevene etterspør heller ikke lærerens veiledning i særlig grad. Andre elever trenger mer hjelp og løser ikke så mange oppgaver. Vi kan si at innføring av dataanimasjonene representerer et skille hvor eleven nå i større og mindre grad støtter seg på dataanimasjonene. Det vi videre ser er at alle elevene nå jobber med oppgavene, det er ikke mangel på veilederressurs, og IKT-artefaktet er blitt et sentralt verktøy for elevene.

**Dette tolker jeg slik:**

De dataanimerte skjermpresentasjonene påvirker elevenes måte å tolke symbolsystemet på. Det kan også ha betydning for elevenes visualisering av den fysiske, tredimensjonale kretsen. Dette berører elevenes spatiale ferdigheter. Billedlige representasjoner oppleves lettere som virkelighetstro. Det er en tilbøyelighet til at elektriske koblingsskjema tolkes som et slags kart, slik jeg observerte det i elevenes omgang med symbolsystemet. En komponent plassert oppe til venstre i skjemaet forventes å være oppe til venstre på koblingsracket. De elektriske skjemaenes billedlige utseende gjør også at eleven leter etter likhetstrekk mellom koblingsskjema og koblingsrack. Elevene forventer å finne en komponent som ligner symbolet i det elektriske diagrammet. Virkeligheten er imidlertid ikke slik, og mange elever blir forvirret når de leser de konvensjonelle koblingsskjemaene. Det kan imidlertid se ut som om de dataanimerte skjermpresentasjonene blir en slags ”stepping stone” mellom elevenes manglende ferdigheter og det å mestre oppgavene.

**d) Samarbeid elevene imellom**

**Dette observerer jeg:**

Elevene samarbeider både internt i gruppene og gruppene imellom. Dette gjelder spesielt etter at Øvelse 1 er avsluttet. De aller fleste elevene utfører denne oppgaven uten særlig hjelp verken av veileder eller hverandre.

Under de neste oppgavene (Øvelse 2 - 5) som har større vanskelighetsgrad, etterspør elevene mer hjelp. Denne hjelpen søker de først og fremst hos hverandre, og det oppstår en utstrakt kontakt mellom gruppene under hele arbeidet. Som beskrevet tidligere er gruppene mest interessert i den hjelpen de kan få hos hverandre, og noen av de mest selvstendige gruppene opplever nå veilederens henvendelser nærmest som en distraksjon. Oppgave 5 er meget kompleks, og vi har tradisjonelt bidratt med svært mye veilederhjelp til de gruppene som greide å fullføre denne. Her skal man lage koblinger som reverserer dreieretningen til en trefasemotor. Dette krever mange komponenter og kompleks ledningsføring. Med IKT-artefaktet tilgjengelig utførte noen av elevene Oppgave 5 praktisk talt uten veilederhjelp. Derimot samarbeidet de i stor grad med andre grupper. De etablerte en slags ny, utvidet gruppestruktur ut fra det behovet de opplevde der og da.

**Dette tolker jeg slik:**

Det virker som om de dataanimerte skjermpresentasjonene får elevene over en barriere. De kommer i gang med det praktiske koblingsarbeidet. Når først noen grupper er kommet i gang, sprer nødvendig kunnskap seg raskt i læringsmiljøet. Den nærmeste utviklingssonen (ZDP) kan som nevnt tidligere bestå av andre mennesker med vekslende grad av ekspertise i tillegg til medierende artefakter. Dette omfatter i denne sammenhengen både veileder og medelever som har større innsikt eller erfaring. Et læringsmiljø med forskjellige artefakter, mennesker med forskjellig kompetanse, bakgrunn og interesser, kan forme flere slike utviklingssoner (ZPD) som overlapper hverandre. Jeg observerer en gjensidig avhengighet i læringsfellesskapet som gjør at man trenger hverandre, men på forskjellige nivåer og til forskjellige tider. Elevene beveger seg så og si inn og ut av disse sonene og bringer og høster ideer og erfaringer. Det virker for meg som om IKT-artefaktet spiller en sentral rolle i dette fellesskapet.

**e) Elevenes evne til å løse de praktiske oppgavene**

**Dette observerer jeg:**

Oppgavene vi løser her er de samme som vi har brukt tidligere år. Vi har lang erfaring i å se hvordan elevene mestrer disse oppgavene.

Samtlige grupper utfører fire av oppgavene, mens 40 % - 50 % av elevene klarer de siste og mest komplekse oppgavene. Dette er en signifikant bedring i forhold til tidligere år.

Likevel er det altså en del elever som ikke blir ferdige med alle oppgavene. Disse elevene er de som samarbeider minst med de andre og som henvender seg mest til veilederen. De jobber mindre selvstendig enn de andre. Alle gruppene overfører kunnskapen fra de dataanimerte skjermpresentasjonene til de nye oppgavene, men ikke alle er like flinke til å overføre kunnskapen.

Sett i forhold til situasjonen vi hadde i starten av denne kvalitative forskningen, er dette imidlertid en stor forandring. Fra tilnærmet ingen aktivitet i gruppene, er nå alle elevene engasjert i å utføre oppgavene. Aktiviteten er målrettet mot løsning av de fem oppgavene som er gitt. Måloppnåelsen er også bedre enn den vi har sett tidligere år med disse oppgavene.

**Dette tolker jeg slik:**

Når ikke alle elevene kommer i mål med oppgavene, kan dette skyldes at kun en oppgave er digitalisert og presentert over dataskjerm. Man kan stille spørsmålet hva som ville skjedd hvis alle oppgavene var presentert på skjerm med animasjoner.

Ville man fått en enda bedre måloppnåelse?

Dette er en naturalistisk sammenheng med et system av ukjente variabler og forhold som virker på hverandre. Variabler kommer ”som skyer av inter-relaterte hendelser” (Salomon, upublisert). Det utvikles et IKT-artefakt som tilsynelatende påvirker prosessen, men det kan også være miljøfaktorer som påvirker. Kan støttende stillaser i form av veiledere og kollaborasjonen mellom elevene være det utslagsgivende? Hva skjer hvis vi forandrer en faktor, vil det påvirke noen av de andre?

### **4.3 Spørreundersøkelsen (2002)**

Hvordan oppfatter elevene selv situasjonen, og hvordan vurderer de læringssituasjonen etter at dataanimasjonene er innført? I en spørreundersøkelse har jeg adressert spesielt to forhold. For det første, hvordan opplever elevene de nye læremidlenes påvirkning på læring. For det andre spør jeg hvilken hjelp de har fått av dataanimasjonene sammenlignet med den hjelp de har fått av veileder.

Dette er et sentralt spørsmål fordi vi gjennom tidligere erfaringer har følt at veiledernes hjelp har vært mangelfull. Det har vært forhold vi ikke har kunnet forklare, men som elevene har måttet finne ut av gjennom arbeidet med koblingsracket og symbolskjemaene.

Videre har noen av spørsmålene i spørreskjemaet også vært gjenstand for fokusering under observasjonene som er gjort i denne kvalitative fasen.

Spørsmålene er slik sett belyst både fra observatørens- og elevens perspektiv.

Elevene ble i forkant av spørreundersøkelsen forklart nøye hva som lå i de forskjellige spørsmålene, og det ble brukt god tid på gjennomføringen.

#### 4.3.1 Spørsmål som adresserer IKT-artefaktets rolle

**Spørsmål 1:** *”Hvor brukervennlig var programmet?”* skal avsløre om elevene syntes det er enkelt å bruke dataprogrammene. Mine observasjoner bekrefter det samme som kommer fram i undersøkelsen når over 90 % svarer at brukervennligheten var meget god eller god.

**Spørsmål 2:** *”Øket programmet forståelsen av koblingen?”* Det er nok mulig å få til en god del av de praktiske koblingene uten å forså så mye av det elektrotekniske. Spørsmålet er ment å avspeile elevenes egen oppfatning av dette. Av elevene var det 56 % som mente at IKT-effekten var god i forhold til å øke forståelsen.

**Spørsmål 3:** *”Hjalp programmet meg med å få til koblingen?”* Dette går direkte på utførelse og gjennomføring av oppgavene. Her har 84 % av elevene svart godt eller meget godt. Hovedvekten ligger på ”Godt” med 75 %. De aller fleste elevene mener altså at de har fått god hjelp av dataanimasjonene.

**Spørsmål 4:** *”Hjalp programmet meg til å forstå sammenhengen mellom tegning og kobling?”*

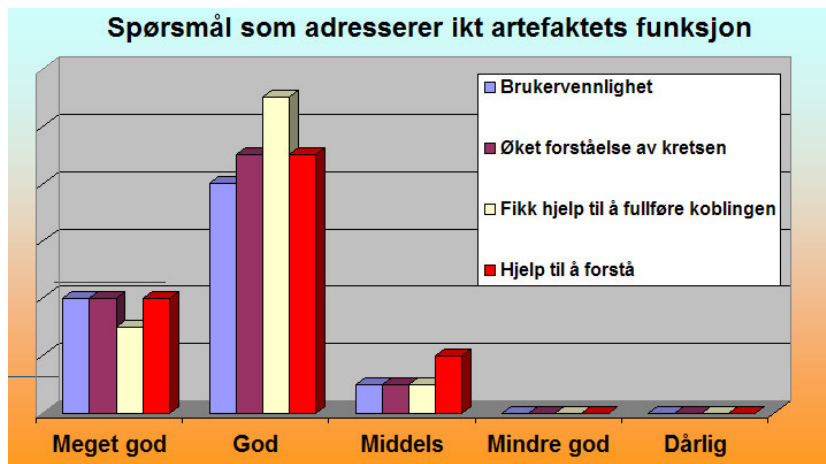
Dette er kanskje selve kardinalspørsmålet, da mine observasjoner både under den kvalitative fasen og tidligere erfaringer tilsier at det er nettopp denne sammenhengen som er vanskelig for elevene å forstå. 25 % av elevene mener de har fått meget god hjelp til dette, og 56 % mener de har fått god hjelp. Bare 6 % mener de har fått middels eller dårligere hjelp til å forstå denne sammenhengen.

Resultatene er vist i Tabell 2 og Figur 15.

	Meget bra	Godt	Middels	Mindre bra	Dårlig
Hvor brukervennlig var programmet?	31%	63%	6%	0%	0%
Øket programmet forståelse av koblingen?	38%	56%	6%	0%	0%
Hjalp programmet meg med å få til koblingen?	19%	75%	6%	0%	0%
Hjalp programmet meg til å forstå sammenhengen mellom tegning og kobling?	25%	56%	19%	0%	0%

**Tabell 2: Spørsmål som adresserer IKT-artefaktets funksjon**

Grafisk kan dette framstilles som vist i Figur 16:



**Figur 15: Grafisk framstilling av prosentvis fordeling for spørsmål 1 – 4**

#### 4.3.2 Spørsmål som sammenligner hjelpen fra veiledningen med den hjelp IKT-artefaktet gav

Tabell 3 viser spørsmål som er ment å vise hvilken hjelp elevene syntes de har fått av dataanimasjonene sammenlignet med veilederhjelpen. Dette er grafisk framstilt i Figur 15.

**Spørsmål 5:** ” *Programmet har forklart hvordan koblingen gjøres!* ” Spørsmålet er formet som en påstand eller en hypotese. Elevene skal verifisere eller falsifisere påstander. Spørsmål/påstand 5 må leses slik: *Programmet har forklart hvordan koblingen gjøres bedre enn læreren, like godt som læreren eller dårligere enn læreren.*

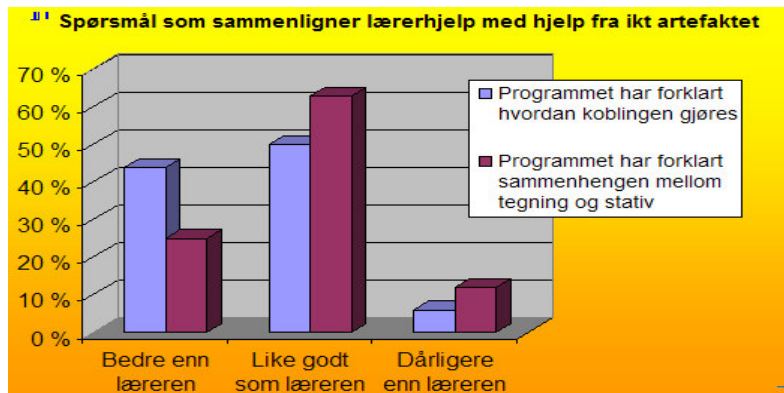
Vi ser altså at 44 % av elevene opplever at dataanimasjonene har gitt dem bedre hjelp enn veilederen, og at 94 % mener dataanimasjonene gir bedre eller like god hjelp som veilederen

**Spørsmål 6:** ” Programmet har forklart sammenhengen mellom tegning og stativ!”

Her er svarene noe mer fordelt mellom kategoriene. Likevel ligger tyngdepunktet mellom like godt - og bedre enn læreren. De reflekterer selvfølgelig bare elevenes egen vurdering av dette, vi vet ikke hvor pålitelig denne vurderingen er.

