

# Fra PC i skolen til læring med teknologi

Bruk av IKT i 12 klasserom

Anders Kluge



UiO : Universitetet i Oslo

© Universitetet i Oslo, 2016

ISBN (pdf): 978-82-569-7028-5

# Innholdsfortegnelse

Forord.....	v
Sammendrag.....	ix
1 Innledning.....	1
1.1 Relevante forskningsområder.....	2
1.1.1 Datastøttet læring .....	2
1.1.2 Datastøttet samarbeidslæring.....	4
1.1.3 Interaksjonsdesign.....	5
1.2 Utforskning som kompetanse i læreplanene .....	5
1.3 Metode .....	6
1.4 Hva er i bruk? .....	7
1.5 Spørreundersøkelser om læremidler.....	7
2 Bruk av digitalt utstyr, innhold og verktøy i 12 casestudier .....	9
2.1 Digitalt utstyr .....	9
2.2 Fleksibilitet og relevans .....	14
2.3 Multiple kilder, digitale representasjoner og spill .....	15
2.3.1 Matematikk – flere representasjoner og spill.....	16
2.3.2 Naturfag – et rikholdig utvalg av kilder .....	18
2.3.3 Samfunnsfag og engelsk – engasjement og inspirasjon.....	19
2.4 Digitale representasjoner som grunnlag for samtaler og fokusering .....	20
2.4.1 Dialogisk plenum .....	21
2.4.2 Fokusering i gruppearbeid.....	21
3 Diskusjon.....	23
3.1 Interaktive tavler .....	23
3.2 Mobilt utstyr .....	24
3.3 Spill og læring.....	25
3.4 Multiple kilder, representasjoner og samarbeid .....	27
4 Konklusjon .....	31
Referanser .....	34



# Forord

I 2012 lyse Utdanningsdirektoratet ut et forskningsoppdrag om læremidler. Sentralt i dette oppdraget var å få kunnskap om hvilke læremidler som velges i skolen, og hvordan de brukes av lærere og elever i undervisningen. Kunnskapsløftet gir i utgangspunktet skoler og lærere valgfrihet med hensyn til både læremidler og arbeidsformer i arbeidet med kompetansemålene i læreplanen. I et læremiddellandskap som er preget av både papirbaserte og digitale læremidler, er det viktig å se på de ulike funksjonene læremidler kan ha i de varierte arbeidsmåtene som kjennetegner undervisningen gjennom hele grunnopplæringen.

Institutt for pedagogikk (IPED) ved Det utdanningsvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Oslo (UiO) har vært ansvarlig for forskningen, og har samarbeidet tett med ansatte ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning (ILS/UiO) og Institutt for matematiske realfag og teknologi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Over 15 forskere fra disse tre institusjonene har arbeidet i prosjektet som fikk navnet *ARK&APP*.

Prosjektet har undersøkt ulike former for undervisnings- og læringspraksiser med en stor variasjon av læremidler i fagene samfunnsfag, engelsk, naturfag og matematikk. I alt ble det gjennomført 12 casestudier i disse fire fagene på tre ulike nivåer i grunnutdanningen (5.–7. trinn, ungdomsskole og videregående skole). I tillegg har det vært gjennomført to ulike spørreundersøkelser. En til skoleeiere og ledere og en til lærere. Skoleeiere og -ledere er spurt to ganger, som del av den årlige spørreundersøkelsen *Spørsmål til Skole-Norge* både våren 2013 og høsten 2014. I tillegg ble lærere på 5.–10. trinn, samt videregående skole spurt om valg og bruk av læremidler i sin undervisning i ett av de fire fagene rundt årsskifte 2014/15.

Sluttrapporteringen fra *ARK&APP* til Utdanningsdirektoratet består av tre rapporter som finnes i en trykket versjon samt en nedlastbar PDF.

Denne rapporten omhandler teknologibruk i de 12 casene i prosjektet.

Hovedrapporten bidrar med ny kunnskap om læremidlenes status og funksjon i grunnopplæringen. Rapporten svarer på problemstillingene knyttet til valg og

bruk av læremidler ved å løfte fram sentrale funn på tvers av de 12 casestudiene og spørreundersøkelsene. Her oppsummeres alle casene og utvalgte deler av spørreskjemaundersøkelsene. Samlet gir disse resultatene en oversikt, samtidig som de gir en nyansert forståelse av hvilke læremidler som brukes, hvordan de brukes og hva de brukes til. En slik oversikt, med nyanserte beskrivelser av undervisningspraksis, gir muligheter for å identifisere hvordan læremidler brukes og inngår i undervisningen og hvilken rolle læremidler kan ha for læringsarbeidet i skolen – nå og i fremtiden.

I tillegg leveres to andre synteserapporter. Den første av disse belyser læremidlenes funksjon i arbeidet med grunnleggende ferdigheter, og bidrar med ny kunnskap om hvordan lærere i de 12 casene i *ARK&APP* arbeider med tre grunnleggende ferdigheter: muntlighet, skriving og digitale ferdigheter.

Denne tredje og siste rapporten belyser design og bruk av digitale læremidler, (pedagogisk tilrettelagt materiale), læringsressurser (materiale benyttet til læring) og hjelpemidler (digitale verktøy uten innhold, f.eks. en digital tavle) slik dette fremkommer i de 12 caserapportene. Hovedspørsmålet i denne rapporten er hvordan teknologi, forstått som (lærings-)innhold, systemer (programvare) og fysisk digitalt utstyr, preger læringsprosesser, arbeidsformer, undervisning og læringsutbytte for elever og for lærere.

De tre rapportene er utarbeidet av en arbeidsgruppe bestående av Øystein Gilje, Kari Anne Rødnes, Anders Kluge og Sten Ludvigsen. Forskningsassistent Line Ingulfsen har bidratt med analyser av de kvantitative dataene. I tillegg har alle case-ansvarlige i de 12 casene gitt vesentlige bidrag i kapittel 3 i hovedrapporten. Dette er Jan Dolonen (IPED), Anniken Furberg (ILS), Ingvill Rasmussen (IPED), Anders Kluge (IPED), Erik Knain (ILS), Anders Mørch (IPED), Margrethe Naalsund (NMBU) og Kaja Granum Skarpaas (ILS). Vi har også brukt eksterne lesere for å sikre at rapportene kan leses uavhengig av de tolv caserapportene.

Vi takker alle elever, lærere, skoleledere og skoleeiere som har deltatt i forskningsprosjektet. Gjennom deltakelsen har dere gitt oss mulighet til å få innsikt i hvilken rolle papirbaserte og digitale læremidler spiller i planlegging, gjennomføring og evaluering av undervisning. Vi takker også Utdanningsdirektoratet for konstruktiv oppfølging og deres eksternt oppnevnte forsker Tom Wikman ved Åbo Akademi og ekstern leser Ole-Johan Eikeland for nyttige kommentarer til arbeidet.

Prosjektet har gitt forskerne som har vært involvert, ny kunnskap om læremidlers funksjon i spesifikke læringssituasjoner i de enkelte fagene og mer generelt i skolen. Denne kunnskapen kan bidra til en styrking av det nasjonale arbeidet for å forstå hvordan lærere og elever arbeider i et mer komplekst læremiddellandskap.

Vi takker for oppdraget og de muligheter dette har gitt for å bidra til ny kunnskap om skolen.

Prosjektets styringsgruppe har bestått av lektor Susann Madelen Harlem, rektor Per Bjarne Elle, førsteamanuensis Kirsten Sivesind, professor Erik Knain og professor Ola Erstad, samt professor Sten Ludvigsen fra UiO som har ledet styringsgruppen. Prosjektet *ARK&APP* har vært ledet av førsteamanuensis Øystein Gilje ved UiO.

Blindern 19. april 2016

Øystein Gilje



Sten Ludvigsen







# Sammendrag

Det omfattende datamaterialet i *ARK&APP*-prosjektet – 12 casestudier på tre forskjellige nivåer og i fire forskjellige fag – gir mulighet til å studere læringsprosesser og bruk av IKT og digitale læremidler på bred front.

I denne synteserapporten blir de 12 casene gjennomgått på tvers, med bakgrunn i tre overlappende forskningsfelt: teknologibasert læring, datastøttet samarbeid og interaksjonsdesign. Forskningsspørsmålene i prosjektet fungerer som en innramming for denne syntesen. Rapporten tar utgangspunkt i hvordan teknologi preger og skaper vilkår for det som foregår i klasserommet. Resultatene fra hver case er datagrunnlaget for denne synteserapporten.

Når det gjelder spørreundersøkelsene til lærere, som er gjort som en del av prosjektet (Waagene & Gjerustad, 2015), bekrefter lærerne en antagelse om en skole i endring. Hele 96 prosent av lærerne i spørreundersøkelsen er på «den enige siden» av skalaen på spørsmålet om undervisningen har endret seg som følge av den digitale utviklingen. Caserapportene gir dypdykk i denne endringen. (Se tabell 1 for en oversikt over teknologien som er i bruk i de 12 casene.)

Digitale representasjoner gir produktiv samarbeidslæring. Flere av lærerne utnytter tilfanget av digitale representasjoner, og de tilpasser dem og bruker dem fleksibelt etter elevenes behov. Plenumsundervisningen med bruk av digitale tavler gir gode dialoger i klassene. Mange av lærerne bruker representasjoner som utnytter interaktive muligheter som skaper engasjement hos elevene. Det er forskjeller mellom naturfag og matematikk på den ene siden, der vi finner overveiende interaktive representasjoner, mens samfunnsfag og engelsk har mer statiske representasjonsformer.

For elevene gir bruken av multiple kilder og interaktive representasjoner en mer kompleks læringshverdag med mer flertydige kilder for læring. Samtidig åpner det mulighetsrommet for diskusjoner med lærere og medelever, og også for motsetninger som virker stimulerende og er produktive for dypere læring. Kompleksiteten i læringsmaterialet krever tilegnelse over tid, med diskusjoner, verbalisering og eksperimentering, og ofte er det et betydelig behov for veiledning fra læreren. Slike prosesser stimulerer til dybdelæring (NOU 2015:8).

Representasjoner kan skape samarbeid ved å gi et felles objekt for diskusjon – dette i noen tilfeller i motsetning til for eksempel tradisjonell oppgaveløsning i matematikk eller andre individbaserte arbeidsformer.

Eksemplene med bruk av nettbrett gir andre arbeids- og læringsformer enn standard datamaskiner og viser mer effektiv tidsbruk blant elevene. Nettbrettene er enkle å bruke i «feltarbeid», for eksempel til å ta bilder og notater underveis, og det er lett å dele materiale visuelt og interaksjonsmessig. En utfordring kan være integrasjon med skolens øvrige IKT-systemer. En begrensning i prosjektet er at det ikke er noen case fra videregående skole der det brukes nettbrett, og nettbrett er heller ikke prøvd ut i lengre tidsspenn med skriving eller lesing.

Spill skaper entusiasme, engasjement og aktivitet, men har en uklar læringseffekt. Flere caser med spill viser en bevegelse bort fra tema, begreper og refleksjonsprosesser, og over til optimalisering av spillets mål, til konkurranse og med det høyfrekvent prøving og feiling som gir lavt læringsutbytte. Spillene krever høy grad av pedagogisk struktur og aktiv involvering fra lærerens side for å fungere. Fra casene er det klart at spillene blir en avveksling for elevene, det resulterer i at så godt som alle elevene er engasjerte, men med en tendens til en prøve-og-feile-aktivitet som hindrer refleksjon.

Samlet viser denne analysen at datastøttet undervisning og læring ikke har funnet sin form i norsk skole, selv om det er mange eksempler på gode lærings- og arbeidsformer med digital teknologi i de 12 casene. Det synes tydelig at lærere, skoleledere og skoleeiere er på leting etter modeller og strukturer for å ta i bruk teknologi på en formålstjenlig måte. Det er ikke mulig å gi svar med noen generell gyldighet når det gjelder om analoge eller digitale læremidler, ressurser og hjelpemidler er best egnet i skolen. Til det er begge typer for mangefasetterte og har innhold og strukturer med for stor spennvidde og variasjon.