	Bedre enn læreren	Like godt som læreren	Dårligere enn læreren
Programmet har forklart hvordan koblingen gjøres!	44 %	50 %	6 %
Programmet har forklart sammenhengen mellom tegning og stativ!	25 %	63 %	12 %

**Tabell 3: Elevenes vurdering av IKT-hjelp sammenlignet med veilederhjelp**



**Figur 16: IKT-hjelp sammenlignet med veilederhjelp**

### Vurdering av data fra spørreundersøkelsen

Jeg tror elevene har svart så oppriktig de kan på spørsmålene. Det ble gitt god tid til besvarelsen samt grundig forklaring om hva de forskjellige spørsmålene innebar.

Likevel kan man ikke forvente at alle elevene skal kunne vurdere fullt ut hvor godt dataanimasjonene har forklart sammenhengen mellom tegninger og praktisk krets, eller i hvor stor grad de dataanimerte skjermpresentasjonene har økt forståelsen av koblingen. Dette avhenger litt av om de i det hele tatt har forståelse av koblingen.

Noen ganger får man også et inntrykk av at elever gir generelt høye score når de er fornøyd med undervisningen eller med læreren. Elevene var svært tilfreds med dette opplegget, og det å få bruke PC i så stor grad som de gjorde her. Likevel er dette elevenes vurderinger etter flere måneders arbeid med disse oppgavene. Det er deres stemme som sier at de dataanimerte skjermpresentasjonene faktisk har gitt dem bedre og mer hjelp enn læreren.

### Spørreundersøkelsen i neste elevkull (2003)

Spørreundersøkelsen ble også gjennomført med elevene som deltok i undersøkelsen vinteren 2003. Begge utvalgene er gjort med like utvalgsriterier, og brukt samme IKT-artefakt, og har utført identiske oppgaver. Jeg framstiller både 2002 og 2003 data i denne tabellen på følgende måte: **2002data/2003data**. Dette er vist i tabell 4 og 5.

	Meget bra	Godt	Middels	Mindre bra	Dårlig
Hvor brukervennlig var programmet?	31/69%	63/31%	6/0%	0/0%	0/0%
Øket programmet forståelse av koblingen?	38/54%	56/38%	6/0%	0/8%	0/0%
Hjalp programmet meg med å få til koblingen?	19/46%	75/46%	6/8%	0/0%	0/0%
Hjalp programmet meg til å forstå sammenhengen mellom tegning og kobling?	25/62%	56/23%	19/8%	0/0%	0/8%

**Tabell 4: Data fra år 2002- og år 2003 undersøkelsene, - IKT-artefaktets rolle**

	Bedre enn læreren	Like godt som læreren	Dårligere enn læreren
Programmet har forklart hvordan koblingen gjøres!	44/85 %	50/15 %	6/0%
Programmet har forklart sammenhengen mellom tegning og stativ!	25/62 %	63/31 %	12/8 %

**Tabell 5: Data fra år 2002 - og år 2003 undersøkelsene, - veilederens rolle**

I tabell 4 hvor spørsmålene retter seg mot dataanimasjonenes funksjon, samles de fleste svarene i "Meget bra og Godt" - kategoriene. 2003 undersøkelsen uttrykker enda mer positivitet ved at en større andel ligger på "Meget bra".

I tabell 5 hvor spørsmålene går på lærehjelp i forhold til IKT-hjelp, er tendensen den samme, med hovedtyngden på "Bedre enn læreren" og

”Like godt som læreren”.

Også her uttrykkes enda større ”positivitet” til IKT – artefaktets rolle i 2003 enn i 2002: 85 % av elevene i 2003 mener at dataanimasjonene forklarer hvordan koblingen gjøres bedre enn læreren. Vurdert ut fra disse data, kan det være et grunnlag for å si at dataanimasjonene virker som en ”forsterker” i læresituasjonen. Det kan se ut som om dataanimasjonene ikke bare erstatter læreren, men bidrar med noe mer enn det læreren kan demonstrere og forklare. Hvis dette er tilfelle, antas årsaken å ligge i skjermpresentasjonenes dynamikk og animasjonens karakteristiske egenskaper.

#### **4.4 Oppsummering**

Dette kapitlet har beskrevet utviklingen av et IKT-læremiddel gjennom flere faser og utviklingstrinn. Elever og lærere har vært delaktige i en prosess med utprøving og forbedring, inntil man kom fram til et resultat som syntes å gi gode resultater for de fleste. De prosessene som er beskrevet her er sett i lys av begreper hentet fra sosiokulturell læringsteori, som i denne sammenhengen synes å være en god og dekkende beskrivelse. En har også brukt begrepet systemparadigme som et uttrykk for at her er det mange forhold som påvirker prosessen. Elevenes adferd viser seg å være en del av gjensidig interaksjon og kan ikke uten videre sees isolert. Under dette arbeidet opplevde vi et slags ”klimaskifte” i forhold til elevenes motivasjon, lærernes holdninger og miljøet forøvrig. Dette involverte rektor, skolens øvrige ledelse og andre lærere som var direkte eller indirekte involvert i arbeidet. Fra å være et fagområde forbundet med mye frustrasjon, beskriver enkelte lærere det nå slik: ”Før gruet jeg meg til disse timene. Elevene var støyende og umotiverte. Nå ser jeg fram til å møte elevene og tiden går fort.” Elevene gir også ofte spontane uttrykk for positive holdninger, og vi har sett en klar tendens til lavere fravær blant elevene. Hva dette egentlig skyldes er ikke så lett å peke på. Det kan være flere faktorer som virker sammen: arbeidsformen, bruk av IKT i en ny sammenheng, det at de fleste mestrer oppgavene, gjensidig positive holdninger mellom lærere og elever, etc. Eleven stiller med hele sin historie, tidligere erfaring, skolegang, evner, talenter, opparbeidet kunnskap og ferdigheter. Vi ser slik sett at det som er anført i metodekapitlet vedrørende mange variabler i et system har relevans her.



En del av dette mangfoldet er de individuelle forskjellene vi ser på elevenes prestasjoner og øvrige atferd. I en slik sammenheng er det vanskelig å kartlegge mønster og finne årsaksammenhenger. Likevel er det fenomener som synes skille seg ut. En fordel er at vi har erfaring fra mange foregående år, med ”tilsvarende elever”. Noen ting er kanskje beslektet med hverandre og gjentar seg. Vi har hvert år hatt problemer med det som ser ut til å være tolkningen av de elektrotekniske symboltegnene.

Mange av observasjonene som er gjort kan synes å peke mot at dataanimasjonenes måte å presentere symbolene på gir bedre forståelse for elevene. Dette kan sammenholdes med teorien i kapittel 2 som blant annet sier at symbolske koder delvis kan erstatte (supplant) manglende ferdigheter.

Det utformes etter hvert hypoteser som retter seg mot to forhold: Hjelp til tolkning av symboldiagrammene sett på bakgrunn av funksjonen til de dataanimerte skjermpresentasjonene, og spatiale egenskapers betydning for forståelsen av de individuelle forskjellene. Hypotesene er således rettet mot problemstillingenes to første ledd. For å kunne svare på dette føres forskningen inn et mer kontrollert eksperiment, hvor man også kan belyse problemstillingens siste ledd, spørsmål om hva som er effekten etter at IKT-artefaktet fjernes fra læringsmiljøet.

Hypotesene man nå tar med seg i de vider undersøkelsene er slik:

**Hypotese 1:**

*IKT-artefaktets kognitive rolle ved tolkning av de elektrotekniske symbolene fører til at eleven får behov for mye mindre pedagogisk, direkte veiledning av lærer.*

**Hypotese 2:**

*Noe av elevenes forskjellige mestring skyldes variasjoner i spatiale ferdigheter. Det kan derfor forventes interaksjon mellom individuelle, spatiale ferdigheter og effekten av IKT-teknologien.*

## 5 Resultatene fra utprøvningsfasen

---

Hensikten med å videreføre undersøkelsen med nye klasser og grupper, var å få vite mer om hvordan de interaktive hjelpemidlene virket som støtter i arbeidsprosessen i forhold til en undervisningspraksis med utstrakt bruk av lærerveiledning. Denne delen av undersøkelsen har fått en mer analytisk tilnærming. Den kjennetegnes ved at en sammenlikner systematisk to undervisningsformer.

I det følgende blir det først redegjort for utvalg av elever og hvilke nye rammer som gjelder når undersøkelsen tas inn i neste fase (5.1). Deretter blir testresultater som dekker arbeidet fra et helt undervisningsår oppsummert (5.2). I del 5.3 redegjøres det for funn som er knyttet til individuelle forskjeller. I den teoretiske diskusjonen ble det skilt mellom effekten **av** og effekten **med** IKT-hjelpemidler. Resultatene fra det praktiske arbeidet når elevene ikke har tilgang på IKT-hjelpemidler blir drøftet i del 5.4.

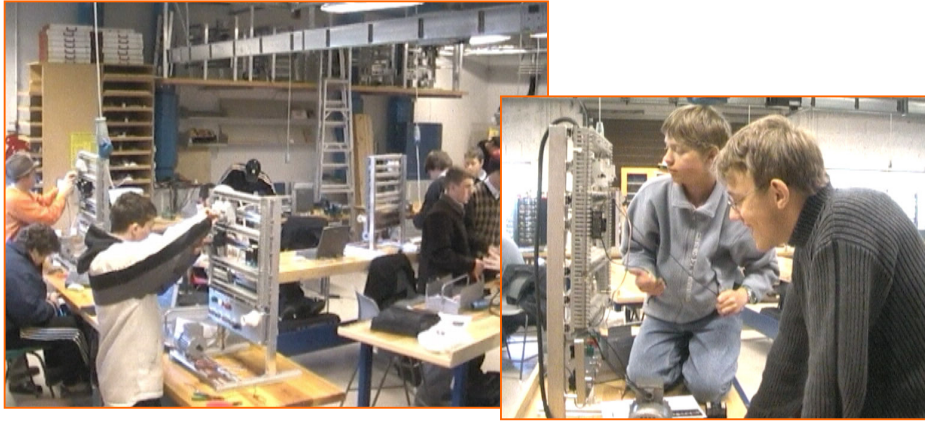
**Denne undersøkelsen er eksemplifisert i Video 2 på det elektroniske vedlegget.**

### 5.1. *Tilrettelegging*

#### **Utvalg**

Undersøkelser omfatter 23 elever og fire lærere som var involvert i utprøvingen fra januar til mai 2003. Elevene kommer fra to klasser på grunnkurs, mekanisk linje på Haugsund maritime videregående skole. Skolen har stilt seg svært velvillig, justert timeplaner og frigitt lærerressurser slik at i alt fire lærere kan være involvert i undersøkelsen. Det er periodevis et betydelig fravær i slike klasser.

Frammøteprosenten fra elevenes side er imidlertid svært god i undersøkelsesperioden.



**Bildemontasje 2: Fra undersøkelsene gjort vinteren 2003**

I denne delen av undersøkelsen er det behov for kontrollgrupper som ikke får bruke IKT-verktøy. Gruppene ble tilfeldig sammensatt. En svakhet er imidlertid vi har forholdsvis få elever i undersøkelsen slik utvalgene blir små. Det er kun 23 elever totalt. Alle elevene har fått samme opplæring i elektroteknikk ved vår skole, og ingen av elevene hadde slik opplæring fra før. Slik sett har elevene den samme faglige bakgrunnen.

### **IKT-hjelpemidlene**

Utviklingen av de første IKT hjelpemidlene er beskrevet i forrige kapittel. Disse utgjorde kun en prototyp som var utilstrekkelig for en undersøkelse i full skala. Det var derfor behov for å lage materiell som dekket alle de faglige delene fra aktuelt pensum hvor de samme prinsippene kunne brukes. Dette var et utviklingsarbeid som ble utført før forsøkene begynte og utgjorde etter hvert en undervisningsmodul bestående av 6 interaktive hjelpemidler (Elektronisk vedlegg VE 2). Dette var et stort og tidkrevende arbeid, og var bare gjort mulig på basis av de erfaringer en hadde gjort i undersøkelsens første fase (Kapittel 4).

## **5.2. Resultater**

De IKT-baserte hjelpemidlene ble gjort tilgjengelig for den ene gruppen av elever (eksperimentgruppene). De dataanimerte skjermpresentasjonene inneholder et alternativt læremiddel integrert i de samme praktiske oppgavene som tidligere ble utført gjennom et helt undervisningsår.

Alle elevene skal altså utføre 6 oppgaver hvor det praktiske resultatet skal være det samme, mens læremidlene er forskjellige. Eksperimentgruppene bruker kun bærbar PC med dataanimerte framstillinger av de elektrotekniske symboltegnene. Kontrollgruppene bruker ikke PC, men får oppgavene presentert i papirformat. En typisk slik oppgave i papirformat kan se ut som figur 17. Forskningsdesignet er også omtalt og illustrert i kapittel 3.

**Oppgave 5**  
 Gruppe nr.: .....

**Motorstyringer, grunnkurs maskin**

**MÅL:**

- > Kunne koble til en holdeløst med start, stopp og holdeløst
- > Lære funksjonen til en start- og stopp bryter samt lampe for motor på
- > Forstå relé-klemmeskjema

Hovedstrømkretsen er nå fortsatt oppkoblet, og dere kan koble styrestrømkretsen som vist

En typisk presentasjon av oppgaven til bruk i kontrollgruppene

Figur 17: En testoppgave i konvensjonelt format

Det er minst tre veiledere til stede hele tiden mens elevene utfører forsøkene. Veilederne er tilgjengelige for hjelp til alle gruppene. Elevene fikk ikke samarbeide med andre grupper under øvelsene. De måtte jobbe innenfor egen gruppe.

Tabell 7 viser middelerverdier for hjelp til gruppene og anvendt tid (time on task) (utregningene er basert på flere desimaler og mer detaljert formatering enn det som kommer fram i tabellene).

Gr.	Oppg. 1		Oppg. 2		Oppg. 3		Oppg. 4		Oppg. 5		Oppg. 6		Samlet gj sn	
	Anv. tid	Hj-elp	Anv. tid	Hj-elp	Anv. tid	Hj-elp	Anv. tid	Hj-elp	Anv. tid	Hj-elp	Anv. tid	Hj-elp	Anv. tid	Hjelp
<b>Eksp-gr</b>	0:55	5	1:02	8	1:06	1	1:08	6	0:58	4,64	1:32	3,93	1:07	4:45
<b>Kontr-gr</b>	1:06	8	1:02	6	1:38	19	1:31	3	1:41	4,75	2:18	1,88	1:33	8:50
<b>Benevn.</b>	t	m	t	m	t	m	T	m	t	m	t	m	t	M

Tabell 6: Samlet og gjennomsnittlig tidsbruk og tid brukt til veiledning

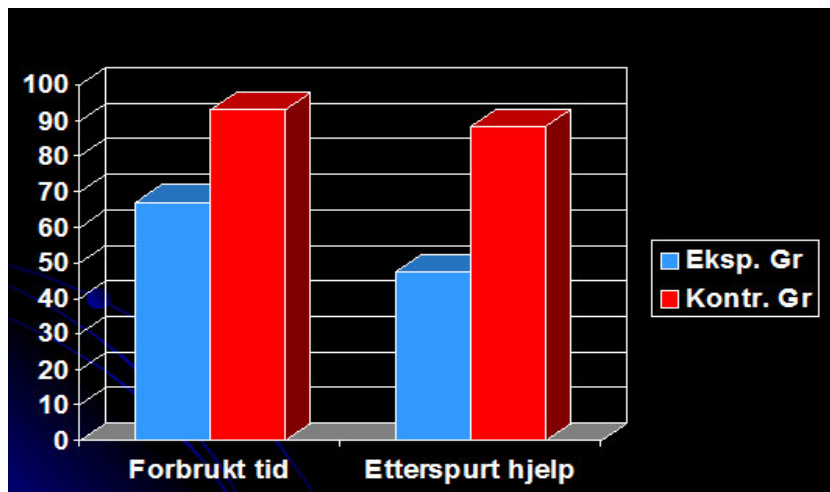
Standard avvik for eksperimentgruppene er 11:29 min, og for kontrollgruppene 22:57 min. i anvendt tid.

#### Samlede resultat for tidsbruk:

- Eksperimentgruppen har gjennomsnittlig forbrukt 1: 07:13 timer pr. oppgave
- Kontrollgruppene har gjennomsnittlig forbrukt 1:33:11 timer. pr. oppgave

#### Samlede resultat for veilederhjelp:

- Gjennomsnittlig tid som er gått med til hjelp for eksperimentgruppen er 04:45 min pr. oppgave.
- Gjennomsnittlig tid som er gått med til hjelp for kontrollgruppene er 08:50 min pr. oppgave.



**Figur 18: Grafisk framstilling av gjennomsnittlig ressursbruk**

Det vil si at kontrollgruppene bruker 38,8 % mer tid til oppgavene og trenger 85,9 % mer hjelp enn eksperimentgruppene.

#### Fordeling av hjelp på de forskjellige oppgavene

I løpet av de tre første oppgavene får kontrollgruppen mye hjelp. Gjennomsnittlig hjelp gitt til kontrollgruppene på oppgave 1 – 3 er 10:44 minutter, mot 5:44 minutter for eksperimentgruppene. For de tre siste oppgavene er det gitt tilnærmet like mye hjelp til alle. Samtidig har kontrollgruppene dobbelt så stort standard avvik som eksperimentgruppene på oppgavene samlet sett. Det betyr at enkelte elever i kontrollgruppene har fått mye hjelp – spesielt i starten.

Dette bekrefter tidligere års erfaringer hvor disse øvingene krevde store lærerressurser, og hvor det var spesielt vanskelig å komme i gang.

Kontrollgruppene har fått tilnærmet dobbelt så mye hjelp som eksperimentgruppene i løpet av de tre første oppgavene i hovedtesten. Standardavviket viser at noen kontrollgrupper har fått spesielt mye hjelp.

### **5.3 Individuelle forskjeller**

Erfaringer fra undervisningspraksis tidligere og observasjoner under utviklingsfasen av de nye hjelpemidlene viser at elevene arbeider svært ulikt. Dette kan komme til uttrykk i forhold til metode, forbrukt tid og etterspurt hjelp. Diskusjonen omkring individuelle forskjeller og hvordan dette kan beskrives og observeres har vært gjenstand for omfattende drøftinger i kapittel 2.<sup>1</sup>

Elevene har forskjellige forutsetninger, eller ”aptitudes”. I fortesten registrerer vi verdier for hver elev individuelt når det gjelder spatiale ferdigheter. Dette er gjort, som uttrykt i hypotese 2, fordi man formoder at elevenes spatiale ferdigheter vil påvirke hvordan elevene løser oppgavene (se også fotnote 1).

Elevene arbeider i grupper på to og to. Alle data som registreres på en elev fra hovedtesten vil han således ha felles med den andre eleven i gruppa. Spatialverdien vil imidlertid være individuell.

Det er rimelig å anta at elevene hver for seg ville prestert annerledes. Jeg vil komme nærmere inn på dette fenomenet under avsnittet ”Triangulering av resultater”.

En del av forskningsdesignet er således en forttest som skal kartlegge elevenes forskjellige spatiale ferdigheter. Dette er en test av elevenes evne til å tolke visuelle inntrykk i form av tredimensjonale rom-rotasjon (se vedlegg VP 1).

Man forutsetter en jevn fordeling av målte spatialverdier i et tilfeldig utvalg. I dette tilfellet er imidlertid utvalget svært lite med ca. 12 elever i eksperimentgruppene og 12 elever i kontrollgruppene (utvalgsproblematikk er også diskutert i kapittel 3).

---

<sup>1</sup> Avgjørelsen om valg av metoder er tatt i nært samarbeid med Prof. Gavriel Salomon som spesielt var trukket inn i veiledningen på dette emnet. Dette gjelder også tilgang til testmaterialet og instruksjoner om hvordan arbeidet skulle administreres.

Jeg presenterer her de målte gjennomsnittsverdiene og standardavviket for eksperiment- og kontrollgrupper. Maksimalt oppnåelig score for testen er 30 poeng.

Gruppe	Gjennomsnitt	Standard avvik
<b>Eksperiment</b>	$\bar{X}_E = 11,2$	$X_{STD/E} = 6,8$
<b>Kontroll</b>	$\bar{Y}_K = 14,5$	$Y_{STD/K} = 7,5$

**Tabell 7: Spatialtesten**

Vi ser fra dataene i Tabell 6 at det er en viss forskjell i gjennomsnittsverdiene. Selv om gruppene er randomisert, kan vi altså få slike variasjoner ved små utvalg. Forutsatt at spatialtesten måler spatiale ferdigheter hos elevene og med store nok utvalg, måtte man forvente at disse middelverdiene ble nokså like. Standardavviket er også høyt for begge gruppene og variasjonsbredden er 25 poeng for eksperimentgruppene og 21 poeng for kontrollgruppene.

Dette samsvarer med observasjonene fra den eksplorative fasen hvor man observerte store individuelle forskjeller mellom elevene.

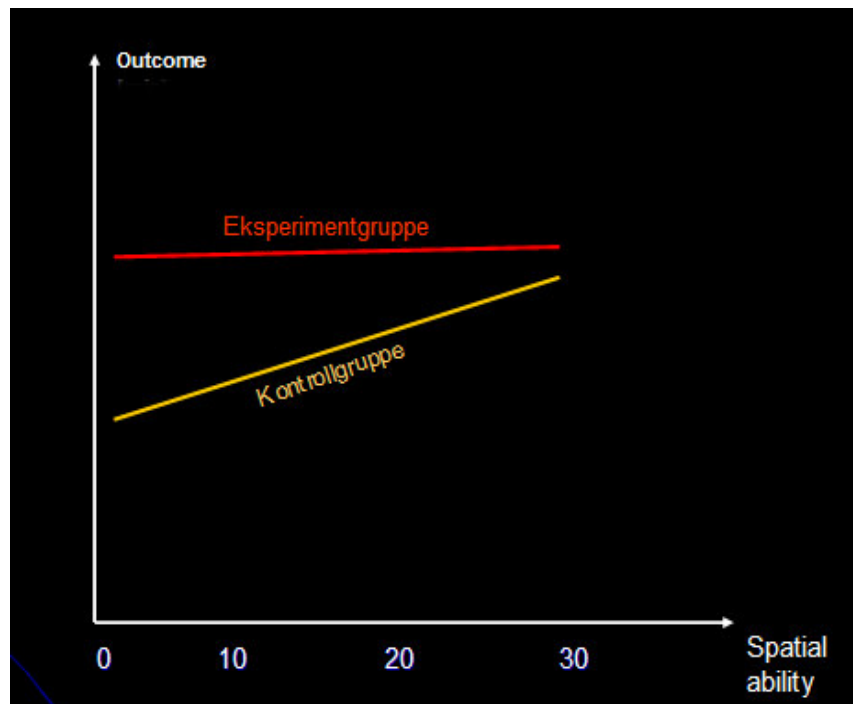
Når elevene skal omsette todimensjonale tegninger til en tredimensjonal, fysisk krets, antas det at disse ferdighetene kan ha betydning for hvordan elevene løser oppgavene. Testen finnes som vedlegg VP 1. I kapittel 2 er det redegjort for de individuelle forskjeller det finnes i ens forutsetninger, evner og preferanser (aptitudes). Det engelske "aptitudes" må her forstås både som evner og summen av det man har utviklet sine evner til å bli. Påvirkningen i form av undervisning (instruksjoner, bruk av læremidler, miljøfaktorer, osv) kalles ofte i engelsk litteratur for "treatment".

Hypotese 2 antyder at man kan få en interaksjon mellom spatiale ferdigheter (aptitude) og elevens prestasjoner i den aktuelle undervisningsmetoden (treatment).