# 1 Innledning

Gjennom prosjektet *ARK&APP* er det samlet datamateriale fra 12 caser i norsk skole. Forskerne i prosjektet har observert, intervjuet, testet og studert læringsprosesser og læringsresultater på tre forskjellige nivåer, 5. trinn, ungdomstrinn og videregående, innenfor fire forskjellige og sentrale fag: engelsk, samfunnsfag, naturfag og matematikk. I tillegg er det gjennomført to kvantitative studier om valg og bruk av læremidler, i form av spørreundersøkelser til skoleeiere, skoleledere og lærere. Med et slikt tilfang av forskningsdata har prosjektet et omfattende grunnlag for å drøfte norsk skole langs forskjellige dimensjoner. I denne rapporten vil vi ta utgangspunkt i teknologi og teknologibruk og analysere funnene i prosjektet fra det perspektivet. Hovedvekten vil ligge på de 12 caserapportene, mens spørreundersøkelsene blir brukt som bakgrunnsdata.

Denne rapporten dreier seg om bruk av digitale læremidler (pedagogisk tilrettelagt materiale), læringsressurser (materiale benyttet til læring) og hjelpemidler (digitale verktøy uten innhold, f.eks. en digital tavle) slik dette fremkommer i de 12 caserapportene. Casene kan ikke behandles som et representativt utvalg, men med 12 forskjelligartede eksempler er det mulig å se fremveksten av temaer og problemområder knyttet til bruk av digital teknologi i norsk skole og drøfte både spennvidde og fellestrekk. Hovedspørsmålet i denne rapporten er hvordan teknologi som fysisk digitalt utstyr, systemer (programvare) og (lærings-)innhold preger arbeidsformer for elever og lærere. Alle casene tar utgangspunkt i de tre hovedspørsmålene som er utformet av Utdanningsdirektoratet, og som *ARK&APP* har valgt å svare på gjennom 12 caser: Hvordan benyttes læremidlene i undervisningsopplegget? Hvilken funksjon har bruken av læremidlene i interaksjonen mellom lærer og elever? Hvordan bidrar bruk av læremidlene til engasjement og læring hos elever?

Med dette som ramme omfatter caserapportene detaljerte, videobaserte studier av interaksjonen mellom elever, mellom lærer og elever og mellom elever/lærer og teknologi – i tillegg til noen mer overordnede data som forsker-observasjoner og intervjuer. Med disse dataene har rapportene detaljerte analyser av aktiviteter og samtaler i forbindelse med bruk av IKT, som er grunnlaget for analysene i denne synteserapporten. Viktig fokus for undertemaene som vokser fram i

analysen av caserapportene, er hvordan teknologien preger lærings- og undervisningsarbeidet, og i hvilken grad digitalt innhold og digitale hjelpemidler blir sentrale i disse prosessene.

Det er to sider ved bruk av digital teknologi som er relevant i skolen, og som det kan være nyttig å skille mellom analytisk. På den ene siden trenger elever å tilegne seg digitale ferdigheter. Dette er nedfelt i dagens læreplaner og handler om utvikling av elevers kompetanse for å beherske en digital virkelighet. En annen side er teknologibasert læring, der spørsmålet er hvorvidt undervisning og læring kan bli bedre (mer engasjerende, mer effektiv, med bedre læringsutbytte) ved bruk av digital teknologi. I praktisk skolearbeid er det nettopp et poeng at disse to sidene integreres, men analytisk kan de skilles. I avslutningsrapporteringen i *ARK&APP* er disse to sidene ved bruk av digital teknologi delt mellom en rapport om grunnleggende ferdigheter der digitale ferdigheter er behandlet (Rødnes & Gilje, 2016), og denne rapporten, der læring med digital teknologi er temaet.

## 1.1 Relevante forskningsområder

Det faglige grunnlaget for denne rapporten er hentet fra tre felt: datastøttet læring (*Technology-enhanced learning – TEL*) datastøttet samarbeidslæring (*Computer-supported collaborative learning – CSCL*) og interaksjonsdesign (også kalt menneske–maskin interaksjon eller *Human-Computer Interaction*). Disse delvis overlappende feltene blir gjennomgått nedenfor.

### 1.1.1 Datastøttet læring

Datastøttet læring (TEL) er et bredt felt og kan sies å dekke det som gjerne kalles e-læring i den kommersielle verden. Temaer i denne forskningen er rettet mot hvordan læring og undervisning generelt endrer karakter, for samfunn, organisasjoner og individer, i skole, arbeidsliv og fritid. Sentralt her er nye krav til kunnskap og ferdigheter, gjerne oppsummert i samlebetegnelsen kompetanser for det 21. århundre, og hvordan vi skal tilegne oss disse og operere i en informasjons- og teknologi-intensiv verden. Kompetanse dreier seg nå mot hvordan man som arbeidstaker, elev, innbygger og individ kan agere med et digitalt hjelpemiddel, og gjerne i samarbeid og samvirke med andre (21st Century skills, se f.eks. NOU 2014:7 og Ananiadou & Claro, 2009).

Det kan være lett å overfokusere på teknologiske muligheter og glemme hvilke forutsetninger og endringsprosesser som er nødvendige for å kunne dra nytte av

nye digitale løsninger i læring og undervisning. Stor optimisme er knyttet til nye undervisningsformer som for eksempel store nettkurs i høyere utdanning og etter- og videreutdanning (såkalte Massive Open Online Courses. MOOCs, NOU 2014:5). Vi har også fått undervisnings- og læringsteknikker som flipped classroom, som er mer skolerettet og der teknologibasert «undervisning» foregår hjemme og oppgaveløsning på skolen (se f.eks. Bishop & Verleger, 2013). Teknologien kan ikke erstatte det kognitive arbeidet som er nødvendig for å lære nytt innhold og tilegne seg ny kompetanse. Men det endrer over tid arbeidsdelingen mellom teknologi og kognisjon. Derfor er det mer betydningsfullt å fange opp de fundamentale endringene knyttet til nye læringsformer med teknologi, som bruk av multiple kilder for læring og kreativ problemløsning.

En tydelig utvikling er at informasjonsautoriteter som lærebøker, leksika, lærere og fagautoriteter blir utfordret av et informasjonsmangfold. Ved å eksponere elever for komplekse og kanskje flertydige kilder oppøves metakognitive ferdigheter som er viktige i informasjonsmangfoldet, sammen med en potensielt robust forståelse av komplekse emner (Kozma, 2003; Ludvigsen, 2011; Furberg, et al., 2013). Viktige resultater fra denne forskningen er at interaksjon og aktivitet fremmer elevenes engasjement, men at for intens aktivitet gir fokus til aktiviteten selv på bekostning av faglig dybde i læringen, og dermed dårligere kår for refleksjon. Aktiviteten kan dermed bli en drivkraft vekk fra temaet for læringen, i stedet for å fungere produktivt for læring (Kluge & Bakken, 2010).

Videre er det klart at den typen kompleksitet elevene skal håndtere når de står overfor mange informasjonskilder, krever prosesser der både elever og lærere har en viss tid til rådighet innenfor et tema (Tang et al., 2014). Læring med mange kilder forutsetter også at dybdelæring er et mål, noe som kan stå i motsetning til ferdighetslæring eller læring rettet mot spesifikke testformer. Slik dybdelæring krever at elevene får utvikle forståelse gjennom aktiviteter og samarbeid (NOU 2014:7; NOU 2015:8). Prosjektorganisering av slike læringsprosesser viser gode resultater. Da kan elevene samtale med hverandre og med læreren, og teknologien kan støtte disse samtalene og fremme en forståelse som vokser fram over tid (se f.eks. Sawyer, 2006).

Spesielt utfordrende er de relevansvurderingene elevene må gjøre i en åpen læringsprosess. De kan få en dobbelt utfordring ved både å skulle tilegne seg nytt stoff innenfor et ukjent tema, samtidig som de må vurdere hvorvidt materialet de har funnet, er relevant for temaet de jobber med (de Jong & van Joolingen, 1998). Strukturer og innramming av feltet fra lærerens side kan gjøre

denne doble utfordringen mindre, men det er også en iboende problematikk ved multiple kilder og læring basert på elevenes egne undersøkelser (inquiry learning), når de mangler grunnleggende kunnskap om et tema.

En variant av multiple kilder er komplekse interaktive objekter, som simuleringer og animasjoner, der elevene også forholder seg til et komplekst og dynamisk informasjonsbilde. En slik læringssituasjon kan være mer oversiktlig, men forskningen viser at elever også her kommer opp i lignende situasjoner som ved multiple kilder (Smetana & Bell, 2012). Et objekt som fremviser en komplisert tematikk, er gjerne mangefasettert og vil ha relevante som irrelevante elementer som kan fange elevenes oppmerksomhet. På tross av utfordringene viser resultatene at læring basert på egne undersøkelser, i hovedsak er funksjonelle både for å «lære å lære» og for å tilegne seg nye temaer (White & Pea, 2011).

### **1.1.2 Datastøttet samarbeidslæring**

En god måte å avhjelpe utfordringene ved komplekse informasjons-inntrykk på er samarbeid og samarbeidslæring. Ved verbalisering i gruppearbeid med teknologistøtte kan elevene engasjere seg i å skape mening i den informasjonsstrømmen de sitter i. Det er en viktig del av forskningsområdet datastøttet samarbeid (CSCL, se Stahl, 2015). Her studeres læring som en sosio-kognitiv prosess der elevenes læring sees som en gradvis tilegnelse av et begrepsapparat, av grafiske elementer innenfor et felt eller tema, og der kombinasjonen av teknologistøtte, diskusjoner, veiledning og pedagogiske strukturer står sentralt (Ludvigsen & Mørch, 2011). Viktig her er hvordan studentene/elevne også engasjerer seg i interaksjon med materialet ved å omforme det de ser grafisk, tekstlig og verbalt. Dermed blir de også produsenter av noe nytt i interaksjon med hverandre, med innhold og med teknologi. Forskningen innenfor datastøttet samarbeidslæring viser at mange faktorer har innflytelse på hvorvidt samarbeidsprosessene blir gode og produktive som læring, og at relativt små justeringer kan gi store utslag (Prieto et al., 2013).

Viktige elementer i skolesammenheng er: den pedagogiske strukturen læreren legger opp til, klargjøringen av forventninger, og den faglige innrammingen og begrensningen av det mulighetsrommet elevene skal operere i – såkalt skripting eller orkestrering av prosessen (se f. eks. Fischer et al., 2013). Skripting er en samarbeidsstruktur, gjerne med kontrollpunkter, som elevene skal følge. Orkestrering er en løsere styringsform der poenget er å sørge for at læringsprosessen har fremdrift mot et mål og at mulige korrigeringer kan gjøres.

### 1.1.3 Interaksjonsdesign

Området menneske–maskin interaksjon (Human-Computer Interaction - HCI) har de siste årene blitt utviklet i retning av å skape et design som gir brukeropplevelser (Interaksjonsdesign og user experience design, se Löwgren, 2016). For læring med teknologi betyr det at teknologien skal påvirke den lærende til å se nye sammenhenger og gjøre oppdagelser, inngå i produktive samhandlinger med teknologi og samarbeidspartnere, og stimulere til aktivitet og engasjement. Det er i et design også viktig å avgrense aktivitet og muligheter på en nyansert måte. Intens aktivitet hindrer refleksjon. Der elever søker stadig nye klikkemuligheter, kjent som «vandrende mus»-problematikk, er læringsvilkårene dårlige (Ke, 2008).

Små nyanser i design kan utgjøre viktige forskjeller i hvordan vi bruker teknologi (Connolly et al., 2014). Hvordan de forskjellige funksjonene i for eksempel et læringsmiljø eksponeres og designes, er viktig for hvorvidt de tas i bruk, og for hvordan de brukes. Den som skal lære, kan stimuleres til å gjøre gode interaktive valg, men for at for eksempel eksperimentering med simuleringer skal være meningsfullt, er det viktig at det også er mulig å gjøre feil. Et system som er for deterministisk forsvinner en dimensjon i interaksjonen. Et like viktig designprinsipp er å gi muligheter for aktivitet der de kritiske læringsmulighetene ligger, og ikke ta elevens fokus vekk fra kjerneinnholdet ved for eksempel å designe inn for mange eksterne motivasjonsfaktorer (Habgood & Ainsworth, 2011)

Teknologien kan tilrettelegge for samarbeid på forskjellige måter. Det er nærliggende å tenke seg datamaskinen som et kommunikasjonsmiddel over avstand, men en av de mest interessante oppsettene for samarbeid er hvordan par og grupper kan sitt foran en datamaskin og diskutere og interagere med det de ser. (For et eksempel i matematikk, se White & Pea, 2011.) Her er det viktig med et design som inviterer til interaksjon, både mellom personene i gruppen og med innholdet. Samtidig skal det digitale uttrykket og interaksjonen gi gode muligheter for veiledning fra læreren (Furberg et al., 2013).

## 1.2 Utforskning som kompetanse i læreplanene

Et utviklingstrekk i læreplanene, som har relevans for læring med digital teknologi, er hvordan elever på alle trinn blir oppfordret til selvstendige undersøkelser og eksperimentering i de forskjellige fagene. Tydeligst er formuleringen om forskerspiren i naturfag. Der skal elevene engasjere seg i

utforskning og dermed både lære om hva som skal til for å gjøre oppdagelser, og å gjennomføre disse aktivitetene slik at de kan oppdage sammenhenger selv. I samfunnsfag finnes det et tilsvarende hovedområde som går på tvers av de andre: utforskeren. Her er kildekritikk viktig, sammen med åpningen av faget ved «nysgjerrighet, undring og skapende aktiviteter». I engelsk legges det vekt på å forstå «egne læringsbehov i faget og velge egnede strategier og arbeidsmåter». Matematikk skal vekse «mellom utforskande, leikande, kreative og problemløysande aktivitetar og ferdigheitstrening».

På litt forskjellige måter og med litt ulik styrke åpner disse formuleringene informasjonsrommet i skolen og gir behov for tilgang til flere læremidler, læringsressurser og læringsverktøy. For alle fagene stimulerer disse planene til bruk av multiple kilder og til å utforske i flere retninger, som et alternativ til en mer lineært oppbygget pedagogisk modell som gjerne assosieres med en lærebok. Studiene av tidsbruk i casene viser at denne typen læringsprosesser, som gruppearbeid, er omfattende i de 12 casene i prosjektet (Gilje et al., 2016).

### 1.3 Metode

Denne rapporten er en syntese som tar utgangspunkt i de overordnede spørsmålene som prosjektet svarer på. Dette innebærer at alle caserapportene og relevante spørsmål fra spørreundersøkelsene leses på tvers. Denne typen syntese bygger på de samme prinsippene som brukes i systematisk vurdering (*review*) (Gough et al., 2012).

Hovedspørsmålet i denne synteserapporten er hvordan teknologi preger det som foregår i klasserommet. Hva er det i de 12 casene som peker seg ut som spesielt relevant? Her har vi brukt to kriterier: der det er temaer som gjentar seg i casene og dermed har potensial for en bredere gyldighet, og der det er bruk av digital teknologi som virker nyskapende og har potensial for å fortelle noe om gode muligheter og god praksis for bruk av digital teknologi i skolen.

Datamaterialet i denne rapporten er de 12 caserapportene, med hovedvekt på diskusjonene og konklusjonene. Det er ikke gjort noen ny analyse av datamaterialet i hver enkelt delrapport.



## 1.4 Hva er i bruk?

Bruken av digitalt utstyr, applikasjoner og innhold er veldig forskjelligartet i de 12 casene. For å gi en oversikt er disse listet opp etter fag og trinn i tabell 1.

## 1.5 Spørreundersøkelser om læremidler

Som en del av prosjektet *ARK&APP* er det gjennomført spørreundersøkelser rettet mot skoler (lærere og skoleledere) og skoleeiere i hele landet. For denne rapporten er det svarene fra lærere, oppsummert i Gilje et al. (2016), som er mest sentrale. Nedenfor følger kort de svarene som er mest relevante som bakgrunn for resten av denne rapporten.

Papirbasert lærebok er fremdeles det mest sentrale læremiddelet i skolen. Likevel er det slik at veldig få lærere (kun 2 prosent) rapporterer at de ikke supplerer med digitale læremidler i klasserommet. Hele 65 prosent bruker IKT i stor eller meget stor grad i undervisningen. Viktig er det også at 2 av 3 lærere ønsker å bruke digitale læremidler i større grad enn de gjør i dag. Det fordeler seg relativt jevnt over fagene.

Lærere som underviser i engelsk, oppgir i større grad enn lærerne i de tre andre fagene, at deres fag er egnet for bruk av digitale læremidler. Det kan ha sammenheng med det store tilfanget av digitalt materiale i dette språket, med lyd (uttale) og tekst og kobling mellom de to, også i form av søkbart innhold (tilsvarende som oppslagsverk). Generelt får også digitale læremidler bedre score enn analoge hos lærerne når det gjelder muligheten til å tilpasse dem til individuelle forskjeller hos elevene. Det gjelder i alle de fire undersøkte fagene, men i mindre grad i matematikk enn i de tre andre (engelsk, samfunnsfag og naturfag). Forskjellen i lærernes vurdering av det digitale og læreboka er ikke stor, men likevel interessant. Vurderingene indikerer at lærerne i større grad er oppmerksom på å tilrettelegge det digitale innholdet for varierende nivå, og kan utnytte den økende fleksibiliteten i digitale læremidler og læringsressurser.

Når lærerne blir spurt om de den siste måneden har hatt et undervisningsforløp over flere timer som i hovedsak er basert på digitale læremidler, er det engelsk og samfunnsfag på videregående som ligger høyest med omkring 2 av 3 lærere som svarer ja på spørsmålet. Her er det relativt store forskjeller mellom grunnskole og videregående. I grunnskolen er det omkring 1 av 3 lærere som har hatt et slikt hovedsakelig digitalt forløp siste måned. I matematikk på videregående er det omkring halvparten som har hatt det, mens naturfag kanskje

noe overraskende ligger lavest i det øverste trinnet med ca. 40 prosent av lærerne som har gjennomført et hovedsakelig digitalt forløp i måneden før de ble spurt.

Samlet gir undersøkelsene et inntrykk av en skole der endringer pågår når det gjelder bruk av læremidler. Dette bekreftes også i spørsmålet til lærerne om undervisningen deres har endret seg som følge av den digitale utviklingen. Hele 96 prosent er på den enige siden av skalaen på dette spørsmålet; 28 prosent er litt enige, og 68 prosent sier seg stort sett eller helt enig i at undervisningen er endret som følge av den digitale utviklingen.

Spørreundersøkelsene gir interessant og relevant bakgrunnsinformasjon, men hovedvekten i ARK&APP-prosjektet ligger på de 12 casestudiene der vi går tett på aktiviteten i skolen. I den neste delen av denne rapporten kommer en oversikt over de tydeligste funnene når vi ser de 12 casestudiene på tvers.

## 2 Bruk av digitalt utstyr, innhold og verktøy i 12 casestudier

Ved gjennomgang av de 12 caserapportene med hensyn på bruk av digital teknologi, er det noen temaer som peker seg ut. For det første er det tydelig at utstyret, som maskinvare, i seg selv påvirker bruken, enten det er permanente digitale tavler eller små håndholdte nettbrett. Videre er det sentralt hvordan digital teknologi spenner ut mulighetsrommet for lærerne, og gjør at de kan tilrettelegge undervisnings- og læringsmateriale til sine opplegg. Det tydeligste temaet er likevel hvordan elever i læringsprosessen tar i bruk multiple kilder og forskjellige typer digitale representasjoner.

### 2.1 Digitalt utstyr

På ungdoms- og barneskolene er det stort spenn i hvilket utstyr de rår over på de forskjellige skolene. I videregående skole derimot er bærbar PC standard utstyr som hver elev har permanent råderett over. I casene på mellom- og ungdomstrinnet er ofte digital teknologi en mer begrenset ressurs. Det fører til at oppgaver spares til de har tilgang på datarommet (Gilje, Ingulfsen, & Swensen, 2015; Rasmussen, Rindal, & Lund, 2014), eller at læreren strukturerer elevene i grupper som ambulerer på forskjellige stasjoner, og der en eller flere av stasjonene har datamaskiner (Gilje et al., 2015; Naalsund, Dolonen, & Kluge, 2015; Skarpaas, Ingulfsen, & Gilje, 2015).

Utstyrsmessig spenner disse casene fra en ungdomsskole som bruker allokert tid på datarommet til å føre inn ferdig skrevet kladd med tekstbehandlere, og der det er lite tid til annen bruk av datamaskinene (Rasmussen, Rindal, et al., 2014), til en 5.-klasse der hver elev har en egen iPad til personlig bruk (Furberg, Dolonen, & Ingulfsen, 2015)<sup>1</sup>. Spennvidden i ungdomstrinnet og på 5.–7. trinn er altså stort. For videregående skole er situasjonen slik at lærerne ofte ønsker å avgrense bruken. Mens mange barne- og ungdomsskolelærere leter etter

---

<sup>1</sup> Det er flere eksempler på kommuner som innfører nettbrett til alle elevene, se f.eks. [www.osloby.no/nyheter/Pa-den-ne-skolen-i-Barum-far-alle-elevene-egen-iPad-7826023.html](http://www.osloby.no/nyheter/Pa-den-ne-skolen-i-Barum-far-alle-elevene-egen-iPad-7826023.html)

tilgjengelige maskiner, synes problemet for lærere i videregående skole å være hvordan de skal begrense elevenes tilgang til PC for å få dem til å fokusere, særlig under undervisning som ligner på forelesninger (kalt monologisk plenum i caserapportene) (Rasmussen, Gilje, Ferguson, Ingulfsen, & Bakkene, 2014).

	5. trinn	8. trinn x 3 + 10. trinn	Vg1 x 3 + Vg3
<b>Engelsk</b>	Lærer: Egenprodusert materiale Elever: Pixntell Spelling city Presentasjonsverktøy	Lærer: Ingen Elever: Tekstbehandling (PC)	Lærer: Ingen Elever: Essay Critic (PC) eller ingen
<b>Samfunnsfag</b>	Lærer: Egenprodusert materiale Digital tavle Elever: Lokus kartverksted Quiz Presentasjonsverktøy (PC)	Lærer: Ingen Elever: Mobilkamera / skolens kamera Redigeringsprogram for digital historiefortelling (PC)	Lærer: Interaktiv tavle Elever: Kilder på nett (PC)
<b>Naturfag</b>	Lærer: Interaktiv tavle Presentasjonsverktøy Kahoot Elever: Salaby, Gaia5smartbook, TV2 skole. Interaktive sim. (Alle nettbrett)	Lærer: Powerpoint, Viten.no Elever: Digitale kilder (nettbrett) Viten.no (nettbrett)	Lærer: Ingen Elever: Energispill Film Nettsider
<b>Matematikk</b>	Lærer: Matemagisk Interaktiv tavle Elever: Salaby Math Nook (Begge spill på PC)	Lærer: Digital lærebok + egenprodusert materiale Interaktiv tavle Elever: Kikora (PC) eller DragonBox (nettbrett)	Lærer: Egenprodusert materiale Interaktiv tavle + projektor Elever: GeoGebra, Graph (PC) Kalkulator

Skillet mellom videregående skole og mellom- og ungdomstrinnet i bruk av utstyr viser seg også i variasjonen i teknologibruken på de lavere trinnene. Videregående har sin standardiserte bærbare maskin (se for eksempel Mørch & Engeness, 2015), mens det er mer blandingsbruk på 5. til 10. trinn. Både iPad og PC er i bruk i noen klasser (Dolonen & Kluge, 2014; Furberg, Dolonen, Engenæss, & Jessen, 2014; Skarpaas et al., 2015), noe som ga dynamikk i bruk. I tillegg gjorde begrensede teknologiresurser at lærerne la opp til stasjonslæring i flere av casene, som påpekt ovenfor, noe som ga variasjon i læringsprosessene. Både stasjonslæring og bruk av teknologi gir forskjellige innganger, representasjoner og ikke minst arbeidsformer i læringsprosessene.

Et heterogent teknisk miljø der det er flere forskjellige maskintyper, kan være problematisk. Det kan være vanskelig å integrere forskjellig utstyr, både bruksmessig og teknisk. Det ga økt tidsbruk (Dolonen & Kluge, 2014) og var krevende å organisere (Gilje et al., 2015; Skarpaas et al., 2015). Tydeligst kom problemet fram i samfunnsfagrapporten fra 8. trinn (Gilje, Silseth, & Ingulfsen, 2014) der elevene tok i bruk sine egne mobiltelefoner for å ta bilder, fordi skolens egne kameraer hadde batteriproblemer. Det ga dem siden problemer med å legge bildene over på skolens maskiner, og elevene brukte mye ressurser på dette. Siden de brukte sitt eget utstyr, anså skolen det som elevenes ansvar å få integrert materialet. Som det står i rapporten: «Best klarte de elevene seg som valgte å kun bruke egne digitale læringsressurser» (Gilje et al., 2014, s. 37).