De data som hver elev nå har med hensyn på prestasjon i form av gjennomsnittlig tidsforbruk og spatialscore, plottes inn i et diagram hvor det foretas en regresjonsanalyse. Gjennom de plottede verdiene for de to gruppene trekkes regresjonslinjene.

Beregningene er gjort ut fra et selvutviklet regneprogram.<sup>2</sup>

Siden prestasjonene måles i forbrukt tid, vil mye tid være dårlig prestasjon og lite tid være god prestasjon. Dette ville gitt regresjonskurver med negativt stigeforhold. Hvis prestasjonene ble målt med stigende verdier for økende prestasjon, ville regresjonskurvene fått motsatt stigeforhold. Dette blir en mer riktig presentasjonsform. Jeg har derfor valgt å speile kurvene rundt middelverdien til prestasjonene og framstille regresjonskurvene med positiv stigning, som vist i figur 19.



**Figur 19: Regresjonskurver for hovedtest**

Bakgrunnsdata for regresjonskurver er vist i tabell 8. Denne viser sammenhengen mellom gjennomsnittlig forbrukt tid på oppgavene og elevenes spatialverdi i de to gruppene. Det er en lav korrelasjon mellom spatialverdi og tidsforbruk i eksperimentgruppene, korrelasjonsfaktor  $r = 0,019$ . Tilsvarende for kontrollgruppene er  $r = 0,352$ .

<sup>2</sup> Regresjonskurven kan uttrykkes ved den generelle formelen  $Y = ax + b$  der Y er regresjonskurven gjennom plottet, a er stigeforholdet til linjen og b er skjæring med y-akse. Det er utviklet et regneprogram i MS Visual Basic til dette formålet, se vedlegg VE 3



Beregningsgrunnlag for regresjonsanalyse			
Kontrollgrupper		Eksperimentgrupper	
Datatype	Data	Datatype	Data
Korrelasjon r	0,352	Korrelasjon r	0,019
Middelverdi spatial	14,5 poeng	Middelverdi spatial	11,2 poeng
Standard avvik spatial	7,6 poeng	Standard avvik spatial	6,8 poeng
Middelverdi tidsbruk	93:11 min	Middelverdi tidsbruk	67:13 min
Standard avvik tidsbruk	22:57 min	Standard avvik tidsbruk	11:29 min
<b>Plott-data</b>		<b>Plott-data</b>	
Stigeforhold	1,07 min/poeng	Stigeforhold	0,025 min/poeng
Kryssing tidsakse	106:48min	Kryssing tidsakse	67:36 min

**Tabell 8: Bakgrunnsdata for regresjonsanalyse**

Utover det at middelverdiene er forskjellige, viser regresjonskurvene at elevene i kontrollgruppa med lav spatialverdi presterer dårligst. Dette fenomenet har vi ikke i eksperimentgruppa. Fordi prestasjonene fra to forskjellige undervisningsmetoder (treatments) gir forskjellig respons på varierende spatialverdier (aptitudes), ser vi at det er interaksjon mellom gruppene. Vi har "aptitude-treatment interaction" (ATI). Ut fra de måleresultatene vi baserer dette på, kan vi si at når elevene bruker de dataanimerte skjermpresentasjonene, er de ikke så avhengige av spatiale evner som når de bruker konvensjonelle koblingsskjema. Vi kan også her si at for elever med høy spatialferdigheter betyr det ikke så mye hvilken undervisningsmetode som er brukt.

## Gjennomsnittsverdier og utvalgenes størrelse

Det at utvalget i undersøkelsen er lite, reduserer reliabiliteten til dataene.

Middelverdier blir mindre representative ved små utvalg på grunn av spredning i data, og må i alle fall sees i sammenheng med standardavviket.

Vi vet at middelverdiene for tilfeldige utvalg i en populasjon vil normalfordele seg rundt middelverdien til hele populasjonen. Når vi måler forskjeller i middelverdi for to utvalg, slik det er gjort i denne undersøkelsen, kan disse forskjellene teoretisk like gjerne skyldes tilfeldigheter som andre ting. Denne usikkerheten øker med synkende antall (n) i utvalgene. Det er mulig gjennom en t-test å beregne hvor stor denne differansen mellom utvalgene er målt i forhold til standardfeilen til differansen (SE: "the standard error of the difference").

Det er ikke bare middelveidene i tilfeldige utvalg som er normalfordelt, også differanser mellom middelveidier er normalfordelt. Da kan vi også si noe om prosentvis fordeling og sannsynlighet. Innenfor  $\pm 2 \cdot SE$  vil vi for eksempel finne 96 % av alle differanser i følge normalfordelingskurven.

Det viser seg at innenfor  $\pm 1,96 \cdot SE$  har vi 95 % sikkerhet for at differansene vil befinne seg, og innenfor  $\pm 2,58 \cdot SE$  har vi 99 % sikkerhet. Dette kalles også konfidensintervaller og tilsvarer henholdsvis 5 % og 1 % sannsynlighet for at differansene skyldes tilfeldigheter. T-testen kalles også z-differansen, og verdien er her beregnet til 3,95 som vist i det følgende. Differansen mellom middelveidene for tidsforbruk i undersøkelsen er således signifikant på 1 % nivå ( $p < 0,01$ ).

$$\text{Formel 2: } t = \frac{\bar{X}_T - \bar{X}_C}{SE(\bar{X}_T - \bar{X}_C)}$$

$$\text{der standardfeilen til differansen er: } SE(\bar{X}_T - \bar{X}_C) = \sqrt{\frac{\text{var}_T}{n_T} + \frac{\text{var}_C}{n_C}}$$

$\bar{X}_T$  er gjennomsnittsverdien for testgruppen (her eksperimentgruppen) og

$\bar{X}_C$  er gjennomsnittet for kontrollgruppen (control group)

$$\text{Da blir } t = \frac{93 - 67}{6,5677} = 3,95$$

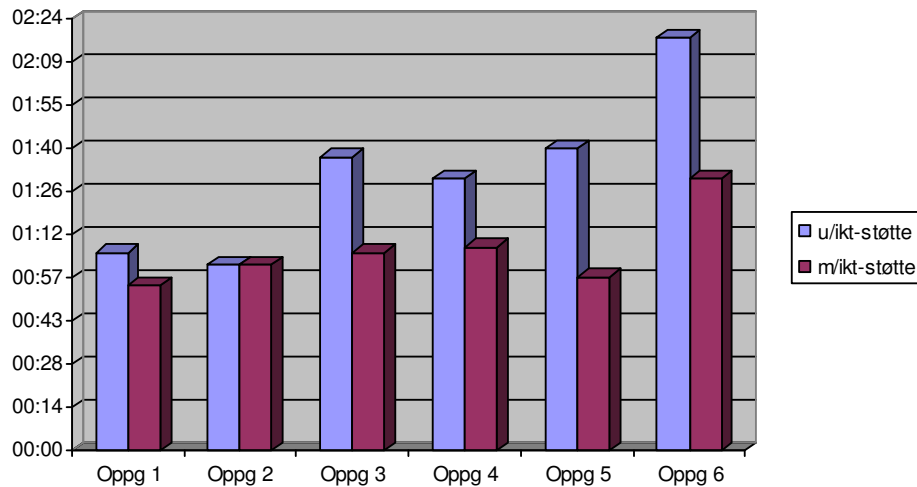
### Øvrig funn i hovedtesten:

De første oppgavene i hovedtesten har minst kompleksitet og vanskelighetsgrad.

Det er liten forskjell mellom kontroll- og eksperimentgruppe i registrert gjennomsnittlig tidsforbruk på de første oppgavene. Man ser imidlertid en større og større forskjell når vanskelighetsgrad og kompleksitet øker mot slutten av testen.

I oppgave 6 ser vi for eksempel at eksperimentgruppene har en gjennomsnittlig anvendt tid på 1:32 time, mens kontrollgruppene som bruker tradisjonelle hjelpemidler har brukt 2:18 time. Dette er en forskjell på 46 minutter eller 50 %. Utviklingen som viser gjennomsnittlig tidsforbruk på de forskjellige oppgavene er vist i Figur 20.

Forskjellene i tidsforbruk øker når kompleksitet og vanskelighetsgrad øker på oppgavene i hovedtesten. På den mest komplekse oppgaven bruker kontrollgruppene 50 % mer tid på utførelsen enn eksperimentgruppene.



**Figur 20 Gjennomsnittlig tidsforbruk for hver av oppgavene**

### Triangulering av resultater

Ideelt sett burde hver elev blitt testet for seg og ikke i grupper på to. Dette bryter imidlertid med elevenes arbeidsrutiner i faget. Det var heller ikke praktisk mulig å gjennomføre med det utstyret som var tilgjengelig i skolens laboratorier. Når elevene utfører oppgavene i grupper og ikke alene, får vi fenomener som oppstår i mange kollaborasjoner: forskjellig innsats mellom gruppedeltakerne.

Vi observerer gratispassasjer-fenomenet også her. Det er imidlertid ikke svært utpreget, og rendyrkede gratispassasjerer har vi nok ikke i disse gruppene. Det er imidlertid noe forskjell på innsats, ferdighet og i noen tilfeller motivasjon på gruppedeltagerne. Motivasjonen var svært høy for alle elevene i starten.

De elevene som opplever at de siste, mest kompliserte oppgavene ble noe vanskelige, var også de som synes å slakke av i innsatsen. Dette gjelder nesten alltid bare den ene i gruppa. Da drives gruppa frem av det andre gruppedeltakeret.

Uansett hva grunnen er, så har alle tre veilederne observert samme fenomen: de fleste gruppene har en "motor" som skiller seg ut. En aktiv gruppedeltaker har en tendens til å maskere den manglende innsatsen andre deltakere i gruppa har. Man kan stille spørsmålet, hva ville skjedd hvis elevene ikke jobbet i grupper?. Jeg har her valgt å bruke det jeg har kalt forskertriangulering (se kapittel 3). Tre forskere observerer samme fenomen: hvordan innsatsen er fordelt mellom gruppedeltakerne.

Vil slike observasjoner forsterke eller svekke hovedtrender i de kvantitative forsøkene, og i tilfelle hvilke? Etter at alle tre veilederne har observert alle gruppene, sammenlignes observasjonene. Resultatet fører til at alle elevene får et vekttall mellom 0 og 10. Hvis en elev får vekttall 0 har han blitt vurdert til å ha ingen innsats eller bidrag til løsning av oppgavene i gruppa. En elev som scorer 10 er vurdert til å ha gjort jobben alene. Observasjonene er gjort ut fra tre kriterier. Vekttallene må balanseres, hvis to elever har vært like ivrige i samme gruppe, får de samme vekttall. Skjemaet som ble brukt, og eksempel på utfylling er vist i Tabell 9.

SPØRSMÅL TIL GRUPPE X	ELEV X	ELEV Y
Hvem var den drivende kraften i gruppa?	7,0	3,0
Hvem utførte det meste av koblingene?	7,0	3,0
Hvem utførte det meste av skjemaesningen?	5,0	5,0
Resultat (vektfordeling)	6,3	3,7

**Tabell 9: Skjema som brukes til vurdering av individuell innsats i gruppa**

Resultatene fra hovedtesten viser at det er korrelasjon mellom elevenes prestasjoner og deres individuelle spatialverdier. Dette er mest utpreget for kontrollgruppene. *Vil korrelasjonen mellom prestasjon og spatialverdi øke hvis man korrigerer for trianguleringen?*

For å se om dette er en trend, legger jeg til 5 min i anvendt tid for variasjoner mindre enn 1 poeng i trianguleringsskjemaet, og 10 minutter for ulikheter tilsvarende 1 poeng eller mer. Den eleven som tre veiledere ut fra observasjoner mener er den mest passive i en gruppe, får altså et tillegg i anvendt tid på 5 eller 10 minutter på hovedtesten. Når denne korrigeringen gjøres, øker begge korrelasjonsfaktorene, og mest for kontrollgruppene, se Tabell 10.

Gruppe	Før korrigering	Etter korrigering
Eksperimentgrupper	$r = 0,019$	$r = 0,073$
Kontrollgrupper	$r = 0,352$	$r = 0,396$

**Tabell 10: Forandring i korrelasjonsfaktor før og etter triangulering**

Dette er ingen eksakt beregning, men ment å indikere en trend. Resultatene tas med i konklusjonene som en indikator.

## 5.4 Resultater fra elevarbeider uten IKT-hjulemidler

Den problemstillingen man ønsker å belyse gjennom kontrolltesten er formulert i forskningsspørsmål 2, (kapittel 1): *Hva er effekten av forutgående IKT-støtte ved tolkning av symbolske grafiske representasjoner etter at IKT-støtten er tatt bort?*

Dette er en test som gjøres for å teste alle elevene på likt grunnlag etter at hovedtesten er utført. I hovedtesten bruker eksperimentgruppene IKT-hjulemidler. Man ser da på effekten med IKT. I kontrolltesten ser vi på effekten av IKT, altså etter at IKT-støtte er brukt en stund, men så tatt bort.

Kontrolltesten består av to oppgaver: T1 og T2, (Vedlegg VP 3) hvor oppgavene presenteres i konvensjonelt papirformat. Oppgave T1 er forholdsvis lett, mens oppgave T2 avspeiler en vanskelighetsgrad som er tilnærmet lik siste oppgave i hovedtesten (Oppgave 6). Oppgave T2 er vist i Figur 21.

**Oppgave T2**

Gruppe nr. ....

Navn: .....

Nå fortsetter med siste testoppgave. Dette er oppgave T2. Du vil få en karakter for arbeidet til gruppa, og en individuell karakter, som bare gjelder deg.

Koblingsrutene skal ved start på denne oppgaven ha sluttet alle ledninger fra til strømgåse og til motoren. Se figur.

1 Nå skal du koble denne kretsen, men husk å koble hovedstrømkretsen først (uten skjema).

2 Nå skal du demonstrere hvordan retningen på motoren kan endres ved å forandre koblingene, gi beskjed til lærer når du er klar.

3 Siste del av denne testen består i å fullføre rekkefølgeskjemaet under:

REKKEFØLLESJEMA

GRUPPE	NR.	STØTTE
Ravn	Lk	SI
L1	1	SI
L2	2	SI
L3	3	SI
M1	4	SI
M2	5	SI
M3	6	SI
M4	7	SI
M5	8	SI
M6	9	SI
M7	10	SI
M8	11	SI
M9	12	SI
M10	13	SI
M11	14	SI
M12	15	SI
M13	16	SI
M14	17	SI
M15	18	SI
M16	19	SI
M17	20	SI
M18	21	SI
M19	22	SI
M20	23	SI
M21	24	SI
M22	25	SI
M23	26	SI
M24	27	SI
M25	28	SI
M26	29	SI
M27	30	SI
M28	31	SI
M29	32	SI
M30	33	SI
M31	34	SI
M32	35	SI
M33	36	SI
M34	37	SI
M35	38	SI
M36	39	SI
M37	40	SI
M38	41	SI
M39	42	SI
M40	43	SI
M41	44	SI
M42	45	SI
M43	46	SI
M44	47	SI
M45	48	SI
M46	49	SI
M47	50	SI
M48	51	SI
M49	52	SI
M50	53	SI
M51	54	SI
M52	55	SI
M53	56	SI
M54	57	SI
M55	58	SI
M56	59	SI
M57	60	SI
M58	61	SI
M59	62	SI
M60	63	SI
M61	64	SI
M62	65	SI
M63	66	SI
M64	67	SI
M65	68	SI
M66	69	SI
M67	70	SI
M68	71	SI
M69	72	SI
M70	73	SI
M71	74	SI
M72	75	SI
M73	76	SI
M74	77	SI
M75	78	SI
M76	79	SI
M77	80	SI
M78	81	SI
M79	82	SI
M80	83	SI
M81	84	SI
M82	85	SI
M83	86	SI
M84	87	SI
M85	88	SI
M86	89	SI
M87	90	SI
M88	91	SI
M89	92	SI
M90	93	SI
M91	94	SI
M92	95	SI
M93	96	SI
M94	97	SI
M95	98	SI
M96	99	SI
M97	100	SI

Figur 21: Oppgave T2, som er en del av kontrolltesten

Tabell 11 viser både anvendt tid og hvor mye hjelp som er gitt på kontroll- og eksperimentgruppene.

	Testoppgave T1		Testoppgave T2	
	Anvendt tid	Hjelp	Anvendt tid	Hjelp
<b>Gjennomsnittider</b>	Timer	Min	Timer	Min
<b>Eksperimentgrupper</b>	01:10	02:40	01:03	00:50
<b>Kontrollgrupper</b>	00:44	0:00	01:02	00:24

**Tabell 11: Kvantitative måledata fra kontrolltesten**

### Data fra Oppgave T1

Hovedtrenden er at elevene fra kontrollgruppene som har brukt analoge hjelpemidler hele tiden, løser den første oppgaven lett og uten å stille spørsmål. Dette er ikke så overraskende, da de har løst 6 tilsvarende oppgaver hvorav de fleste hadde mye større vanskelighetsgrad. Gjennomsnittet i anvendt tid på T1 for kontrollgruppene er 44 min, mens for eksperimentgruppene er tilsvarende tall 1:10 time. Det går også fram av Tabell 11 at disse elevene har fått litt over to minutters hjelp i gjennomsnitt, mens elevene i kontrollgruppene ikke trengte hjelp her.

### Data fra Oppgave T2

Elevenes mestring av Oppgave T2 sier nok mer enn oppgave T1 om det som er problemstillingen her: ”Hva er effekten av IKT, etter at IKT-støtten har opphørt?

Et viktig spørsmål her er med andre ord: har elevene i eksperimentgruppene lært noe om elektriske symbolskjema, eller har de kun kopiert instruksjonene fra skjermpresentasjonene? Kontrollgruppene har trening i å løse oppgaver slik de tradisjonelle læremidlene presenterer dem.

Resultatene viser at kontrollgrupper og eksperimentgrupper løser oppgave T2 med tilnærmet samme gjennomsnittstid, henholdsvis 1:02 time og 1:03 time.

Standardavvikene er henholdsvis 13:43 min og 21:49 min. Også antall spørsmål og tid til hjelp jevner seg mer ut i T2: Eksperimentgruppene fikk gjennomsnittlig 50 sekunder hjelp på hver oppgave, mens kontrollgruppene fikk 24 sekunder hjelp. Begge tallene er svært små i forhold til anvendt tid.

Etter at IKT-støtten ble tatt bort, presterte altså eleven tilnærmet likt målt ut fra ”time on task”, og med tilnærmet samme mengde hjelp på den mest omfattende oppgaven.

## Oppsummering

I denne delen av undersøkelsen har vi forøkt å isolere virkingen av det nye IKT-baserte læremidlet ved å sammenligne elevenes prestasjoner med og uten denne hjelpen. Man er også interessert i om elevene presterer forskjellig individuelt. Elevene er avskåret fra å samarbeide med andre elever (unntatt det andre gruppe-medlemmet) eller på andre måter dra nytte av sosiale samspillfaktorer fra sitt vanlige undervisningsmiljø.

Resultatene viser store individuelle forskjeller i prestasjoner mellom elevene. I tillegg viser sammenligningen at elever som bruker IKT-støtte presterer ”bedre”. Dette er målt ved at de løser oppgaven nesten førti prosent raskere enn de andre elevene. Denne forskjellen er signifikant på 1 % -nivå ( $p < 0,01$ ). Prestasjonene er videre oppnådd med 86 % mindre hjelp fra veileder. Dette har relevans for hypotese 1.

Vi ser videre gjennom regresjonsanalysen at IKT-hjelpemidlene gir størst forskjell i prestasjoner for de elevene som har lave score på spatialtesten. Elevene profiterer altså sterkest på IKT-støtte i denne undersøkelsen når deres evne til å tolke tredimensjonale visuelle sanseintrykk er lav (slik det måles her).

Det er interaksjon mellom spatialverdiene og de individuelle prestasjonene. Dette kan sees i sammenheng med hypotese 2.

Vider er elevene testet når alle bruker konvensjonelle læremidler etter en lengre periode hvor bare noen hadde IKT-hjelp. Da presterer elevene tilnærmet likt. Selv om de elever som har IKT-støtte bruker mindre tid og får mindre hjelp, ser det altså ikke ut for at de har lært ferdighetene ”dårligere” enn de andre elevene.

I kapittel 6 sammenholdes disse resultatene med undersøkelsens øvrige funn og med de problemstillinger som reises i kapittel 1.

## 6 Oppsummering – konklusjon

---

### 6.1 *Innledning*

Denne undersøkelsen vokser fram i et undervisningsmiljø med stor variasjon mellom teoretisk undervisning og utprøvende, problembasert laboratoriearbeid. I denne pendlingen mellom forskjellige læringsarenaer brytes teori mot praksis, konvensjonelle læremidler mot alternative IKT-verktøy, og lærerens teoretiske, kollektive forklaringer mot utprøvende forsøk i grupper og team.

I dette miljøet oppdages en læringsbarriere som har vist seg å være konsistent i den forstand at det er et gjentakende problem over tid. Elevene finner ikke nok støtte i de tradisjonelle læremidlene til å jobbe selvstendig. Det er en betydelig avstand mellom en todimensjonal symboltegning og en tredimensjonal, fysisk krets. Å tolke symbolene og å omsette bildet av symbolene til en fysisk virkelighet, er et stort steg å ta for elevene. Noe av problemet kan ligge i at elevene synes å oppfatte koblingsskjemaene som avbildninger eller en type kart. I realiteten er de ingen av delene, men har i motsetning til avbildninger *en* distinkt tolkning (er notasjonale). De har heller ikke kartets tolkningskonvensjon for innbyrdes plassering av atomiske elementer. (elementer som er romlig orientert i symbolsystemet er ikke nødvendigvis romlig orientert i referansefeltet).

Ved å prøve ut en IKT-basert undervisningsmetode og ”isolere” virkningen av dette, oppnås nesten 40 % ”bedre” elevprestasjoner, og det er behov for betydelig mindre lærerhjelp. I det følgende diskuteres reliabilitet og validitet til disse og andre funn fra undersøkelsens to faser, samt hvilke konklusjoner man kan trekke.

### 6.2 *Kvalitative empiriske data - reliabilitet og validitet*

Undersøkelsens innledende fase gjøres i en naturalistisk sammenheng ut fra en aksjonsbasert forskningsmetodologi. ”Aksjonene” består hovedsakelig i innføring av IKT-baserte læremidler.



Erfaringer og observasjoner er kvalitativt beskrivende. Læreren har også forskerrollen i denne sammenhengen. De nye læremidlene utvikles gjennom brukerinvolvering og flere iterative faser.

Når man forsker i eget felt, og har rollen både som forsker og lærer, kan selvfølgelig objektiviteten være det første offer. Det er en fare for at jeg som observatør mister min kritiske distanse til forskningsfeltet og de fenomener som observeres. Observasjonenes reliabilitet kan være påvirket av dette. Informantene består i tillegg av egne elever, noe som kan medføre både ulemper og fordeler innenfor kvalitativ forskning.

### **Spørreundersøkelsen**

Det er foretatt spørreundersøkelser blant elevene. De mener selv at IKT-artefaktet har bidratt til *økt forståelse av koblingen*, hjelp til å *fullføre oppgavene*, og hjelp til å *forstå sammenhengen mellom tegning og praktisk krets*. Ingen av elevene mener disse var av kategoriene *mindre god* eller *dårlig*.

På spørsmål som gjelder lærerens rolle sammenlignet med dataanimasjonenes betydning, svarte hovedtyngden av elevene at disse gav bedre eller like god hjelp som læreren. Disse dataene har en svært klar trend som peker mot at de dataanimerte skjermpresentasjonene har spilt en sentral rolle. Det kan også se ut som om dataanimasjonene virker som en forsterker i læreprosessen. I så fall er ikke det alternative læremidlet bare et supplement til undervisningen, men noe som gir undervisningen en tilleggsverdi. Dataene kan imidlertid nesten virke for entydig positive, og man stiller spørsmål ved reliabiliteten. Elevene som deltok i undersøkelsene var meget positive til konseptet. Det er mulig at det lå et slags premieringsmotiv i noen av elevenes positive svar på spørreundersøkelsen. Man kommer imidlertid ikke bort fra at dette er elevenes genuine uttalelser om de dataanimerte skjermpresentasjonenes betydning i sammenhengen.