En viktig del av teknologibruken er hvordan den i seg selv kan stimulere til samarbeid (Crompton & Traxler, 2015; Krangle & Arnseth, 2011)). Programvaren er nok her generelt mer avgjørende enn maskinvaren (Suthers, 2006), men utformingen av maskinvaren har også betydning for samarbeidet. Det er flere eksempler fra casene der teknologien fokuserer samarbeidet i gruppene, kanskje tydeligst der elevene er satt sammen i par (f.eks. i casene i matematikk og naturfag på 5. trinn, engelsk og matematikk på videregående). I casen med matematikk på 5. trinn ser vi hvordan teknologien faktisk resulterer i samarbeid. Først jobber parene hver for seg i oppgaveløsning med penn og papir som verktøy, og de begynner først å samarbeide når de får tilgang til digitalt utstyr og retter oppmerksomheten mot en felles representasjon på en skjerm.

Enkelte av casene inkluderer både bruk av nettbrett og PC-er (Dolonen & Kluge, 2014; Furberg et al., 2014; Skarpaas et al., 2015). I matematikk på 8. trinn har vi målt hvor mye tid de forskjellige teknologiene faktisk er i bruk. Her er det betydelige forskjeller. Nettbrettet trenger ikke ladning så hyppig som en PC og er lettere å distribuere og å håndtere. Så mens en PC på denne skolen bruker lang

tid på oppstart, gir nettbrettet en opplevelse av å være permanent på. I denne casen var også programvaren som ble brukt på PC, avhengig av det trådløse nettverket. Når det så ikke fungerte, ble ytterligere tid ubenyttet til de planlagte læringsprosessene. Disse faktorene samlet gjorde at de som brukte nettbrett i studien, får i alt 57 minutter mer brukstid enn de som benyttet PC, selv om det er like mye tid allokert til den aktiviteten i utgangspunktet. Hvis vi tar det parvise gruppearbeidet isolert, viser studien at mer enn 20 prosent av brukstiden forsvinner for elevene som brukte PC, sammenlignet med tiden som ble brukt med nettbrettene. Det kan knyttes direkte til forskjeller i utstyret samt til avhengigheten av nett i programvaren til PC-ene.

Flere av rapportene indikerer at fleksibiliteten ved et nettbrett er stimulerende for samarbeidet (matematikk på 8. trinn, naturfag på 10. trinn og engelsk på 5. trinn). Det er enklere for begge elevene i et par å interagere med en berøringsskjerm og med den dynamikken som lett utstyr gir ved at det kan flyttes for å se nærmere på for eksempel detaljer i matematikk (Dolonen & Kluge, 2014), gjøre samarbeidspartneren oppmerksom på et element (Furberg et al., 2015), eller få støtte til å gjøre en operasjon i naturfag (Furberg et al., 2014). Når en stasjonær skjerm blir brukt, får elevene et mer statisk oppsett der gjerne én elev har kontroll med tastaturet (Naalsund et al., 2015), men likevel med betydelig aktivitet fra den andre eleven. Bærbare PC-er har også potensial for dynamikk og fysisk fleksibilitet, som også tidligere er dokumentert (Kluge 2014), men det er ikke data i de casene som bruker bærbare maskiner, som direkte kan belyse dette aspektet.

Rapportene gir et tydelig bilde av at nettbrettene, som utstyr i seg selv og det å ta dem i bruk, gir entusiasme hos elevene. Erfaringen fra casene tyder på at teknologien fremdeles representerer noe annerledes og spennende for elevene i en skolekontekst. Det er kanskje en effekt som kan forta seg over tid, men det er også noe grunnleggende ved berøringsskjermen. Den skaper en direkthet i interaksjonen som skaper en form for entusiasme, selv om også fingerinteraksjon kan skjule elementer på skjermen og skape problemer for eksempel i et samarbeid. Likevel er det klart at det her vil være programvaren og innholdet som er viktigere når det gjelder hvordan nettbrettet som teknologi påvirker læringsarbeidet i skolen over tid.

Digitale tavler er gjennomgående tilgjengelig for lærerne i klasserommene (løselig anslått i 50 prosent av klasserommene). De som ikke har det, bruker prosjektører som er uten direkte interaksjonsmuligheter. Lærerne bruker dette utstyret mye til plenumsundervisning. Bruksmåten varierer. I én klasse legger

læreren vekt på å bruke berøringsplate for da å ha fronten mot elevene og derved stimulere diskusjon og kommunikasjon med dem (Dolonen & Kluge, 2014). En annen lærer mener det er viktig å få elevene opp til tavlen og la dem skrive på den (Naalsund et al., 2015). Selv om det er variasjoner, er det viktig å understreke at digital tavle / prosjektør brukes gjennomgående som et hjelpemiddel for dialog med klassen.

Mer inngripende for aktiviteten i klasserommet er den fleksibiliteten lærerne har gjennom å tilpasse materiale for sine elever og i undervisningen. En slik innholdsproduksjon og -tilpasning fra lærerens side er ikke avhengig av digital teknologi i seg selv, og gjøres på ulike måter i casene. En lærer lager ekstra ark som deles ut til elevene (Rasmussen et al., 2014), en annen lager fysiske ordkort som får en sentral plass i elevenes aktiviteter, og som også blir strukturelt førende gjennom mye av elevenes arbeid (Skarpaas et al., 2015). De fleste lærerne bruker imidlertid digital tavle eller prosjektør aktivt (i 8 av 12 caser). At det finnes utstyr for visualisering og interaksjon i klasserommene, gjør at terskelen for å lage og tilpasse materiale blir lavere. Rapportene gir ikke grunnlag for å kunne si noe om at lærerne har økt sin egen produksjon av materiale, men det er flere eksempler på at de tar tilgjengelig materiale og tilpasser det, men også at de lager eget papirbasert materiale.

## 2.2 Flexibilitet og relevans

Lærerne argumenterer med fleksibilitet og relevans når det gjelder behovet for å utvikle eget materiale i undervisningen (se f.eks. samfunnsfag 5. trinn, matematikk på videregående og naturfag på 10. trinn). Det skjer både med utgangspunkt i læreboka, som i matematikk på 8. trinn (Dolonen & Kluge, 2014), og som alternativt materiale som lærerne utvikler selv. Flere lærere understreker at for å få materialet relevant for elevene og gi mening for deres liv, må læreren levere et innhold som kan fungere som en tilpasning mellom læreboka og elevene, som i casen på videregående i matematikk (Dolonen, Naalsund, & Kluge, 2015). Det ser ut til å gjelde på tvers av fagene og klassetrinnene i disse casene. Kanskje er det noe tydeligere på de lavere trinnene, med en lærer som eksplisitt mener den engelske læreboka mangler relevans for elevenes liv i det aktuelle kapittelet om fritidsinteresser (Skarpaas et al., 2015). Men også en lærer i videregående skole formulerer klart at læreboka ikke fyller det behovet hun og elevene har for læremidler (Rasmussen et al., 2014).



Samlet gir de 12 caserapportene et tydelig bilde av hvordan digital teknologi både kan oppleves som rigid og som fleksibel. Avhengighet av nett og batterier gir problemer skolene kanskje ikke har driftsopplegg til å håndtere. Samtidig oppleves nettbrett som en smidig teknologi, enkel administrativt og teknisk, «lettvekts» både bruksmessig og fysisk, og som et fleksibelt hjelpemiddel for elevene i gruppearbeid, som i naturfagcasen på 5. trinn. Men det er også programvare som skolen bruker på nettbrettene, som gir tekniske utfordringer når det gjelder integrering, og som fører til at læreren må bruke uforholdsmessig mye tid på teknisk tilrettelegging for at prosjektene til elevene skal kunne gjennomføres, slik som på 5. trinn i matematikk og engelsk. Det er også i enkelte tilfeller vanskelig å få læremidler til å henge sammen med de utforskende prosjektene læreren ønsker seg. Geografiprojektet på 5. trinn er begrenset til Østlandet, men quizen de bruker på nettstedet til læreboka, dreier seg om hele landet, noe som gjør den mindre relevant. Likevel er det verd å merke seg at resultatene fra spørreundersøkelsene viser at lærerne mener at digitale læremidler er mer fleksible og bedre egnet til individuell tilrettelegging for elevene, selv om vi ut fra spørreundersøkelsen ikke kan vite hva denne tilretteleggingen går ut på.

Den digitale tavlen som er i bruk i disse casene, og som har hatt stor spredning i norsk skole (50 prosent av lærerne rapporterte at de brukte den i sist time (Waagene & Gjerustad, 2015), er også et hjelpemiddel for relevans og fleksibilitet. Den interaktive tavla ser ut til å ha tre hovedfunksjoner i casene: (1) Den brukes til å informere elevene om struktur, for eksempel rekkefølgen av aktiviteter eller disponeringen av en oppgave (se f.eks. engelsk Vg1 og på 5. trinn, og naturfag på 5. trinn). (2) Den brukes til å demonstrere applikasjoner elevene skal bruke senere, for eksempel mattespill, digitale oppgaver eller verktøy (se 5. trinn i matematikk og naturfag og matematikk Vg1). (3) Kanskje viktigst: Den brukes til å vise lærerens eget materiale, som kan være fra læreboka, fra forskjellige kilder og egenprodusert (se flere caser på 5.–10. trinn). Her ser vi hvordan den digitale tavla, og i noen tilfeller prosjektøren, gjør læreren i stand til å fylle inn mellom læreboka og elevene og gjøre stoffet mer relevant for dem.

### **2.3 Multiple kilder, digitale representasjoner og spill**

Helklasseundervisningen med digital tavle blir av lærerne i casene brukt som en interaktiv kunnskaps- og motivasjonskilde som kan tilpasses elevene, med hensyn til struktur, innhold og visualiseringer. I det læringsarbeidet som foregår

individuellt og i gruppe i klasserommet, er det derimot mest læremidler og læringsressurser produsert utenfor lærerens kontroll som brukes. For å studere det læringsarbeidet, utenom helklasseundervisningen, som foregår ved hjelp av multiple kilder, digitale representasjoner (dvs. forskjellige typer interaktive visualiseringer) og spill, blir det fagspesifikke viktig, og casene vil nedenfor bli gjennomgått per fag.

### 2.3.1 Matematikk – flere representasjoner og spill

I de tre casene i matematikk er tall og algebra det gjennomgående tema. Med stor spennvidde i alder gir det en mulighet til å studere teknologibruk på et avgrenset fagområde, i et relativt stort aldersspenn og på tre forskjellige skoler og nivåer. I alle casene la lærerne vekt på elevenes egne oppdagelser og på grunnleggende forståelse, altså det vi kan kalle dybdelæring. Med temaet tall og algebra er det mulig å tenke seg at undervisning og læring kan legge vekt på en slags mønstergjenkjenning med tilhørende ferdigheter. Da blir elevene lært opp til å gjenkjenne typer av oppgaver og deretter bruke den riktige prosedyren. Slik var ikke undervisning eller læring lagt opp i våre caser. I alle de tre læringsforløpene la læreren vekt på å gi elevene flere innganger til og muligheter for å tilnærme seg stoffet. Målet var dypere læringsprosesser og forståelse. Spesielt ble dette gjort ved å gi elevene forskjellige representasjoner å arbeide med.

På 5. trinn ble tre forskjellige interaktive representasjoner tatt i bruk. Temaet var *ukjente* i algebra. Flere forskjellige spill-lignende representasjoner ble brukt, både som presentasjon og diskusjon med og for hele klassen, og for aktiviteter i par. Læreren fikk aktivisert klassen gjennom sine visualiseringer og samtaler, og hadde også en fleksibel tilnærming ved at han fant fram til visualiseringer som ga en ny inngang til et tema. Da han så at elevene syntes det var vanskelig å forstå likhetstegnet som et symbol for en relasjon – de var mer vant til å tenke på likhetstegnet som en beskjed om at «nå kommer svaret» – så brukte han en fotballspillmetafor fra et digitalt spill som han fant i Matemagisk (fra Lokus, Aschehoug). Slik fikk elevene en ny inngang til et helt grunnleggende matematisk symbol.