### **Observasjoner**

Observasjonene er ordnet i kategorier og inndelt i fasen før og etter innføring av dataanimasjonene. En av observasjonskategoriene er *elevenes tolkning av symbolene*. Dette er i utgangspunktet vanskelig å observere direkte.

Man kan imidlertid få et intuitivt inntrykk av dette gjennom kontakt med elevene under laboratoriearbeidet. En sentral observasjonskategori er *dataanimasjonenes rolle i læringsmiljøet*. Her er observasjonene forholdsvis entydige.

### **Oppsummering kvalitative data**

I dette eksplorative læringsmiljøet hvor elevene ved bruk av konvensjonelle symbolskjema og læremidler ikke mestrer de praktiske oppgavene, skjer det på et tidspunkt en merkbar forandring. Dette er etter innføring av IKT-hjelpemidler. Spørreundersøkelsene og observasjoner gjort i feltet synes å gi en samsvarende indikasjon på at de dataanimerte skjermpresentasjonene har en sentral rolle for elevenes forståelse og mestring. Elevene jobber både på egenhånd, i par og i spontant etablerte team. Lærerrollen får mye mer preg av veiledning, og for de mest kompetente elevene har lærerstøtten "fadet" helt ut. Dette er en vesentlig forandring sammenlignet med fasen uten de nye læremidlene og erfaringer fra tidligere års undervisningspraksis.

Disse tentative funnene skapte et behov for noe forklarende teori. Med bakgrunn først i empiriske funn og så teori (redegjort for i kapittel 2) ble hypotese 1 og 2 formulert.

Man har imidlertid ikke på dette tidspunkt undersøkt elevenes mestring individuelt og i toergrupper isolert fra det øvrige læringsmiljøet. Man kan heller ikke si noe om effekten av IKT-støtten etter at slik støtte er benyttet en tid og så fjernet fra læringsmiljøet.

### **6.3 Kvantitative empiriske data - reliabilitet og validitet**

Empiriske rådata fra hovedtesten og kontrolltesten fremkommer gjennom nedtegnelse av hver gruppes tidsforbruk og etterspurt hjelp når elevene arbeider innefor mer kontrollerte rammer. Det er innført kontrollrutiner for registrering og innsamling av data, slik at alt blir dobbeltsjekket. Dette gir stor reliabilitet for innholdet i måledataene, selv om det er forholdsvis store datamengder. Feilprosenten anslås til å være tilnærmet null. Disse rådataene er senere behandlet statistisk. 25 individer er imidlertid noe lite for statistisk prosessering.

Man kan vel neppe si at et slikt utvalg er helt representativt for hele elevpopulasjonen. Dette er kanskje min hovedinnvending mot denne mer analytiske tilnærmingen til problemstillingen.

De statistiske resultatene viser til dels stor spredning i dataene, og det er høyt standardavvik, - spesielt for kontrollgruppene. En sammenligning mellom de to middelveidene for eksperiment- og kontrollgruppene gir imidlertid i følge Formel 2:  $t = 3,95$  og viser signifikans på 1 % - nivå ( $p < 0,01$ ). Forskjellene i middelveidier mellom kontroll- og eksperimentgruppe anses derfor som signifikante.

Forutsatt en kritisk tolkning av data, og med bakgrunn i en samlet vurdering, finner jeg at statistikk tross alt er den fornuftigste måten å bearbeide og presentere resultatene på fra den kvalitative fasen.

#### **6.4 *Forskningsspørsmål, hypoteser - hovedkonklusjon***

Kapittel 4 avsluttet med noen antagelser om hvilken betydning IKT-hjelpemidlene vil få i undervisningen. Vi hadde forventninger om at behovet for veiledning fra lærerens side ville være mindre (1), men samtidig så vi også en tendens til at ikke alle elevene bruket IKT-hjelpemidlene like mye. Statistiske beregninger for hovedtesten (kapittel 5) viser at eksperimentgruppene løser oppgavene vesentlig raskere enn kontrollgruppene. Da har eksperimentgruppene fått langt mindre hjelp enn kontrollgruppene. Dette synes å støtte påstanden i hypotese 1. Vi kan imidlertid ikke si med sikkerhet om disse resultatene skyldes "IKT-artefaktets rolle". Jeg anser allikevel dette som sannsynlig da teoretisk begrunnelse og empiriske funn fra utviklingsfasen og utprøvingsfasen støtter konklusjonene.

Spatialtesten viser at spatialverdiene for hele elevgruppen varierer fra 10 - 93 % av maksimal oppnåelig verdi og standardavviket samlet er: 7,1. Det viser seg at spatialverdiene korrelerer med prestasjonene i hovedtesten, og at de korrelerer sterkest med prestasjonene til elevene i kontrollgruppene.

Slik ser vi at det er interaksjon mellom disse verdiene i den regresjonsanalysen som er gjort. Elevene i eksperimentgruppene presterer tilnærmet uavhengig av spatialscore, men har en liten stigning i målte prestasjoner ved økende spatialverdi. Elevene i kontrollgruppene presterer helt tydelig best for elever med høy spatialscore.

Det er altså interaksjon mellom elevenes spatialevne og virkningen av forskjellige undervisningsmetoder ("aptitude-treatment interaction": ATI). Dette vil i praksis si at elever responderer forskjellig, ikke bare ut fra hvilken undervisningsmetode som brukes, men også ut fra sine egne forutsetninger uttrykt ved spatiale ferdigheter.

Teoretisk kunne vi også fått regresjonslinjer som krysset hverandre. Det ville reflektert en situasjon hvor en del av elevene profiterte på IKT-støtte, mens resten presterte dårligere med IKT-støtte. Men det er altså ikke situasjonen her.

Man må regne med at det er individuelle forskjeller også mellom gruppedeltakerne innenfor samme gruppe. Det er utført differensiering av måleresultatene for elevenes prestasjoner gjennom forskertriangulering for å simulere en situasjon som ligger mer opp til helt individuelt arbeid.

Tendensen ved denne justeringen er at spatialverdiene for elever i kontrollgruppene gir enda større individuelle forskjeller i prestasjoner enn tidligere målt.

En mer differensiert tilnærming synes altså å forsterke de tidligere funnene som viser korrelasjon mellom spatialverdier og prestasjoner. Dette er ikke basert på målbare funn, men på triangulerte, subjektive vurderinger.

Oppsummert kan vi si: Når elevene bruker dataanimasjonene, er de ikke så avhengig av spatiale evner som når de bruker konvensjonelle koblingsskjema (slik prestasjonene måles her). Forskjellene på prestasjoner er størst for elever med lave spatiale verdier. Dette synes å gi støtte for hypotese 2.

Konklusjonen gjøres med forbehold om at utvalget er lite, og at de statistiske dataenes reliabilitet er sårbar.

Data fra kontrolltesten viser at etter en forholdsvis enkel "introduksjon" til ny problemstilling (Oppgave T1), presterer gruppene likt (Oppgave T2). Kontrolltesten er ment å belyse hvordan effekten **av** IKT-støtte er, mens hovedtesten er ment å si noe om effekten **med** IKT-støtte. Er det slik at IKT-støtten gir en hjelp til eksperimentgruppene som er kortvarig, og at læringsproblemene vil dukke opp igjen når IKT-støtten fjernes? Funnene i kontrolltesten avviser dette. Elevene presterer i hovedsak likt etter den foregående hovedtesten. På tross av at disse elevene har brukt kortere tid på opplæringen og fått mindre hjelp, ser de altså ikke ut til å ha lært ferdighetene "dårligere" enn kontrollgruppene.

Det er grunn til å anta at de dataanimerte skjermpresentasjonene hjelper elevene gjennom tolkningsprosessene, og at skjermpresentasjonenes innhold på sett og vis blir et bindeledd mellom symbolrepresentasjonen og den fysiske kretsen. I kapittel 2 vises det til at symbolske koder under gitte forutsetninger kan erstatte (supplantere) manglende ferdigheter. Man kan lære gjennom observasjon av menneskelige modeller eller symbolske kodede modeller. Dette kan være film, skjermpresentasjoner eller bruk av andre kodede symboler. Det er således ikke bare teknologien, men også innholdet den formidler i form av symbolsystemer, som synes å ha effekt. Teknologien muliggjør en animert framstilling og knyttes slik til presentasjonsuttrykket eller visualiseringen.

De dataanimerte skjermpresentasjonene antas å inneholde symbolske koder som inngår i en erstatning (supplant) for elevenes manglende ferdighet i å tolke og omsette symboldiagrammene.

Det er en viss pedagogisk og didaktisk avstand mellom det kognitivistiske perspektivet referert i kapittel 2, og den sosiokulturelle sammenhengen som beskrives i den eksplorative fasen. Jeg har imidlertid bevisst søkt å anvende sider fra disse noe forskjellige perspektiv på situasjoner som beskrives både under kvalitativ og kvantitativ fase.

Disse teoretiske modellene og empiriske data synes å støtte hypotesene og belyse forskningsspørsmålene. Man har imidlertid ikke sett den samme læringsbarriere som oppstod i forprosjektet under den eksplorative fasen. Men så har det også vært tilgjengelig store lærerressurser under hele den kvantitative fasen slik at alle fikk nødvendig hjelp. Under vanlige undervisningssituasjoner hvor lærerressursen kan være begrenset, kan man altså ved bruk av dataanimasjonene forvente at denne ressursen frigjøres noe. En slik frigjort ressurs kan settes inn i et differensiert tilbud til elever med større behov for veiledning.

## **6.5 Overførbarhet - generaliseringsnivå**

Har de erfaringene elevene nå har gjort gyldighet utover klasseromsituasjonen, eller er dette en kontekstspesifikk erfaring? Med andre ord, finnes det generelle og fundamentale prinsipper i elevenes erfaringer og de konklusjoner man kan trekke av forsøkene, som også gjelder for andre sammenhenger utenfor klasserommet og utenfor laboratoriet?

I spørsmålet om kunnskap lar seg overføre er det ulike meninger blant pedagoger og forskere. I skolesammenheng testes eleven gjennom prøver og eksamener. Man kan fra en side sett hevde at det å bruke kunnskap fra en undervisningssituasjon i en eksamenssituasjon er en form for overføring av kunnskap. Senere skal de overføre det de har lært til en arbeidslivssituasjon. Salomon nevner to mekanismer som kan legge til rette for overføring av kunnskap: ”*High road and low road transfer*”

“Low road transfer happens when stimulus conditions in the transfer context are sufficiently similar to those in a prior context of learning to trigger well-developed semi-automatic responses.” (Salomon og Perkins, 1992).

De ferdighetene elevene bruker når de utfører koblingene på trefasemotorer kan kanskje ikke sies å være særlig automatiserte.

Likevel har elevene gjennom totalt 8 øvelser fått øvd inn noen ferdigheter i å omsette symboltegninger og utføre koblinger. Selve øvelsene er lagt opp slik at de skal ”ligne” mest mulig på en aktuell arbeidssituasjon. Slik sett forventer man at elevene skal kunne håndtere autentiske arbeidssituasjoner i arbeidslivet hvor symbolskjema skal omsettes til praktiske kretser. Om disse erfaringene er en hjelp når elevene skal koble sammen andre ting enn trefasemotorer, gir imidlertid undersøkelsen ikke noe klart svar på.

”High road transfer, in contrast, depends on mindful abstraction from the context of learning or application and a deliberate search for connections: What is the general pattern? What is needed? What principles might apply? What is known that might help?” (Salomon og Perkins, 1992).

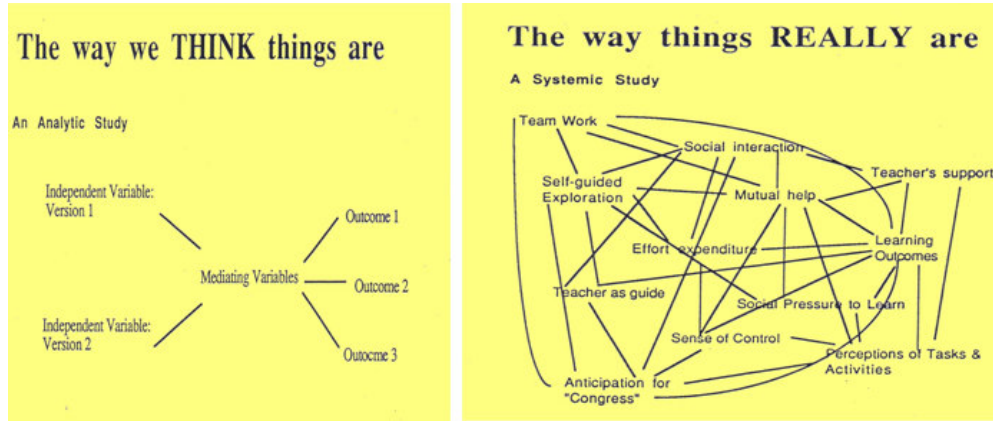
Denne formen for overføring krever en mer reflektert vurdering av situasjonens hovedtrender og underliggende prinsipper sett i forhold til erfaringer elevene gjør. I den grad elevene er i stand til å abstrahere og overføre kontekstens konsept, strategier og prosedyrer til andre sammenhenger, vil man også kunne snakke om overføring av kunnskap og erfaringer.

Man kan snakke om overføring til områder som ligger nært eller fjernt fra den aktuelle læringssituasjonen. Slike nære områder er bruk av symboltegninger på andre elektrotekniske felt. Et mer fjernt område kan være bruk av animerte framstillinger til bygningskonstruksjoner, bruer og lignende.

De symboltegninger og koblingsskjema som er beskrevet her kan sies å kommunisere et universelt språk, som med små modifikasjoner kan omsettes til en rekke parallelle områder. Dette gjelder en stor elektroindustri som er helt avhengig av symbolske koblings- og oversiktskjema. Spørsmålet blir om funn og data fra denne forskningen er overførbare. At utvalget er lite, kan sette spørsmålstegn ved overførbarhet. Oppgavenes kompleksitet er kanskje også liten med tanke på generalisering i den skala som antydes her. Likevel viser data fra den kvalitative delen at effekten av dataanimasjonene blir større når oppgavekompleksitet og vanskelighetsgrad øker (se Figur 20). Dette kan bety at det er enda større gevinster å hente hvis dataanimasjonene brukes på større prosjekter. Bygningsarbeideren som skal delta i konstruksjon av broer, komplekse bygninger og strukturer av forskjellig slag, kan kanskje ha hjelp av animasjoner som bygger på samme prinsipp. Hyperlenker i disse framstillingene kan belyse underliggende tema gjennom detaljtegninger, video eller bilder, slike det også er gjort i de dataanimerte framstillingene. Slike løsninger kunne vært aktuelle både som forberedelse av prosjekter og under selve utførelsen.

## **6.7 *Didaktiske og metodiske refleksjoner***

Resultatene fra de to forskjellige metodiske tilnærmingene i undersøkelsen referert i kapittel 4 og 5 støtter hverandre, men belyser også forskjellige sider. Begge antyder at det å bruke ulike formidlingskanaler kan øke læringsmuligheten. Vi fikk også et klart uttrykk for at individuelle forskjeller kan forklare at det bør være flere valgmuligheter i forhold til arbeidsmetode og forløp. Det kan allikevel stilles spørsmål om de to metodiske tilnærmingene så lett kan samordnes. Et kontrollert eksperiment setter fokus på et lite utvalg av mulige forklaringer. Ved bare å observere noen få sider ved læringsmiljøet, kan dette lett skjule det forhold at undervisningsmiljøer er mye mer relasjonelt. Dette kan illustreres i Figur 22.



**Figur 22: Illustrasjon av G. Salomon (upublisert notat, 2003)**

De to forskjellige måtene å oppfatte sammenhenger på kan illustreres i diskusjonen om individuelle forskjeller og læringsstil. Hvis man kan identifisere elevenes læringsstil, så kan han eller hun få den metoden som passer til enhver tid. Det kan nærmest blitt betraktet som løsningen. Så enkelt er det sannsynligvis ikke. Det vil si, hvis en aksepterer Gardners innfallsvinkel, at intelligens betraktes som individets mulighet for samspill mellom intelligens(er), faglige emner og sammenhenger så blir den relasjonelle dimensjonen og i større grad framhevet.

Denne avhandlingen har blant annet satt søkelyset på visualiseringsformer<sup>3</sup> og den rolle IKT spiller i denne sammenhengen. Spesielt er det trukket fram animasjonseffektens betydning som konkret eksempel. Visualisering er et stor og viktig felt i pedagogisk sammenheng, og denne avhandlingen dekker bare et lite segment. Vi har beveget oss fra en naturalistisk kontekst via et mer kontrollert eksperiment for å belyse disse spørsmålene. "The way things really are" finner vi selvsagt ikke innenfor rammene av et "laboratorium."

Problemstillingen må få sin anvendelse i klasserommet og eventuelt i andre sammenhenger hvor problemstillingen er relevant. Det er mange områder hvor visualisering gjennom tilsvarende IKT-støtte er aktuell, og hvor man har todimensjonale representasjoner som skal omsettes til en tredimensjonal virkelighet. Da tenker jeg ikke på visualisering bare som eksemplifisering, men som aktiv medspiller i læreprosesser og i en utvidet forståelse både av intelligensbegrepet og av læring generelt.

<sup>3</sup> Blant annet det som i tittelen på avhandlingen er kalt "elektronisk presentasjon"



## 7 Referanser:

Anderson, J. R., "Arguments Concerning Representations for Mental Imagery." *Psychological Review*, 1978, 85, 249-277.

Bandura, A., Crusec, J. E. og Menlove, F. L. "Observational Learning as a Function of Symbolization and Inventive Set." *Child Development*, 1966, 37, 499-358.

Bandura, A., *Social Learning Theory*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1977.

Bateson, G., *Steps to an ecology of mind*. Chicago: The University of Chicago Press, 2000.

Brown, J. S, Collins, A. og Duguid, P., *Situated Cognition and the Culture of Learning*, Educational Technology Publications, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1996.

Publisert på web: [© 1996 by Educational Technology Publications, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632](#)

Chronback, L. J. and Snow R. E, *Aptitudes an Instructional Methods*, A Handbook for Research on Interactions, Irving Publishers, Inc, 1977, 1981.

Cobb, P., Learning from distributed theories of intelligence. In E. Pehkonen, (Ed.), Proceedings of the 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2, (pp. 169-176). Lahti, Finland: University of Helsinki (1997).

Cole, M., og Scribner S., *Culture and Thought*. New York: Wiley, 1974.

Cole, M. Sociocultural settings: Design and intervention. In J. V. Werch, P. Del Rio, & A. Alvarez (Ed.s). *Sociocultural studies of mind* (pp. 187-214). Cambridge, UK; New York; Melbourne; Cambridge University Press. 1995.

Denzin, referert I Contingency evaluation, Artikkel publisert av Cooperative systems Engineering Group Research Research Projects, Lancaster University. 1995. Publisert på web:

[http://www.comp.lancs.ac.uk/computing/research//cseg/projects/evaluation/1YR\\_ch231.html](http://www.comp.lancs.ac.uk/computing/research//cseg/projects/evaluation/1YR_ch231.html)

Dysthe, O. (red). *Dialog, samspel og læring*. Otta: Abstrakt forlag as.

Eisner, E. W., *Commentaries on Research in Instructional Media*. Bloomington: Indiana University, 1970.

Gardner, H., Howard, V. A. og Perkins D. "Symbol systems: A Philosophical, Psychological, and Educational Investigation." In D. R. Olson (Red.), *Media and Symbols: The Forms of Expression, Communication, and Education*. 73<sup>rd</sup> Yearbook of the National Society for the Study of Education. Chicago: University og Chicago Press, 1974.

Gardner, H., *De sju intelligenserna*, Brain Books AB, Jønkjøping, 1983.

Gazzaniga, M. S. *Hemispheric Functions in the Human Brain*. New York: Wiley, 1974

Gabel Dorothy, 1995, National Association for Research in Science Teaching (NARST). Publisert på Internet: San Francisco, April 24.  
<http://physicsed.buffalostate.edu/danowner/actionrsch.html>

Goodman, N., *The Languages of Art*. Indianapolis: Hackett, 1968.

Huttenlocher, J. "Language and Thought." In G. A. Miller (Red.), *Communication, Language, and Meaning*. New York: Basin Books, 1973.

Jonassen David H. og Grabowski, Barbara L., *Handbook of Individual Differences, Learning, and Instruction*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale, New Jersey Hove 1993

Publisert på web:

<http://www.questia.com/PM.qst?action=openPageViewer&docId=28564357>

Lauvås, P. og Handal, G., *Veiledning og praktisk yrkesteori*. Oslo: Cappelen. 2000.

Neisser, U. *Cognition and Reality*. San Francisco: Freeman, 1976

Norman, D. A. og Rumehart D. E., *Explorations in Cognition*. San Francisco: W. H. Freeman, 1975.

Olson, D. R., "What is Worth Knowing and What Can Be Taught." *School Review*, 1973, 82, 27-43.

Pea, R. D., Practices of distributed intelligence and design for education. I G. Salomon (Red.), *Distributed Cognition. Psychological and Educational Considerations* (s. 47–87). Cambridge , UK: Cambridge University Press, 1993.

Pressley M., “Imagery and Children’s Learning: Putting the Picture in Developmental Perspective.” *Review of educational Research*, 1977, 47, 585-622..

Putnam, H. “The Meaning of ‘Meaning’ .” *Mind, Language and Reality* (Philosophical Papers, Vol 2). Cambridge, England: Cambridge University Press, 1975.

Rapoport, A. “Discussant II.” In J. R. Royce (Ed.), *Psychology and the Symbol: An Interdisciplinary Symposium*. New York: Random House, 1965.

Vygotsky, L. S. *Mind in Society: The Development of higher Psychological Processes*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1978.

Rosch, E. og Mervis, C. B. “Family Resemblance: Studies in the Internal Structure of Categories.” *Cognitive Psychology*, 1975, 7, 573-605.

Rosenhalt, T. L., og Zimmerman, B. J. *Social Learning and Cognition*. New York: Academic Press, 1978.

Rosch, E. “Human Categorization .” I N. Warren (Red.), *Advances in Cross-Cultural Psychology*, Vol 1. London: Academic Press, 1977.

Roupas, T. G. “Information and Pictorial Representation.” I D. Perkins og B. Leonadar (Red.) *The Arts and Cognition*. Baltimore: John Hopkins University Press, 1977.

Salomon, G, og Perkins, N. D., *Individual and Social Aspects of Learning*, Publisert i **Review of Research in Education** , P. David Pearson and Ali Iran-Nejad, editors. Volume ,23 ,1998.

Tilgjengelig på web: [Gavriel Salomon, David N. Perkins \(in press\) Individual and Social Aspects of Learning.](#)

Salomon, G., *Distributed Cognition. Psychological and Educational Considerations*, Cambridge University Press, Cambridge, 1993.

Salomon, G., *Interaction of Media, Cognition and Learning*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, New Jersey, 1979.

Salomon G., og Perkins D.N, *Transfer of learning*, Contribution to the International Encyclopedia of Education, Second Edition  
Oxford, England: Pergamon Press, 1992  
Tilgjengelig på web: <http://learnweb.harvard.edu/alps/thinking/docs/traencyn.doc>

Shepard, R. N. "The Mental Image" *American Psychologist*, 1978a. 33, 125-137.  
Sontag, S., *On Photography*. New York: Farrar, Straus & Giroux, 1978.

Tvesky, A. Features of Similarity." *Psychological Review*, 1977, 84, 327-352.

Vera John-Steiner and Holbrook Mahn, *Sociocultural approaches to learning and development: A Vygotskian framework*. Educational Psychologist, 31, 1996.

Vygotsky, L. S. *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes* (M. Cole and m.fl. Red.) Cambridge, Mass.: Havard Univerity Press, 1978.

Vygtsky, L. S. The Genesis of higher mental function. I J.V. Wertch (Red), *The concept of activity in Soviet psychology* (s. 144-188). Armnok, NY.: M. E. Sharpe. 1981.

## 8 Vedlegg

---

*Det er to typer vedlegg som følger denne avhandlingen: elektroniske vedlegg VE, og i papirformat VP. De elektroniske vedleggene er vedlagt på CD ROM*

### 8.1 Vedlegg i papirformat

#### VP 1 (a,b og c)

Spatialtesten er vedlagt i originalformat slik jeg fikk den oversendt fra Professor Gavriel Salomon, Faculty of Education, University of Haifa, 31905, Israel. Den ble selvfølgelig oversatt til norsk før bruk.