På 8. trinn hadde strukturen i casen et mer eksperimentelt oppsett. Stor-klassen på 75 elever ble delt i to, og de to halvpartene brukte forskjellig teknologi. Helklasseundervisningen var tilnærmet lik for de to delklassene, og da blandet læreren tradisjonell algebra og løsning av ligninger med enkelte visualiseringer av mengder og sammenhenger. Begge delklassene arbeidet i par, den ene brukte

et læringsspill, og den andre brukte en applikasjon for digitale oppgaver som inkluderte fasitsjekk og løsningsforslag. På tross av stor entusiasme for spillet, som var basert på nettbrett, samt at teknologien medførte at lengre tid kunne brukes på oppgavene, gjorde elevene i den andre delklassen, som brukte de digitale oppgavene, langt større fremskritt enn de som brukte spillet. I caserapporten forklares forskjellen med at læreren lettere kunne støtte elevene med oppgavene med et tradisjonelt algebraspråk, og at det også for en stor grad er dette språket elevene testes i. Dermed bidro manglende trening i dette språket til at den delklassen som brukte spill, oppnådde svakere testresultater.

På 5. trinn gjorde de seg også litt forskjellige erfaringer når det gjaldt de to spillene som ble brukt i parsamarbeidet. I det ene spillet var konkurranse-elementet tydelig, og spillet var tidsbasert. Når vanskelighetsgraden i spillet var slik at de ikke umiddelbart visste hvordan de skulle komme fram til svaret, gikk elevene over til å gjette mellom de tilgjengelige alternativene. Som med spillet på 8. trinn ble det observert tydelig entusiasme, men med økende vanskelighetsgrad gikk gruppen over til å gjette mellom de tilgjengelige alternativene. I det spillet som ikke var så konkurranse- og tidsorientert, var det enklere å få elevene inn i begrepsmessige resonneringer, men entusiasmen var tydelig lavere. Spillets bruk av harde sperrer – elevene kunne bare gå videre i spillet når en oppgave var løst – kan ha bidratt til at arbeidet stoppet opp når vanskelighetsgraden ble større. En mulighet til friere bevegelse mellom oppgavene kunne gitt elevene mer oversikt, og de ville ikke da kun være overlatt til det forfatteren av oppgavene mente var den riktige sekvensen av økende vanskelighetsgrad. Rapporten fremhever også at det var for store hopp i den kunnskapen elevene trengte for å løse oppgavene, det vil si at progresjonen i vanskelighetsgrad ble for bratt.

På Vg1 var det naturlig nok mer avansert algebra, men mange av funnene ligner det som ble rapportert fra grunnskolen. Læreren prøvde å finne nye representasjoner som kunne utvide elevenes forståelse der han merket at de hadde vanskeligheter. Elevene brukte dynamisk geometri<sup>2</sup> for å løse oppgaver, ved siden av kalkulator, papir og blyant. En forskjell fra mellom- og ungdomstrinnet var at de digitale hjelpemidlene, som ble brukt individuelt og i gruppe i casen i Vg1, hadde mer karakter av *løsningsverktøy* enn av å være en læringsressurs. De grafiske hjelpemidlene som ble brukt, ga elevene en måte å fremstille oppgaver og løsninger på som ga rikere muligheter for forståelse av

---

<sup>2</sup> Graph og Geogebra, med opptegning av funksjoner og muligheter for å sette opp og endre geometriske figurer.

sammenhenger i matematikken. Et interessant aspekt i denne casen er å se hvordan læreren i sin veiledning av elever som løser oppgaver, individuelt eller i gruppe, søker mer inn mot læreboka som hjelpemiddel i sin veiledning. Han gjør da i liten grad bruk av de alternative representasjonene han brukte i undervisningen og i samtaler i plenum.

### **2.3.2 Naturfag – et rikholdig utvalg av kilder**

Naturfag i Vg1 er et bredt anlagt fag som skal dekke mye, med integrert biologi, kjemi og fysikk som sentrale emner (Knain, Byhring, & Nordby, 2014). Det gjelder også casene i dette faget, som deler seg på klimaendringer, gener og på kroppens hjerte- og lungesystem. Som i casene i matematikk er det på mellom- og ungdomstrinnet at utvalget av forskjellige kilder som brukes, er størst. Men i motsetning til i matematikkcasene er representasjonene mer innholdstunge. Der representasjonene i matematikk ofte kan ha logikk som må testes ved interaksjon (slik som f.eks. i en kalkulator), har naturfag mer eksplisitt faglig innhold. I casen på videregående er det i hovedsak et strategisk klimaspill som er den alternative representasjonen, mens det på de lavere trinnene er en rekke forskjellige interaktive kilder.

I caserapporten fra 10. trinn er variasjonen i digitale representasjoner trukket fram. Både i helklasseundervisningen og i gruppeaktivitetene er det ofte mange representasjoner i virksomhet, og de brukes parallelt heller enn sekvensielt. Det understrekes som viktig at læreren har tilgang til mange representasjoner og formår å bruke dem i de sammenhengene der de kan virke produktivt for læring. Rapporten beskriver lærerens bruk av dem som «sømløs» (Furberg et al., 2014, s. 47). Med en app, «Virtual heart», for hjerte- og lungeredning, for å se hjertets virkemåte, og en app for kroppsfunksjoner, ble elevene eksponert for stor kompleksitet. Rapporten understreker at de multiple kildene bidrar til å gjøre materialet mer uforutsigelig og med potensielle motsigelser, noe som gjør materialet mer spennende for elevene.

I naturfagprosjektet på 5. trinn hadde nettbrettene en viktig rolle. Variasjonen i programvare kombinert med lettvekts teknologi ga varierte bruksformer, for eksempel ble elevene sendt på datafangst i skolebygget. Elevene integrerer kamera (stillbilder og video), QR-leser, rapportmal og flere andre programmer, og rapporten forteller om elevengasjement for disse arbeidsformene. Med mange kilder blir prosessene elevene skal gjennom, også krevende. Tidlig i elevenes skoleløp blir derfor læreren en helt sentral hjelper i å integrere mellom de mange kildene.

Også i casen fra videregående skole måtte elevene integrere forskjellige kilder. Elevene brukte et energispill, der utfordringen var å balansere utbygging av forskjellige former energiproduksjon: kull, olje, sol og vannkraft, slik at befolkningen var fornøyd, økonomien gikk rundt og klimautslippene ble minimalisert. Elevene skulle integrere erfaringene fra dette spillet med læreboka og med en film om temaet. Dette ble gjort i en tekst som avslutning på klimaprojektet. Rapporten om denne casen konkluderer, ut fra analyser av disse tekstene, at elevene lykkes «et stykke på vei» med denne integreringen, men at den kognitive avstanden mellom aktivitetene ga dem betydelige utfordringer.

### **2.3.3 Samfunnsfag og engelsk – engasjement og inspirasjon**

Samlet sett er det mindre bruk av digitale representasjoner i de seks rapportene fra engelsk og samfunnsfag. Det er også jevnt over noe mindre bruk av teknologi, slik det rapporteres i disse casene. I engelskcasen fra 5. trinn (Skarpaas et al., 2015) tar læreren i bruk ordkort som strukturerende element for undervisning og læring, og elevene hadde også med seg et fysisk objekt som var utgangspunkt for å snakke engelsk. De brukte nettbrett med applikasjonen Pixntell, som tok opp lyd slik at det kunne settes sammen med et bilde. Teknologien bidro til å inspirere elevene, og koblingen de fikk lov til å gjøre til sitt eget liv via et fysisk objekt som de tok bilde av og snakket om, var viktig for engasjementet.

I casene i samfunnsfag var det bruk av forskjellige kilder, og det var stor variasjon i arbeidsformer og teknologi knytte til dem. På 8. trinn samlet elevene data med sitt eget utstyr, hovedsakelig ved å ta bilder av tekster og objekter under et besøk på museum. Her medierte de altså selv informasjon fra museet ved å ta bilde av plansjer og objekter, og oppgaven var å sette materialet sammen til en digital fortelling. Konklusjonene i rapporten tyder på at dette ble vanskelig for elevene, med de forutsetningene de hadde for å tolke primærkilder (som museet representerte), og i en multimodal medieproduksjon (sammensatt tekst) som var krevende for dem.

Samfunnsfagcasen på 5. trinn, der kart var tema, gir et bilde av hvor krevende læringsprosess det er å integrere forskjellige kilder. Slik har denne casen tydelige fellestrekk med samfunnsfagcasen fra 8. trinn. Problemene blir synlige på to måter. For det første har elevene tre forskjellige kart tilgjengelig, og kartene bruker også forskjellige fargekoder for å beskrive de samme fenomenene i landskapet. Denne detaljen skaper forvirring og gjør prosessen med å tegne egne kart vanskelig for dem. Elevene har problemer med å se valget av farge

som noe overfladisk, og gir i stedet selve fargen innholdsmessig betydning. For det andre gjennomgår de hva kart er som representasjonsform, og er i stand til å gjengi de fire kjennetegnene som læreren innprenter dem, også på prøver. Men å anvende disse kjennetegnene når de skal tegne egne kart, får de ikke til.

Denne rapporten fra 5. trinn forteller også om elevenes engasjement i bruk av en spill-lignende ressurs der de skal plassere geografiske steder riktig på et kart. Som i de andre eksemplene med spill i *ARK&APP* er elevene engasjerte, men også her bruker de i stor grad en prøve-og-feile-strategi. Et element som kunne bidra til det i denne sammenhengen, var at en del av oppgaven ikke var så relevant for dem, siden oppgaven dekket hele Norge, mens prosjektet kun skulle dekke Østlandet.

I historiestudien fra Vg1 var temaet mellomkrigstiden, og elevene skulle finne, vurdere og integrere informasjon fra ulike kilder. I rapporten beskrives dette som svært krevende for elevene og som tidkrevende. Informasjonen kan være på forskjellige formater og ha ulik informasjonsgehalt, og det er vanskelig for elevene å vurdere hva som er relevant når de ikke har fagkunnskap i temaet for oppgaven. Det er også vanskelig for elevene å utforme gode nettsøk når de utforsker et emne som de har minimalt med kunnskap om på forhånd.

Samfunnsfagrapportene fra 5. og 8. trinn og Vg1 gir et samlet bilde på hvor vanskelig det er for elever å drive undersøkelsesbasert læring, slik hovedområdet *utforskeren* i læreplanen krever. De illustrerer også hvor krevende det er for læreren å gi god veiledning til alle elevene i slike prosesser. Elevene blir utfordret til å drive kunnskapsintegrasjon med læringsressurser som ikke er tilpasset hverandre. Det er både innholdsmessig og meta-kognitivt krevende, og læreren må veilede elever på forskjellige måter avhengig av innhold og form på materialet, og av kunnskapsnivået til eleven.

## **2.4 Digitale representasjoner som grunnlag for samtaler og fokusering**

Digitale læremidler og læringsressurser brukes både i dialogisk plenum og i gruppearbeid i de forskjellige casene. Det er betydelig variasjon i hvordan de benyttes.

### 2.4.1 Dialogisk plenum

Det er mange gode eksempler i caserapportene på hvordan digitale representasjoner stimulerer helklassediskusjoner. I minst 5 av de 12 casene er representasjonene sentrale i plenumsundervisningen, og særlig som felles fokus for diskusjonene (samfunnsfag på 5. trinn og på Vg1, naturfag på 10. trinn og matematikk på 5. og 8. trinn).

I naturfagcasen på 10. trinn trekker rapporten de klareste konklusjonene om engasjement og elevdeltakelse på bakgrunn av de digitale representasjonene: «... bruken av visuelle kunnskapsrepresentasjoner bidro til høy grad av elevdeltakelse og engasjement, spesielt i dialogiske helklassesituasjoner» (Furberg et al., 2014, s. 47). Rapporten fremhever variasjonen i de forskjellige representasjonene og lærerens kompetanse: Han hadde tilgang til et bredt tilfang av representasjoner som han kjente, og han var treffsikker i bruken av dem.

Et annet tydelig eksempel er fra samfunnsfag på 5. trinn (Gilje et al., 2015). Her understreker rapporten hvordan bildene får en viktig funksjon i interaksjonen mellom lærer og elever. De fungerer som «meningsbærende ressurser». Mens det i naturfag og matematikk gjerne ble brukt interaktive objekter, der elevene også i enkelte tilfeller kom fram og ga sine svar på tavla, er det i denne samfunnsfagcasen i hovedsak statiske bilder som blir diskutert. Slik var det også delvis i engelsk. Resultatene er likevel sammenlignbare når det gjelder engasjement, verbal aktivitet og meningsdannelse.

I matematikk var representasjoner i bruk i plenum i alle casestudiene. Eksempelet fra Vg1 illustrerer hvordan bruk av visualiseringer også kan være vanskelig å gjennomføre med gode læringsprosesser som resultat. Her bruker læreren en metafor om likevekt som støtte for en diskusjon om ligninger og operasjoner på dem – ikke så ulikt temaet læreren løfter fram med metaforen fotballspill som er brukt på 5. trinn for å illustrere likhetstegn. Vekten i Vg1 tegnes opp på en tradisjonell tavle, kanskje litt impulsivt, og leder i dette tilfellet ikke til gode diskusjoner i plenum eller metaforisk hjelp til dypere forståelse.

### 2.4.2 Fokusering i gruppearbeid

Data i mange av casestudiene viser hvordan elevene samarbeider rundt og med representasjoner på PC og nettbrett. I alt åtte av casene har slike data, og to av rapportene behandler det i sine diskusjoner (Dolonen & Kluge, 2014; Dolonen et al., 2015), med tydelige konklusjoner på elevenes bruk av digitale representasjoner i gruppearbeidet.

På 5. trinn, som jobber med algebra, fokuserer de digitale spillene samarbeidet. Elevene arbeider individuelt med oppgaver de finner i boka, og blir verbale og samarbeidende først når de får et felles objekt å diskutere og en oppgave å løse på skjermen. I casen med algebra i videregående skole viser rapporten også hvordan den interaktive representasjonen, denne gangen dynamisk geometri, gir elevene et objekt å samarbeide om. Her blir representasjonen én av flere kilder, og: «Gjennom dialog og ulike representasjoner skaper elevene delforståelse hele veien, men først når de observerer riktig krysningsspunkt med riktig skala sammen og sier høyt til hverandre hva x-verdien og y-verdien for krysningsspunktet er, virker det som bitene faller på plass» (Dolonen et al., 2015, s. 43). Her virker det interaktive objektet på skjermen fokuserende for samarbeidet – men inngår også i en kompleksitet med mange kilder, kontroll mot fasit, måling med linjal, delforståelser og dialoger – og beveger dem gradvis mot en «forståelse over tid», som det heter i rapporten (Dolonen et al., 2015, s. 43).

Temaene som er presentert ovenfor: digitalt utstyr, fleksibilitet og relevans, multiple kilder og digitale representasjoner, står frem som sentrale når vi leser caserapportene på tvers med fokus på digital læring. Nedenfor vil disse temaene bli diskutert i lys av aktuell forskningen på disse feltene.



## 3 Diskusjon

I denne delen av rapporten vil vi trekke ut relevante forskningstemaer fra caserapportene og gi dem en kort presentasjon før diskusjonen av hvert tema.

### 3.1 Interaktive tavler

Det er utstrakt bruk av interaktive tavler i casene, og de brede spørreundersøkelsene viser at omkring 50 prosent av lærerne har brukt en interaktiv tavle i sin siste undervisningstime. Forskningslitteraturen om interaktive tavler gir ikke noe entydig bilde av denne teknologiens virkninger i klasserommet. Det synes klart at det er mulig å gjøre det samme med en interaktiv tavle som med den analoge, og at det også skjer mye reproduksjon av eksisterende undervisningspraksis i klasserom med digitale tavler. Like klart er det imidlertid at det også er en faktor for endring (De Vita et al., 2014,; Sundberg et al., 2012; Ormanci et al., 2015). Det er et kjent resultat i medieforskningen at endring ofte kan komme i bakkant av nye tekniske innovasjoner, og at eksisterende praksis reproduseres i en tidlig fase. Rapportene fra de 12 casene i *ARK&APP* tyder mest på at digitale tavler endrer aktiviteten i klasserommet, også innholdsmessig (Gilje, 2016).

I en gjennomgang av forskningslitteratur gjort av Higgins et al. (2006) finner forfatterne at det er signifikant mer åpne spørsmål fra lærere i klasserom med interaktive tavler, og at lærerne også i større grad innlemmer elevenes foregående svar når de stiller nye spørsmål. Det finner vi også i flere av caserapportene. Lærerne er utforskende og søker i stor grad etter elevenes oppfatning; bruk av den interaktive tavlen kombineres med interaksjon med elevene. Vi ser mønsteret fra Higgins et al. (2007) i caserapportene. Uttrykksfulle og interaktive representasjoner synes viktige for å engasjere elevene i et tema. De kan holde en debatt levende og er meningsbærende. Slik har de elementer som ligner på bruken av tilsvarende representasjoner i gruppearbeid.

Hvordan lærerne har eierskap til det de presenterer, synes å ha betydning for de dialogene som oppstår mellom klassen og læreren i bruk av interaktive tavler. Terskelen for læreren til å skaffe relevante representasjoner er lav, og utvalget på

nettets er stort og tilgjengelig. I tillegg kommer de digitale ressursene som ofte følger med læreboka. Variasjonen i hva lærerne velger å bruke er stor, og her spiller også type fag inn. I engelsk på 5. trinn ble læreboka ansett som lite relevant for elevene, mens læreren for eksempel i matematikk på 8. trinn delvis scannet læreboka for å bruke den og interagere med den underveis i undervisningen på den interaktive tavla. Det kan også være verd å merke seg at en visualisering som ikke er så vellykket, en toarmet vekt for en ligning, lages tilsynelatende som et innfall på en analog tavle uten noe visuelt utgangspunkt som kan bearbeides, og bidrar ikke tydelig til noe læringsutbytte.

## 3.2 Mobilt utstyr

Hvis vi ser på forskningslitteraturen som omhandler læring med mobilt utstyr er resultatene overveiende positive. Wu et al. (2012) rapporterer om 86 prosent positive resultater fra de 164 studiene som er gjennomgått, og kun én kan påvise direkte negativ læringseffekt av å bruke mobilt utstyr i de overveiende eksperimentelle studiene. Samtidig er det klart at det er vanskelig å avgrense mobil læring og å formulere hva som karakteriserer det som læringsform til forskjell fra andre læringskontekster og utstyrsbruk (Wishart 2015), og eksperimentelle studier har i tillegg bare begrenset overføringsverdi til klasserommet.

I casene som gjør bruk av nettbrett er det grunnlag for å si at teknologien bidrar til entusiasme. Rapportene tyder på at det er flere komponenter i entusiasmen. Direkte interaksjon med berøringsskjerm har et bidrag, og nettbrett er fremdeles en spennende teknologi som har en viss egenverdi for elevene. I litteraturen understrekes også større autonomi og engasjement som kjennetegn ved bruk av nettbrett (Kearney et al., 2012). Her understrekes det også at muligheten til å kontekstualisere utstyret er viktig, slik vi også finner i naturfagcasen på 5. trinn. Sammen med den brede funksjonaliteten, gjør mobiliteten det mulig å bruke utstyret i forskjellige sammenhenger. Men caserapportene viser også at den tekniske integrasjonen av utstyret, både studentenes eget og skolens, er utfordrende og kan bli et tidssluk. I matematikkcasen på 8. trinn ser vi imidlertid også hvordan litt umoderne PC-utstyr, sammen med avhengighet av nett, gir disse elevene langt mindre tid (over 20 prosent) som er tilgjengelig for læringsarbeid sammenlignet med elevene som bruker nettbrett. Det passer også

med andre rapporter, som viser at banale tekniske problemer er et tidssluk i skolen.<sup>3</sup>

### 3.3 Spill og læring

Det er flere stort anlagte gjennomganger i forskningslitteraturen om hvorvidt digitale spill bidrar til læring. Mange studier konkluderer med at det er større læringsutbytte med digitale spill enn i kontrollgrupper der spill ikke brukes (Vogel et al., 2006; Sitzman et al., 2011; Wouters et al., 2013). Samtidig viser brede gjennomganger av forskningslitteraturen at konklusjonen må være mer nyansert (Young et al., 2012). Et hovedproblem med disse studiene er at det ikke eksisterer noen felles definisjon av hva et digitalt spill er. De fleste studier inkluderer simuleringer, og i for eksempel Wouters et al. (2013) er spill karakterisert ved å være interaktive, ha et sett av regler og et klart mål. Spill vil dermed omfatte de fleste interaktive systemer. Med en så vid definisjon er det klart at spill kan designes på en rekke forskjellige måter som kan tenkes å stimulere både gode og dårlige læringsprosesser. En annen grunn er at pedagogisk struktur og lærerens aktiviteter og inngripen også vil være en viktig dimensjon ved om læringsprosesser lykkes i skolen (Young et al., 2012).

Clark et al. (2015) tar enkelte av disse elementene med i sin gjennomgang, og raffinerer vurderingskriteriene. Likevel er det fremdeles enkle kompetansemål og ferdigheter som måles, ikke konseptuell læring eller utvikling over tid mot mer robust kunnskap. Med disse begrensningene finner Clark et al. (2015) at konkurranse fungerer dårlig når enkeltpersoner spiller, men også at spill uten konkurranseelement for enkeltpersoner fungerer like godt som spill med konkurranse for samarbeidende grupper. De finner ikke sammenhenger ut fra hvor avansert spillemekanikken (*gameplay*) er; enkle spill ser ut til å ha samme læringseffekt som mer sofistikerte. Videre tyder studien på at narrativer kan begrense læringseffekten, mens spill med vekt på det visuelle slår positivt ut. Ut fra dette argumenterer studien for at design av spill bør holde seg tett til læringsmålene. Dette er i tråd med anbefalingen om *intrinsic integration* fra Habgood & Ainsworth (2011), det vil si å designe kjerneinteraktiviteten i et spill ikke bare tett til læringsmålene, men også tett til der de lærende har de største utfordringene med å tilegne seg en forståelse.

---

<sup>3</sup><http://forskning.no/internett-pedagogiske-fag-skole-og-utdanning/2012/10/banale-problemer-hindrer-pc-bruk-i-skolen>

Elevene spiller og bruker spill-lignende systemer i alle de fire fagene og på alle nivåer i grunnopplæringen. Spillene i casene varierer i design og struktur, og det gir ikke mening å bruke disse casene til noen generell vurdering av bruk av spill i norsk skole. Men det er flere interessante elementer å merke seg. Som nevnt i Clark et al. (2015) ser konkurranseorienteringen ikke ut til å bidra positivt til konseptuell læring, heller ikke når spillingen foregår i smågrupper. I casen med motorsykkelspillet i matematikk på 5. trinn har det også betydning at narrativitet i spillet ikke er relevant for selve oppgaven. Slik sett bryter designet både med prinsippet om *intrinsic integration* (Habgood & Ainsworth, 2011) og rådene fra Clark et al. (2015) om at narrativer (i dette tilfellet et motorsykkelrace) ikke trenger å være positive for læring. I Matemagisk derimot, er det visualiseringene som trer tydeligst fram og ikke narrativer (Clark et al., 2015), og det ser ut til å bidra positivt.

Prøve-og-feile-tilnærming ser vi også i flere av spillene (i samfunnsfag og matematikk på 5. trinn og i matematikk på 8. trinn), noe som ikke er en læringsform som har mange tilhengere i forskningslitteraturen hvis målet er dypere læringsprosesser. Intensiv konkurranse ser i casene ut til å stimulere prøving og feiling. Det gjelder også flervalgsoppgaver av ulike typer. Elever forstår raskt at det er et begrenset sett av valg, selv om det kan være lite synlig ved første øyekast, slik det for eksempel er i «DragonBox» på ungdomstrinnet (Dolonen & Kluge, 2014), og noen elever blir raskt trent i å prøve dem ut. Andre er mer reflekterende og vil være sikre på at det alternativet de har valgt, er riktig. I «DragonBox» er det i prinsippet ingen konkurranse på tid eller annet, likevel er det klart at elevene orienterer seg om hvor langt andre har kommet, og at det knytter seg konkurranse til å ha kommet lengst i serien av brett. «Energispillet» i naturfagcasen fra Vg1 har en lignende indirekte konkurranseform, og rapporten beskriver det som utfordrende for læreren å få elevene til å tanke seg om og ikke bare interagere. Denne casen viser også hvor vanskelig det kan være både å treffe de viktigste læringsmålene med et spilldesign, og hvor avhengig læring er av strukturen rundt spillet. Det blir lærerens strukturering utenfor spillet som er virkemiddelet for at elevene kan drive faglig integrasjon, noe rapporten beskriver som delvis vellykket. Likevel finner studien at kjernetemaer, som definisjonen av bærekraft, ikke blir løftet gjennom forløpet

Flere av gjennomgangene slår sammen spill og simuleringer (f.eks. Vogel et al., 2006; Clark et al., 2015). Derfor kan det også være nyttig å se på en gjennomgang av studier av simulatorer i naturfag, noe som også kan bidra til å

kaste lys over hvorfor noen typer spilldesign ikke fungerer så godt. I en studie av 61 artikler om bruk av simulatorer finner Smetana & Bell (2012) overveiende positive resultater, men de finner også at det er spesielt tre elementer som bør være til stede. For det første skal simulatorene være et supplement. Det gjaldt nok også for de fleste av casestudiene her, kanskje med unntak av matematikkcasen fra 8. trinn, der bruken av spill- og spill-lignende systemer ble gjennomført i nøye definerte tidsintervaller. Smetana & Bell understreker som det andre punktet at støtte rundt bruken av simulatorene, også før og etter bruk, er avgjørende viktig for elevenes utbytte av å bruke dem. Her inkluderer de også medelever og fremhever det positive ved bruk i par, slik spillbruken er i de fleste eksemplene fra casene i *ARK&APP*. De fremhever også at støtte fra lærer er avgjørende. Det tredje og siste elementet studien anbefaler, er å sette opp motsetninger for å skape kognitiv dissonans. Forskjellige representasjoner kan være med på å sette opp en slik spennvidde som er produktiv for læring, noe som bringer oss over til temaet multiple kilder.

### **3.4 Multiple kilder, representasjoner og samarbeid**

Forskningen på multiple og interaktive representasjoner har særlig dreiet seg om matematikk og naturfag (Ainsworth, 2006; White & Pea, 2011; Kozma, 2003). Resultatene viser hvordan representasjonene langt fra bare har funksjon som faglig innhold, men også fungerer som struktur for arbeidet (Furberg et al., 2013). De gir læreren muligheter for å gi elevene veiledning (Strømme & Furberg, 2015), og kan fungere som et tredje og interaktivt element i denne veiledningen (Kluge, 2011).

Flere av disse resultatene vises i caserapportene. Det er casene i matematikk og naturfag som gjør mest bruk av representasjoner. Representasjonene er til stede i en eller annen form i alle de seks rapportene, mens de forskjellige læringsressursene i samfunnsfag og engelsk mer har karakter av å være multiple kilder. Det er ikke bare digitale representasjoner og kilder som er i bruk, det er også ordkort, fakta-ark og annet analogt materiale.

På mange måter er representasjoner, multiple kilder og lærerne som kan ta dem i bruk, det tydeligste tegnet på den nye norske skolen. Læreboka, med pedagogisk oppbygning og gradvis økende vanskelighetsgrad, har fått konkurranse fra en mengde læringsressurser av forskjellige typer. Tidligere rapporter om dominans av monologiske forelesninger som ligger tett på lærebok i struktur og innhold (Klette, Bergem & Roe, 2016), er ikke like gyldig lenger. Med et krav om at

elevene skal gjøre sine egne undersøkelser – som tilfelle er med forskerspiren i naturfag, utforskning i matematikk og samfunnsfag, og undring og skapende aktiviteter i engelsk – blir læreplanene også drivende krefter for å ta i bruk multiple kilder og interaktivt materiale i sammenheng med prosjektorientert arbeid, og gjerne som gruppearbeid. De digitale mulighetene gjør multiple kilder mer tilgjengelige, og i rapportene ser lærerne ut til å øke sin kompetanse i bruken av dem, både som undervisningsmateriale og som læringsressurser for elevene.

Bevegelsen bort fra de faste rammene i læreboka og over til den ofte motsigelsesfulle informasjonen fra internett, er krevende for lærere og elever. Lærerens rolle er i mange tilfeller helt avgjørende for at elevene skal kunne integrere kunnskap fra de forskjellige kildene og oppnå dypere læring (Ludvigsen et al.; Strømme & Furberg 2015). Som ressurs er det lærerne som har den fleksibiliteten elevene trenger for å gi kontekstspesifikk hjelp relatert til konkrete problemer når de oppstår, sette de forskjellige representasjonene i en sammenheng og bidra med den faglige, overordnede strukturen. Det kan være lærerintervensjoner som løfter en gruppediskusjon blant elever fra det overfladiske til det konseptuelle nivået (Furberg et al., 2013). Læreboka kan også være en strukturell og innholdsmessig «sikker havn», men det avhenger mye av aktivitet og fag. I caserapportene fra matematikk er det eksempler fra alle de tre nivåene på hvordan lærere og elever søker til læreboka når de er i tvil. I de mer prosjektorienterte aktivitetene i naturfag og samfunnsfag, og delvis i engelsk, henter elevene og lærere mindre støtte i læreboka.

Vi ser eksempler på hvor vanskelige utforskende læreprosesser med mange presentasjonsformer, kilder og metodikk kan være for elevene, også på videregående nivå. Det krever tid å sette seg inn i kilder, det krever tid å forstå avanserte representasjoner (White & Pea, 2011), og uten dypere kunnskap om et tema er det vanskelig for elevene å avgjøre hvorvidt innhold og materiale er relevant. Den tradisjonelle læreboka, som direkte knytter seg til kompetansemål for trinn og fag, er både strukturelt og innholdsmessig lukket i en viss forstand, mens for eksempel en prosjektorientert tilnærming til tema kan gjøre elevene usikre både på omfang, dybde og rammer. Her blir igjen læreren en viktig ressurs, sammen med de læringsressursene læreren finner, tilrettelegger og noen ganger også lager selv. Flere av rapportene fremhever også lærernes kjennskap til representasjonene og hvordan de kan brukes, som sentralt for gode prosesser. Lærerens analyse både av de problemene elevene har, og av hvordan en representasjon i den spesielle sammenhengen kan brukes til å stimulere gode

læringsprosesser, er viktig (se f.eks. matematikk og naturfag på 5. trinn, og naturfag på 10. trinn).

Det er også tydelig på elevene at de blir engasjerte av representasjoner, interaktivitet og en mer åpen verden. Læreboka omtales i enkelte tilfeller som kjedelig av elever og for lite relevant av lærere (se f.eks. engelsk på 5. trinn). I naturfagrapporten fra 10. trinn karakteriserer forfatterne usikkerheten og utfordringen med den åpne læringsprosessen med multiple representasjoner som «produktiv uforutsigbarhet», som et læringsmomentum og også som mulighet for produktiv kognitiv konflikt (Jonassen, 1999). En annen effekt av interaktive representasjoner er at de stimulerer samarbeid og samtale. Der vi har par som sitter ved siden av hverandre og gjør oppgaver og heller spør læreren enn medeleven hvis de står fast, får vi se de samme elevene samtale og diskutere løsningsforslag og muligheter når de bruker interaktive representasjoner.





## 4 Konklusjon

Ut fra det samlede materialet i *ARK&APP* kan vi gjøre analyser av hvordan digital teknologi fungerer i klasserommet. Innføring av denne teknologien gir endrede forutsetninger for undervisning og læring i norsk og internasjonal skole, og endringene er pågående. Med gradvis innføring av bærbar datamaskiner i videregående skole de siste årene, og mer bruk av databasert utstyr på lavere trinn,<sup>4</sup> er skolen på bred front i en endringsprosess der læring, undervisning og organisasjon skal tilpasse seg endrede teknologiske forutsetninger og dra nytte av dem.

Undervisnings- og læringsprosesser understøttet av digital teknologi som praksis i skolen er ennå noe umodent, men i utvikling. Datastøttet læring har langt fra funnet sin form i norsk skole, og det synes tydelig at lærere, skoleledere og skoleeiere er på leting etter modeller og strukturer for å ta i bruk teknologi på en formålstjenlig måte. Målet er at denne rapporten skal være nyttig som et utgangspunkt for å diskutere muligheter og begrensninger ved bruk av digital teknologi i skolen, ved å gi en oversikt over de viktigste resultatene i prosjektet sett som teknologibasert læring.

I den allmenne debatten kan vi møte krav om å få forskningsdata som skal gi svar på om det er digitale eller analoge hjelpemidler som er mest effektivt læringsmessig. Fra dette følger gjerne et ønske om å prøve dette ut ved å la én elevgruppe bruke digitale læremidler og en annen gruppe bruke analoge læremidler. Vi mener det verken er et relevant spørsmål eller et spørsmål det kan gis forskningsmessig gode svar på. Når det gjelder relevans, så gir caserapportene samlet et tydelig bilde av en blandingskultur med bruk av digitale og analoge læremidler og læringsressurser. Det er ikke noen klare tegn til at dette skal endre seg. Viktigere forskningsmessig er at det vil være meget vanskelig, antagelig umulig, å gi gode svar med noen form for generell gyldighet, på hva som best egner seg av digitale og analoge læremidler og læringsressurser. Til det er begge for mangefasettede og har innhold og strukturer med for stor spennvidde og variasjon. Det vil være oppbygging, struktur og innholdskvalitet pedagogisk og faglig, som vil avgjøre hvordan

---

<sup>4</sup> Se imidlertid IKT Monitor 2013 som kan vise til en viss tilbakegang fra 2011 til 2013.

læremidler, læringsressurser og verktøy fungerer – sammen med den konteksten det brukes i, kvaliteten på lærerintervensjoner og det pedagogiske opplegget de inngår i.

Caserapportene samlet gir disse hovedkonklusjonene når det gjelder bruk av digitalt innhold, programvare og utstyr i de 12 klassene som er observert.

**Interaktive tavler utnyttes dialogisk av lærerne: Plenumsundervisningen med bruk av tavlene gir gode dialoger i klassen.** Mange av lærerne bruker interaktive representasjoner som utnytter interaktive muligheter. Det engasjerer elevene, og lærerne tilpasser materialet til den digitale tavlen. Det er forskjeller mellom naturfag og matematikk på den ene siden, med sin vekt på interaktive representasjoner, mens samfunnsfag og engelsk på sin side har mer statiske representasjonsformer.

**Eksemplene viser at nettbrett gir andre læringsformer enn standard datamaskiner og viser bedre effektivitet i enkeltcaser.** Sammenlignet med PC har nettbrettet bedre effektivitet i de casene der de er i bruk, og fungerer mer dynamisk i prosjekt- og gruppearbeid. De er enkle å bruke i «feltarbeid», for eksempel til å ta bilder og notater med underveis, og det er lett å dele materiale visuelt og interaksjonsmessig. En utfordring kan være integrasjon med skolens basissystemer. En begrensning i materialet er at det ikke er noen case fra videregående skole der nettbrett ble brukt, og nettbrett er heller ikke prøvd ut i lengre tidsspenn med skriving eller lesing.

**Spill skaper entusiasme, engasjement og aktivitet, men uklar læringseffekt.** Flere caser der spill blir brukt, viser en bevegelse bort fra tema og refleksjonsprosesser, og over mot en optimalisering av elevaktiviteten i retning spillens mål, konkurranse og med det høyfrekvent prøving og feiling med dårlig læringseffekt. Spillene krever høy grad av pedagogisk struktur og aktiv integrering fra lærerens side for å fungere. Seriøse spill kommer i mange former og har ingen klar avgrensning mot andre interaktive representasjoner, og det er dermed ikke mulig å si noe generelt om hvilken plass spill kan ha i skolen. Fra casene i *ARK&APP* er det klart at spillene blir en avveksling for elevene. Det resulterer i at så godt som alle elevene er engasjerte, men med en tendens til en prøve-og-feile-aktivitet som hindrer refleksjon.

**Multiple kilder og digitale representasjoner gir produktiv samarbeids-læring.** Utstrakt bruk av multiple kilder i plenum og gruppearbeid er det tydeligste resultatet fra de 12 casene. Flere av lærerne utnytter tilfanget av

digitale representasjoner, og de tilpasser dem og bruker dem fleksibelt etter elevenes behov. Her spiller de digitale tavlene utplassert i klasserommet en betydelig rolle. For elevene gir multiple kilder en mer kompleks læringshverdag med mer flertydige kilder for læring, noe som samtidig åpner mulighetsrommet for diskusjoner med lærere og medelever, og for læringsproduktive motsetninger. Kompleksiteten i læringsmaterialet krever tilegnelse over tid og diskusjoner, ofte med et betydelig behov for veiledning fra læreren. Slike prosesser gir bare mening hvis målet er dybdelæring. Representasjoner er instrumentelle i å skape samarbeid ved å gi et felles objekt for diskusjon, i noen tilfeller i motsetning til for eksempel tradisjonell oppgaveløsning i matematikk eller andre individbaserte arbeidsformer.

## Referanser

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21<sup>st</sup> Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries* (OECD Education Working paper no. 41). Hentet fra [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP\(2009\)20&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP(2009)20&doclanguage=en)
- Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). *The Flipped Classroom: A Survey of the Research*. Paper presentert på 120<sup>th</sup> ASEE Annual conference 2013, Atlanta, USA.
- Clark, D., Tanner-Smith, E., & Killingsworth, S. (2016). Digital Games, Design, and Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Review of educational research*, 86(1), 79-122.
- Crompton, H., & Traxler, J. (Red.). (2016). *Mobile learning and mathematics: Foundations, design, and case studies*. New York: Routledge.
- de Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-202.
- Dolonen, J. A., & Kluge, A. (2014). *Læremidler og arbeidsformer for algebra i skolen – En casestudie i prosjektet ARK&APP, matematikk, 8. klasse* (Rapport nr. 4, ARK&APP). Hentet fra <http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport-4-case-matematikk-2014-04-11.pdf>
- Dolonen, J. A., Naalsund, M., & Kluge, A. (2015). *Læremidler og arbeidsformer i matematikk 1T vgs – En casestudie i prosjektet ARK&APP, matematikk 1T, studieforberedende utdanningsprogram, videregående skole* (Rapport nr. 7, ARK&APP). Hentet fra [http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/Rapport\\_7\\_matematikk.pdf](http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/Rapport_7_matematikk.pdf)
- Fischer, F., Kollar, I., Stegmann, K., & Wecker, C. (2013). Toward a script theory of guidance in computer-supported collaborative learning. *Educational Psychologist*, 48(1), 56-66.
- Furberg, A., Kluge, A., & Ludvigsen, S. (2013). Student sensemaking with science diagrams in a computer-based setting. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 8(1), 41-64.
- Furberg, A., Dolonen, J. A., Engenæss, I., & Jessen, S. (2014). *Læremidler og arbeidsformer i naturfag i ungdomsskolen - En casestudie i prosjektet ARK&APP, naturfag, 10. klasse* (Rapport nr. 5, ARK&APP). Hentet fra [http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport\\_5\\_naturfag\\_5\\_12\\_ferdig.pdf](http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport_5_naturfag_5_12_ferdig.pdf)
- Furberg, A., Dolonen, J. A., & Ingulfsen, L. (2015). *Lærerrollen i teknologitette klasserom - En casestudie i prosjektet ARK&APP, naturfag, 5. klasse* (Rapport nr. 11, ARK&APP). Hentet fra <http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport-12-nat-5-kl.pdf>
- Gilje, Ø., Ingulfsen, L., & Swensen, K. V. (2015). *Kartlære og begreper i Østlandets geografi - En casestudie i prosjektet ARK&APP, samfunnsfag, 5. klasse* (Rapport nr. 10, ARK&APP). Hentet fra <http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport-10-samfunnsfag-5-kl.pdf>
- Gilje, Ø., Silseth, K., & Ingulfsen, L. (2014). *Tømmerfløtingens tradisjoner som digital historie - En casestudie i prosjektet ARK&APP, samfunnsfag, 8. klasse* (Rapport nr. 3, ARK&APP). Hentet fra <http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport-3-samfunnsfag-07-mars.pdf>

- Gilje, Ø., Ingulfsen, L., Dolonen, J., Furberg, A., Rasmussen, I., Kluge, A., Knain, E., Mørch, A., Naalsund, M. & Skarpaas, K. G. (2016) *Med ARK&APP – Bruk av læremidler og ressurser for læring på tvers av arbeidsformer*. Sluttrapport. Oslo: Universitet i Oslo.
- Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2012). *An Introduction to Systematic Reviews*. London, Sage Publications.
- Habgood, M. P., & Ainsworth S. E. (2011). Motivating Children to Learn Effectively: Exploring the Value of Intrinsic Integration in Educational Games. *Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 169-206.
- Higgins, S., Beauchamp, G., & Miller, D. (2007). Reviewing the literature on interactive whiteboards. *Learning, Media and Technology*, 32(3), 213-225.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments I C. M. Reigeluth (Red.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (s. 215-240). New York: Routledge.
- Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay? *Computers & Education*, 5 (4), 1609-1620.
- Kearney, M., Schunk, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in Learning Technology*, 20(2012), Hentet fra <http://www.researchinlearningtechnology.net/index.php/rlt/article/view/14406>
- Klette, K., Bergem, O., & Roe, A. (Red.) (2016). *Teaching and Learning in Lower Secondary Schools in the Era of PISA and TIMSS*. Heldelberg: Springer.
- Kluge, A. (2011). Interaction design and science discovery learning in the future classroom. *Nordic journal of digital literacy*, 6(3), 158-173.
- Kluge, A. (2014). Combining Laboratory Experiments with Digital Tools to Do Scientific Inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2157-2179.
- Kluge, A. & Bakken, S. M. (2010). Simulation as Science Discovery: Ways of Interactive Meaning-Making. *Research and Practice of Technology Enhanced Learning*, 5(3), 245- 273.
- Knain, E., Byhring, A. K., & Nordby, M. (2014). *Bruk av læremidler i komplekse miljøspørsmål – En casestudie i prosjektet ARK&APP, naturfag, yrkesfaglig studieprogram Vg1* (Rapport nr. 2, ARK&APP). Hentet fra <http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport-2-naturfag-2014-07-mars.pdf>
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205–226.
- Krange, I., & Arnseth, H. C. (2011). Students' Meaning Making in Science – Solving Energy Resource Problems in Virtual Worlds Combined with Spreadsheets to Develop Graphs. *Cultural Studies of Science Education*, 7(3), 585-605.
- Kunnskapsdepartementet. (2014a). *MOOC til Norge – Nye digitale læringsformer i høyere utdanning*. (NOU 2014: 5). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2014-5/id762916/?ch=1&q=>
- Kunnskapsdepartementet. (2014b). *Elevers læring i fremtidens skole – Et kunnskapsgrunnlag*. (NOU 2014: 7). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2014-7/id766593/?ch=1&q=>
- Kunnskapsdepartementet. (2015). *Fremtidens skole – Fornyelse av fag og kompetanser*. (NOU 2015: 8). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/>
- Löwgren, J. (Lest 2016). Interaction Design - brief intro. I M. Søgaard & R. F. Dam (Red), *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, 2<sup>nd</sup> ed. (kapittel 1). Hentet fra <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/interaction-design-brief-intro>

- Ludvigsen, S. (2012). What counts as knowledge: learning to use categories in computer environments. *Learning, Media & Technology* 37(1), 40-52.
- Ludvigsen, S., & Mørch, A. (2011). Theoretical bases of computer supported learning. I V. G. Aukrust (Red.), *Learning and cognition in education* (s. 46-51). Oxford: Elsevier.
- Mauro, De Vita, Verschaffel, L., & Elen, J. (2014). Interactive Whiteboards in Mathematics Teaching: A Literature Review. *Education Research International* 2014. Hentet fra <http://www.hindawi.com/journals/edri/2014/401315/cta/>
- Mørch, A., & Engeness, I. (2015). *Læremidler og arbeidsformer i prosessorientert skriving – En casestudie i prosjektet ARK&APP, engelsk, studieforberedende utdanningsprogram Vg1* (Rapport nr. 8, ARK&APP). Hentet fra [http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/Rapport\\_8\\_engelsk.pdf](http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/Rapport_8_engelsk.pdf)
- Naalsund, M., Dolonen, J. A., & Kluge, A. (2015). *Læremidler og arbeidsformer i algebra på mellomtrinnet – En casestudie i prosjektet ARK&APP, matematikk, 5. klasse* (Rapport nr. 12, ARK&APP). Hentet fra <http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport-11-mat-5-kl.pdf>
- Ormanci, U., Cepni, S., Devenci, I., & Aydin, O. (2015). A Thematic Review of Interactive Whiteboard Use in Science Education: Rationales, Purposes, Methods and General Knowledge. *Journal of Science Education and Technology*. 24(5), 532-548.
- Prieto, L. P., Villagrà-Sobrino, S., Dimitriadis, Y., & Jorrín-Abellán, I. (2013). Orchestrating Classroom CSCL: A Multi-Level Pattern Approach for Design and Enactment. I R. Luckin, S. Puntambekar, P. Goodyear, B. L. Grabowski, J. Underwood, & N. Winters (Red.), *Handbook of Design in Educational Technology* (s. 112-123). London: Routledge
- Rasmussen, I., Gilje, Ø., Ferguson, L. E., Ingulfsen, L., & Bakkene, H. (2014). *Kildearbeid, ideologier og oppgaveforståelse i historie - En casestudie i prosjektet ARK&APP, samfunnsfag, videregående* (Rapport nr. 6, ARK&APP). Hentet fra <http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport-6-samfunnsfag.pdf>
- Rasmussen, I., Rindal, U., & Lund, A. (2014). *Læringsressurser og arbeidsformer i engelsk: ungdomsskoleelevers arbeid med sjangeren fantasy - En casestudie i prosjektet ARK&APP, engelsk, 8. klasse* (Rapport nr. 1, ARK&APP). Hentet fra <http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport-1-engelsk-2014-07-mars.pdf>
- Rødnes, K. & Gilje, Ø. (2016) *Grunnleggende ferdigheter – på tvers av fag?* Sluttrapport. ARK&APP. Oslo: Universitet i Oslo.
- Sawyer (2006). The new science of learning. I Sawyer, R. K. (Red.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (s. 1-17). New York: Cambridge University Press.
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personal Psychology*, 64(2), 489–528.
- Skarpaas, K. G., Ingulfsen, L., & Gilje, Ø. (2015). "In my spare time I like to..." - *En casestudie i prosjektet ARK&APP, engelsk, 5. klasse* (Rapport nr. 9, ARK&APP). Hentet fra <http://www.uv.uio.no/iped/forskning/prosjekter/ark-app/publikasjoner/downloads/rapport-9-engelsk-5-kl.pdf>
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support Science Instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370.
- Stahl, G. (2015). A decade of CSCL. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*. 10(4), 337-344.

- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. I R. K. Sawyer (Red.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (s. 409-426). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Strømme, T. A., & Furberg, A. (2015). Exploring Teacher Intervention in the Intersection of Digital Resources, Peer Collaboration, and Instructional Design. *Science Education*, 99(5), 837-862.
- Sundberg, B., Spante, M., & Stenlund, J. (2012). Disparity in practice: diverse strategies among teachers implementing interactive whiteboards into teaching practice in two Swedish primary schools. *Learning, Media and Technology*, 37(3), 253-270.
- Suthers, D. D. (2006). Technology affordances for intersubjective meaning making: A research agenda for CSCL. *International Journal for Computer-Supported Collaborative Learning* 1(3), 315–337.
- Tang K. Y., Tsai, C. C., & Lin, T. C. (2014). Contemporary intellectual structure of CSCL research (2006–2013): a co-citation network analysis with an education focus. *International Journal of Computer Support Collaborative Learning* 9(3), 335–363.
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229–243.
- Waagene, E., & Gjerustad, C. (2015). *Valg og bruk av læremidler: Innledende analyser av en spørreundersøkelse til lærere* (NIFU Arbeidsnotat 12/2015). Hentet fra <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/297862>
- White T., & Pea, P., (2011). Distributed by Design: On the Promises and Pitfalls of Collaborative Learning with Multiple Representations. *Journal of the Learning Sciences* 20(3), 489-547.
- Wishart, J. (2015). Assimilate or Accommodate? The Need to Rethink Current Use of the Term 'Mobile Learning'. I T. H. Brown & H. J. van der Merwe (Red.), *The Mobile Learning Voyage – From Small Ripples to Massive Open Waters : 14<sup>th</sup> World Conference on Mobile and Contextual Learning, mLearn 2015, Venice, Italy, October 12-24, 2015, Proceedings* (s. 229-238). Cham: Springer International Publishing.
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249-265.
- Wu, W.-H., Jim Wu, Y.-C., Chen, C.-Y., Kao, H.-Y., Lin, C.-H., & Huang, S.-H. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education*, 59(2), 817-827.
- Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Tran, M., Simeoni, Z., & Yukhymenko, M. (2012). Our princess is in another castle: A review of trends in serious gaming for education. *Review of Educational Research* 82(2012), 61–89.