#### VP 2 (a og b)

Dette er testoppgavene i papirformat. Det finnes seks slike oppgaver. **Det er valgt ut tre oppgavesett i papirformat i dette vedlegget. Det er oppgave 4, 5 og 6.** Disse er representative for de oppgavene som ble gitt til kontrollgruppene.

#### VP 3 (a og b)

Dette er kontrolloppgavene som alle elevene skulle utføre basert på dette papirformatet. Det finnes to slike oppgave: T1 og T2 og begge er vedlagt her.

### 8.2 Vedlegg i elektronisk format. Disse finnes på vedlagt CD-plate merket: "VE – Vedlegg Elektronisk"

#### VE 1

I mappa "VE 1" på CD ROM'en ligger to dataprogram: Design 1 og Design 2. Disse er omtalt i kapittel 4

#### VE 2

I mappa "VE 2" på CD ROM'en ligger seks dataprogram: Eksperimentoppgave 1 - 6. –Disse er omtalt i kapittel 5.

#### VE 3

I mappa "VE 3" på CD ROM'en ligger et beregningsprogram i MS Visual Basic. Dette programmet er omtalt i kapittel 5

#### VE 4

I mappa "VE 4" på CD ROM'en ligger en videofilm: Video 1. Dette er en dokumentarframstilling som viser glimt fra undersøkelsens første fase i vinteren 2002.

#### VE 5

I mappa "VE 5" på CD ROM'en ligger en videofilm: Video 2. Dette er en dokumentarframstilling som viser glimt fra den eksperimentelle fasen vinteren 2003.

## VEDLEGG VP 1 a

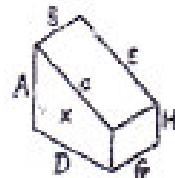
19-FEB-2020 19:35 FROM EDUCATION FACULTY

TO 923472-2191-1991

### Paper folding test

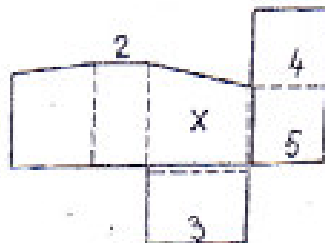
In this test you are to try and imagine how the layout when folded would become a 3-D object. Look at the example below: Which of the object's sides corresponds to the numbered sides on the 2-D layout.

*NO drawing just use  
correct drawing*



*Answers*

1: H
2:
3:
4: C
5:



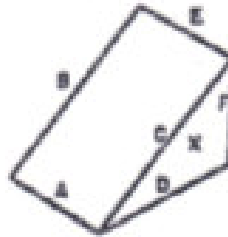
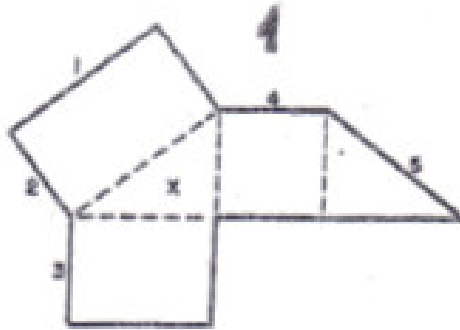
*Layout*

VEDLEGG VP 1 b

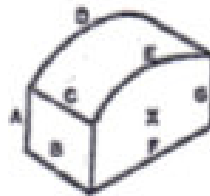
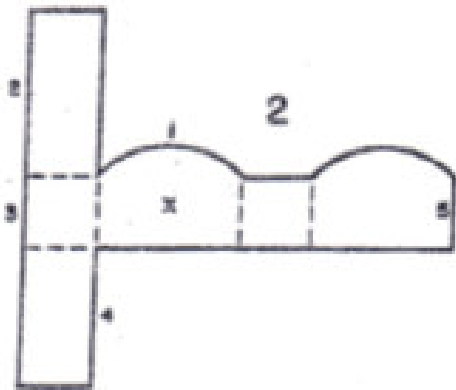
19-FEB-2002 19:10 FROM EDUCATION FACULTY

TO 9004753491401

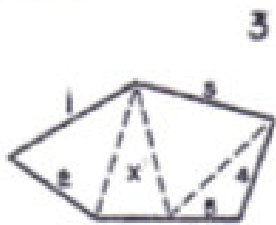
P. 01



1	C
2	A
3	A
4	C
5	D



1	C
2	D
3	A
4	F
5	A



1	A
2	B
3	B
4	D
5	E

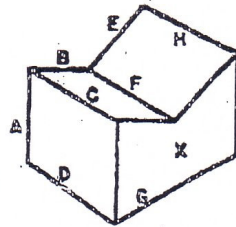
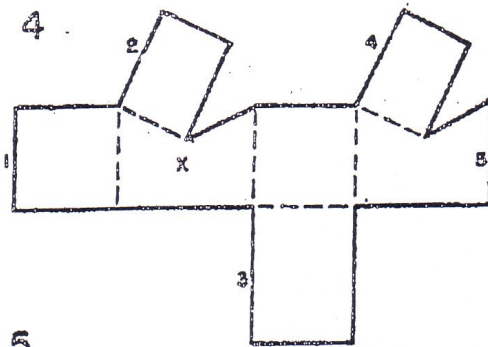
continue next page

# VEDLEGG VP 1 c

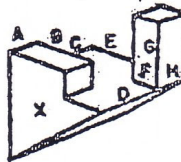
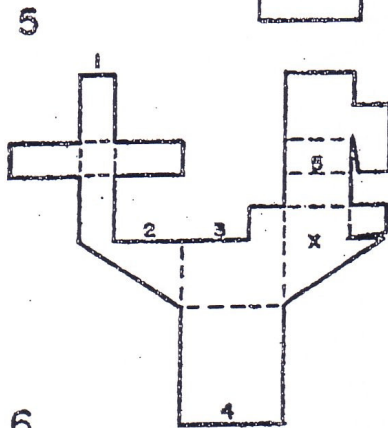
19-FEB-2003 19:10 FROM EDUCATION FACULTY

10 9004733431401

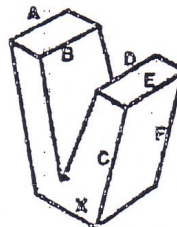
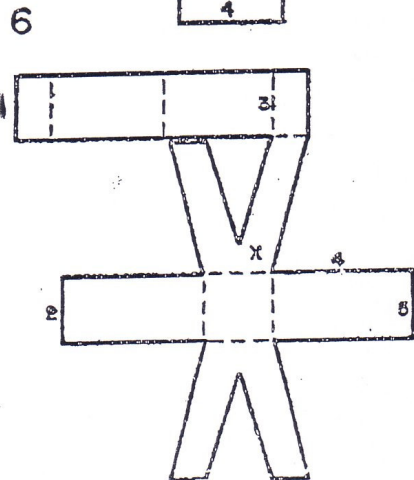
F. 2



1:	A
2:	C
3:	G
4:	C
5:	A



1:	H
2:	D
3:	C
4:	C
5:	B



1:	A
2:	B
3:	D
4:	C
5:	E



## VEDLEGG VP 2 a

### Oppgave 3

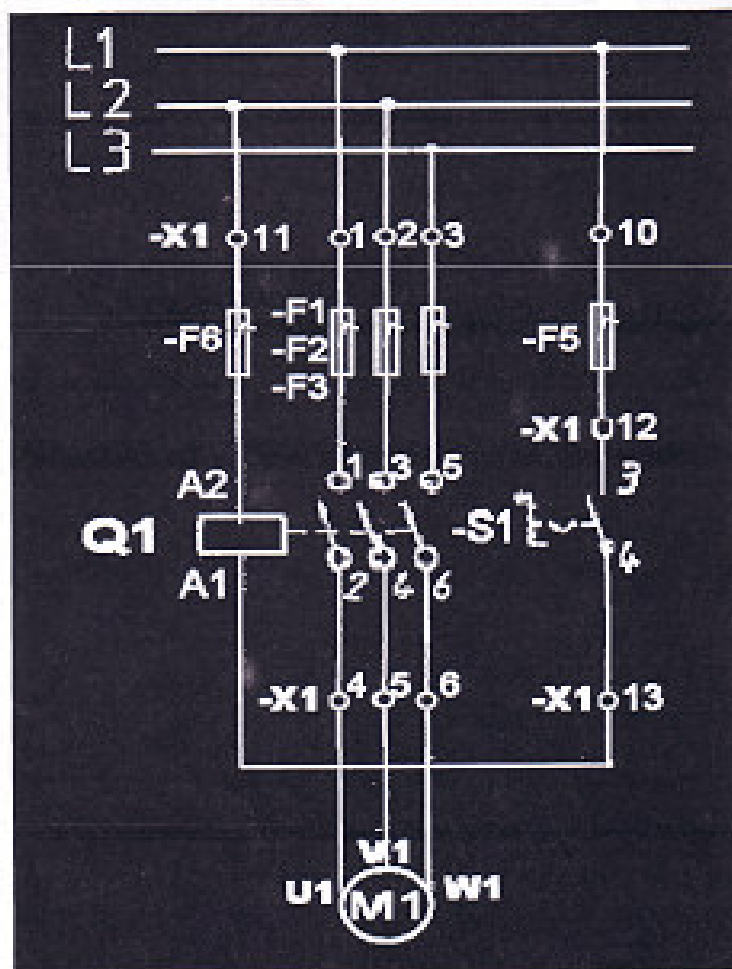
*Gruppe nr 2*

#### Motorstyringer, grunnkurs maskin

##### MÅL:

- Kunne funksjonen til hovedstrømkrets og styrestrømkrets
- Kunne koble til styrestrømkretsen med automatsikringer
- Kunne koble til styrestrømkretsen uten holdekreft
- Lære funksjonen til en størbryter

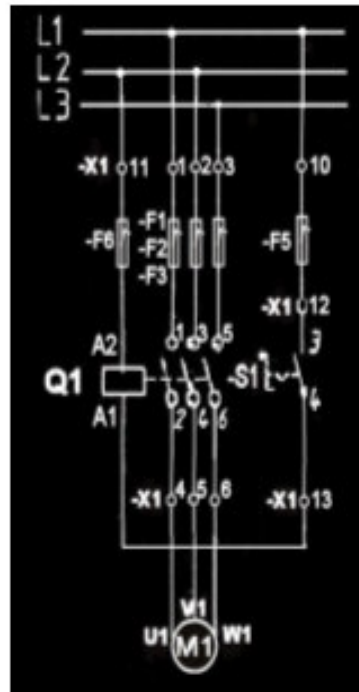
Denne koblingen skal utføres!



Skjema 3

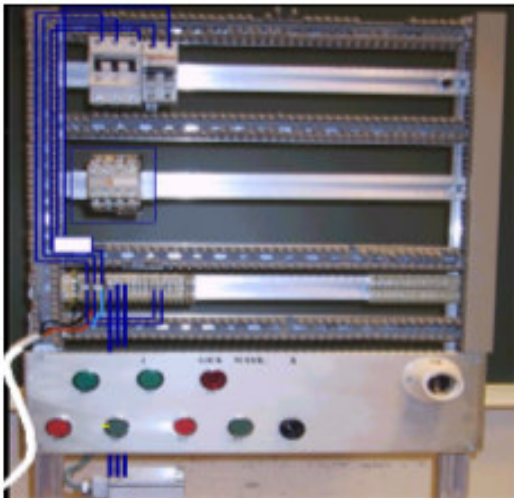
## VEDLEGG VP 2 b

REKKEKLEMMESKJEMA				
EKSTERNT		Nr	INTERNT	
Navn	Klemme	X 1	Navn	Klemme
L1		1	F1	1
L2		2	F2	3
L3		3	F3	5
M1	U1	4	Q1	2
M2	V1	5	Q1	4
M3	W1	6	Q1	6
		7		
		8		
		9		
L1		10	F5	1
L2		11	F6	3
S1	3	12	F5	2
S1	4	13	Q1	A1



## Klargjøring av stativ

Du skal nå klargjøre for neste oppgave. Se figuren under



Før du begynner på neste

oppgave skal du svare på

følgende spørsmål:

a) Hvorfor stopper motoren når du slipper knappen S1? Svar.....

.....

....

.....

...

b) Hva er navnet på silringene i hovedstrømkretsen? Svar.....



## VEDLEGG VP 3 b

Så utføres styrestrømkretsen:

