

RAPPORT

Framtidsrettet og pedagogisk bruk av AR-teknologi i grunnskolen

Paolo H. Scarbocci og Morten B. Njå
Universitetet i Stavanger (UiS)



Denne siden er blank med hensikt

Universitetet i Stavanger

NO-4036 STAVANGER

NORWAY

www.uis.no

ISBN 978-82-7644-990-7

Mars 2021

E-post:

paolo.h.scarbocci@uis.no

morten.nja@uis.no

Innholdsfortegnelse

Bakgrunn	5
Innledning	6
Et utfordrende forskningslandskap	7
AR-teknologi og immersjon som inngang til dybdelæring	8
Ludenso Create	10
Metodiske tilnærminger for studien	12
Utvalg	12
Klasseromsobservasjoner	12
Intervjuer	13
Presentasjon av Cases	15
Case 1	15
Case 2	19
Case 3	22
Case 4	24
Case 5	27
Sammendrag og diskusjon	31
Anbefalinger for hvordan AR-teknologi kan brukes pedagogisk i grunnskolen	35
Videre forskningsarbeid på AR-teknologi i grunnskolen	37
Bibliografi	38

Bakgrunn

Kvalifiseringsprosjektet *Framtidsrettet og pedagogisk bruk av AR-teknologi i grunnskolen* er et samarbeid mellom teknologibedriften Ludenso AS og Universitetet i Stavanger (UiS). Forskning peker i stor grad på at denne teknologien kan ha en positiv innvirkning på elevers læring, men ettersom dette er en teknologi med liten fartstid i skolen, er det mangel på kunnskap om hvordan teknologien kan forankres pedagogisk. Vårt samarbeid med Ludenso AS ble etablert gjennom et møte i Didaktisk digitalt verksted (DDV) på UiS høsten 2019. I første omgang var dette et uformelt samarbeid hvor begge parter så at kunnskapsutveksling om pedagogisk bruk av ny teknologi i skolen var av felles interesse. Våren 2020 ble vi enige om å søke midler fra Regionale Forskningsfond Oslo, og i juni ble det klart at vi fikk prosjektmidlene. Oppstartstidspunktet for prosjektet ble satt til september 2020, slik at skolene kunne komme i gang med skoleåret. Bruk av AR-teknologi i skolen er et relativt nytt forskningsfelt i Norge. Gjennom

denne rapporten og kvalifiseringsprosjektet har vi ønsket å rette søkelyset på behovet for mer forskning på sammenhengen mellom bruk av AR-teknologi i skolen og pedagogikk. Det har også vært et mål å skape tettere relasjoner mellom forskningsinstitusjonen UiS, Ludenso og de offentlige grunnskolene som har deltatt i prosjektet. Dette for å legge grunnlaget for et større prosjekt på sikt, og for å fremme forskning som knytter bånd mellom private aktører innen utdanningsteknologi og UiS.

Innledning

AR-teknologi tilbyr virtuelle opplevelser hvor brukerne selv kan designe, produsere og tilføre elementer, men teknologien gjør det også mulig å skape visualiseringer slik at virkeligheten, slik vi kjenner den, og den datasimulerte virkeligheten smelter sammen. AR-teknologien går under betegnelsen *mixed reality*, som på norsk blir oversatt til blandet virkelighet. Dette er en teknologi mange alt er kjent med, selv om begrepet er mindre innarbeidet. I meldingstjenesten Snapchat kan brukeren legge på et ferdigprodusert digitalt filter før man skal ta et bilde av seg selv, for eksempel en katt som sitter på skulderen. Et annet eksempel er appen IKEA Place. Applikasjonen lar deg plassere deres 3D-skalerte virtuelle møbler i ditt eget hjem for å kunne se hvordan møblene vil passe inn, med tanke på størrelse, form og farger. Et tredje eksempel er det interaktive mobilspillet Pokémon Go. Dette er et spill hvor man skal fange virtuelle monstre med smarttelefonen i virkelige og reelle omgivelser. AR-teknologien er slik sett best kjent som et underholdningsfenomen, men denne teknologien har de siste årene vært med på å endre hvordan vi som mennesker kommuniserer med hverandre.

Undervisning med bruk av virtuelle verdener eller andre immersive tredimensjonale miljøer har vært prøvd ut siden 1990-årene (Todd mfl., 2016, s. 107). Ved å ta i bruk immersive virtuelle rom eller verdener simulert i tredimensjonale miljøer kan elever ta del i nye læringsmiljøer, som strekker seg utenfor klasserommet. Immersive teknologier som VR og AR brukes allerede innen læring i høyere utdanning, for eksempel i medisin, havbruk, idrett og i opplæring av forsvarspersonell. AR-teknologi brukes også innen terapi og medisinsk behandling, for eksempel til mental og fysisk trening. Bruk av AR-teknologi i utdanning og skole har et potensial til å bli et fast innslag i fremtidens læringsmiljøer, men det finnes

lite forskning og kunnskap om hvordan teknologien kan brukes pedagogisk til å støtte elevenes undervisning og bidra til læring i grunnskolen.

Hovedmålet med prosjektet har vært å danne et grunnlag for å kunne gi forskningsbaserte råd og retningslinjer for pedagogisk og nyttig bruk av AR-teknologi i undervisningen. Vi har mot dette målet utført en studie hvor vi har undersøkt hvordan lærere i fem klasserom valgte å legge opp sin undervisning når de for første gang fikk ta i bruk AR-teknologi. Prosjektet har hatt to delmål. Det første har vært å teste ulike pedagogiske rammeverk for å lage undervisningsopplegg for 3D-modellering og AR-teknologi på en enkel og verdifull måte. En viktig side ved dette prosjektet har vært å finne ut hvilke skoletrinn teknologien egner seg for, men og hvilke fag og tematisk innhold som kan brukes pedagogisk sammen med AR-teknologien. Dette har blitt vurdert ut fra et lærerperspektiv i utformingen av oppgavetekster og gjennomføring av undervisningen, men og ut ifra et elevperspektiv, hvor vi har observert hvordan de har tatt i bruk teknologien for å løse oppgaven. Det andre delmålet har vært å skape tette relasjoner mellom forskningsinstitusjonen UiS, Ludenso og de offentlige skolene som har deltatt i dette prosjektet, for å legge grunnlaget for et hovedprosjekt. Ludenso har i dette prosjektet vært ansvarlig for å tilrettelegge for bruk av programvaren Ludenso Create på skolene og gi lærerne den nødvendige opplæringen for å kunne ta det i bruk i undervisningen. Universitetet i Stavanger (UiS) har vært ansvarlig for forskningsdesign. Lærerne på skolene har vært ansvarlig for den praktiske gjennomføringen av undervisningen.



AR- og VR-teknologi

AR-teknologi (augmented reality) kan lett blandes sammen med VR-teknologi (virtual reality). VR-teknologien kjennetegnes som en ferdigprodusert datasimulert virkelighet som skal skape en illusjon av å være til stede i noe som er virkelig. I VR kan man gjennom Google Earth gjøre en virtuell reise og besøke bydeler i Santiago i Chile i det ene minuttet før man går videre til Beijing i Kina i det neste. Videre gir immersjonen muligheten for deltakelse i simulasjoner og rollespill. Et eksempel på dette er å delta i virtuelle treningsrom, slik som i FitXR. Dette er en treningssimulator som gir brukerne mulighet for å velge flere typer treningsprogrammer. Med VR-brillene og håndholdte spillkontrollere er det mulig å gjøre fysiske øvelser og trene til svetten renner. Det finnes også muligheter for å være skapende, slik som i programmet Tilt Brush, hvor brukeren kan tegne og male i VR.



ET UTFORDRENDE FORSKNINGSLANDSKAP

Det har vært en økende grad av digitalisering i norsk skole i løpet av det siste tiåret, som i Europa for øvrig. EU-Kommisjonen har i sin handlingsplan for utdanning i de kommende seks årene understreket nødvendigheten av å skape “high-quality, inclusive and accessible digital education in Europe” (Den Europeiske Kommisjon, 2020). Økt satsing på bruk av digital teknologi i undervisningen er en politisk ambisjon som også gjenspeiles i den nasjonale digitaliseringsplanen for grunnskolen (Kunnskapsdepartementet, 2017). Dette kommer også tydelig frem i det nye læreplanverket, hvor det i introduksjonen presiseres at lærerne “skal bruke digitale verktøy, læremidler og ressurser i arbeidet med å videreutvikle og forbedre læringen hos elevene” (Utdanningsdirektoratet, 2020). Dette blir nå koblet sammen med fagspesifikke mål som inneholder digitale ferdigheter. I en tidlig fase av implementeringen av de nye læreplanene og med flere nye digitale teknologier som nå tas i bruk i norske klasserom er det et behov for å kartlegge og belyse hvordan dette skjer i praksis. Politiske målsetninger må følges opp med forskning og undersøkelser på hvordan teknologi brukes pedagogisk. Det ligger et pedagogisk potensial i bruk av AR i skolen, fordi det gir grunnlag for å skape elevaktive læringsformer, men dette må forankres i forskning.

Det høye tempoet i den teknologiske utviklingen gjør at forskere sliter å henge med, med tanke på gjennomføringen av studier og utvikling av forskningsmetoder som kan fange opp teknologiens kjerne. Det kan ta flere år før forskningsresultater foreligger, og innen den tid kan nye teknologier alt ha erstattet den teknologien som ble forsket på. Dette er med på å

forklare hvorfor satsing på digitalisering og bruk av nye digitale teknologier i skolen er omdiskutert, både innen utdanningsforskning, og som en generell diskurs i samfunnet. Det uttrykkes en bekymring for at barn og ungdom blir utsatt for et stort digitalt eksperiment som ikke er forskningsbasert. I et slikt perspektiv betraktes skolen som en arena hvor EdTech-bransjen har overtatt styringen. Skoleeiere og lærere har blitt forledet til å tro at digitalisering skal gi et større læringsutbytte for elevene. Dette blir særlig bekymringsfullt om elevene selv skal definere hva som oppleves som faglig relevant bruk av digital teknologi (Blikstad-Balas mfl., 2020).

En annen utfordring ligger i hvordan digitalisering og digital teknologi forstås, og hvilke slutninger en slik forståelse kan resultere i. Digitalisering og teknologi blir brukt som overgripende begreper uten nyansering av hvilken type teknologi som tas i bruk eller hvordan den pedagogiske bruken av teknologien blir realisert i klasserommet. Det finnes flere studier som fremhever flere negative sider ved bruk av digital teknologi i klasserommet. For eksempel konkluderte en rapport utgitt av den svenske forskergruppen Unos-Uno med at det å gi hver elev en egen pc gir et dårlig læringsutbytte og «de generelle effektene er dessverre som oftest negative» (Grönlund mfl., 2014). Den svenske studien påpekte at det ikke er nok å ta i bruk ny teknologi i klasserommet om ikke pedagogikken og blir endret. På generell basis vil det være mange utfordringer for lærerne når de skal bli mer digitalt kompetente og ta i bruk teknologi i undervisningen, men nettopp derfor kan det være fruktbart å vurdere teknologien mer spesifikt og gå mer i dybden på ulike former for teknologi.

AR-TEKNOLOGI OG IMMERSJON SOM INNGANG TIL DYBDELÆRING

Gjennom immersjon åpner AR-teknologi for flere muligheter i klasserommet. Immersjon henspiller på tredimensjonale opplevelses-teknologier hvor brukerne gjennom briller eller linser med spesielle sensorer kan ta del i eller selv utforme virtuelle objekter og miljøer (Ariso, 2017, s. 277). Immersjon brukes til eksperimentell læring hvor elevene kan utforske steder som ellers ikke er fysisk tilgjengelig. Immersive teknologier kan muliggjøre at elevene blir skapere av innhold og mediering av deres egen interaksjon (Todd mfl., 2016, s. 88). Denne muligheten finnes i programvaren Ludenso Create ved at elevene skaper sine egne objekter og miljøer ved hjelp av felles tegneflate, organisert ved hjelp av gallerier.

I prosjektet har vi vært opptatt av å vurdere hvordan AR-teknologien kan inngå som en del av en aktiv og kreativ læringsprosess, hvor intensjonene i de nye læreplanene og fagfornyelsen (LK20) blir ivaretatt. I en læringskontekst vil bruk av immersive teknologier være godt egnet som utgangspunkt for refleksjon og kritisk tenkning, men teknologien i seg selv vil ikke nødvendigvis være tilstrekkelig. Det er omdiskutert hvordan kritisk tenkning best kan læres i klasserommet, men det er to forutsetninger som må være til stede for at kritisk tenkning skal kunne læres. Det må være et uttalt mål, og læreren må legge til grunn kritisk tenkning som en ferdighet i seg selv og i faget (Bergsjø mfl., 2020, s. 146). Det vil derfor være nødvendig at lærerne i skolen skaper en pedagogikk som ivaretar den kritiske refleksjonen når AR-teknologien brukes som et digitalt verktøy i undervisningen.

Dybdelæring er et annet sentralt begrep i Fagfornyelsen. Ludvigsen-utvalget (NOU 2014: 7) har definert dybdelæring som at elever «gradvis utvikler sin forståelse av begreper og sammenhenger innenfor et fagområde. Det handler også om å forstå temaer og problemstillinger som går på tvers av fag- eller kunnskapsområder». Det presiseres også at «dybdelæring innebærer at elevene bruker sin evne til å analysere, løse problemer og reflektere over egen læring til å konstruere en varig forståelse (s. 35)». Gilje, Landfald og Ludvigsen (2019) forklarer at dybdelæring handler om å utvikle forståelsen av begreper og sammenhenger, og henviser til forskning som viser at elever som har en dyp forståelse for fagets kjerneelementer, kan dra nytte av denne forståelsen i andre, ukjente situasjoner. Videre er metakognisjon sentralt for dybdelæring. Dette kan forklares som kompetanse i det å være bevisst, kritisk og reflektert rundt egen tilegnelse av kunnskap og ferdigheter (NOU 2015: 8, s. 27). Begrepet dybdelæring viser både til læreprosessen og til resultatet av læring i form av økt forståelse for faglig kunnskap (Danielsen, 2020, s. 170).

Parallelt med fagfornyelsen og innføringen av nye læreplaner har lærerrollen blitt utfordret. Utdanningsdirektoratet har utviklet et rammeverk for profesjonsfaglig digital kompetanse (PfdK). Det pågår for tiden en dyptgripende endring i hele utdanningssektoren hvor teknologisentrerte praksiser har begynt å vokse frem. Det stilles nye forventninger til lærerprofesjonen og lærerarbeidet. En profesjonsfaglig digitalt kompetent lærer skal utnytte samspillet mellom teknologi, pedagogikk og faglig kunnskap.

Dybdelæringsbegrepet kan forstås ut fra to ulike læringsstrategier: overflatelæring (*surface level processing*) og dybdelæring (*deep level processing*). I overflatelæring

er det viktigste å huske kunnskapen, uten å se denne i en dypere sammenheng. I dybdelæring er nettopp det å bygge forståelse og kunne se kunnskapstilegnelsen som en del av en faglig sammenheng sentralt. En forutsetning for dybdelæring er at elevene først får et kunnskapsgrunnlag gjennom overflatelæring. Elevene trenger å tilegne seg noen grunnleggende begreper, prinsipper og fakta først, før de kan starte fordypningen. For å kunne bevege seg i retning av dybdelæringen må elevene organisere, skape sammenheng, samarbeide med andre og reflektere over det de har lært på det første nivået. Denne kunnskapen må så på et tredje nivå overføres (*transfer skills*) til et metakognitivt nivå ved at elevene formulerer sine egne spørsmål og skaper seg en forståelse av hvordan de skal gå videre. På denne måten vil elevene kunne regulere sin egen læring. Dette er ikke en modell over ulike stadier, men representerer en organisk arbeidsmåte hvor elevene beveger seg mellom de tre ulike nivåene. Overflatelæring har altså en verdi og er viktig, fordi det er vanskelig for elevene å utvikle dybdelæring og *transfer skills* uten overflatelæring. På det metakognitive nivået vil elevene lese på tvers av dokumenter og tekster, diskutere dem, stille seg kritisk til dem og være problemløsende. Elevene blir selvrefleksive og overvåker sin egen læring ved å være kritisk undersøkende, men også ved å vurdere sin egen læring og læringsprogresjon (Frey, Fisher & Hattie, 2016, ss. 567-574).

Et konstruktivistisk syn på læring er også relevant for å forklare hvordan bruk av AR-teknologi fører til læring. Dette perspektivet ser læring ut fra en forståelse hvor mennesker konstruerer nye ideer, skaper ny mening og oppnår ny forståelse i aktivt samspill med verden og hverandre. I denne oppfatningen av læring er forståelse, kritisk tenkning og refleksjon sentrale former for

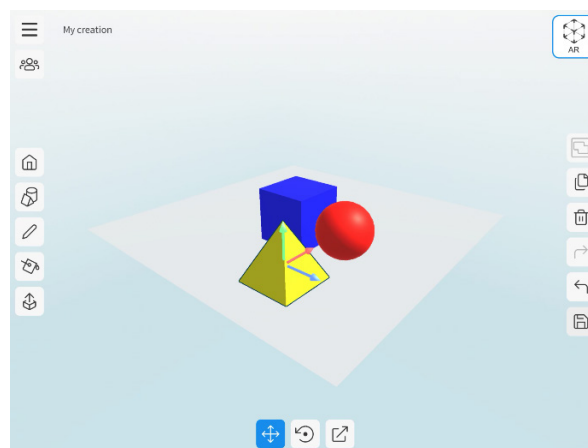
tenkning som inngår i selve læringsprosessen. Denne forståelsen legger til grunn en aktiv elevrolle som gir bedre muligheter for dybdelæring (Danielsen, 2020, s. 304).

I vår studie har det vært viktig å observere hvordan elevene tilegner seg forståelse om AR-teknologien, men også hvordan arbeidsprosessene med bruk av denne og andre teknologier bidrar til en faglig forståelse hos elevene. AR-teknologien vil ofte inngå som en av flere digitale komponenter i undervisningen, men i en pedagogisk tilrettelegging vil lærerne også anvende overflatelæring i starten av en arbeidsprosess.

Utvikling av dype læringsprosesser i et klasserom har mange ulike aspekter, men en viktig side kan være å utvide klasserommet eller 'ferne veggene', slik at det blir tydelige forbindelser til den virkelige verden. Læring utformes ikke tilfeldig, men er basert på relevans og mening. Dette er et av kjennetegnene ved klasserom som innehar dybdelæring. Den digitale verden har muliggjort at lærere og elever kan koble seg til et større publikum utenfor skolens grenser, altså et globalt publikum (Fullan mfl., 2020, s. 116-120). Bruk av AR-teknologi i samspill med kommunikasjonsteknologier kan legge til rette for undervisningsopplegg hvor lærere samarbeider på tvers av skoler og hvor elever sammen kan utforske, samarbeide og være skapende. På denne måten kan pedagogikken tilføres et større handlingsrom og legge grunnlaget for nye undervisningsmetoder.

LUSENSO CREATE

Programvaren Ludenso Create kan beskrives som et modelleringsverktøy hvor elevene kan være utforskende og skapende gjennom 3D-modellering. Ved å plassere ut geometriske figurer som kan skaleres og formes vil elevene kunne designe ønskede objekter på et digitalt tegnebrett (Figur 1). Dette brettet danner utgangspunktet for det som oppleves i AR-brillene.



Figur 1. Tegnebrettet i Ludenso Create.

Tegnebrettet i Ludenso Create utgjør 15 x 15 meter. Elevene kan dimensjonere høyden på figurene ut ifra en menneskelig figur som har en høyde på to meter. Denne er plassert nederst til høyre på tegnebrettet. Programvaren gir læreren anledning til å opprette gallerier for å gruppere elever. Hensikten med galleriene er å gi elever anledning til å designe sine objekter på sitt eget brett, til et felles tegnebrett som læreren



Figur 2. Tegnebrettet med gallerikode øverst til venstre og AR-ikonet øverst til høyre.

kan vise elevene i sanntid fra sin bruker, samtidig som elevene utvikler hvert sitt objekt (Figur 2). På denne måten kan elevene bygge opp mange ulike objekter sammen på et felles tegnebrett, men de kan ikke samskape på samme objekt.

Lærerne kan legge opp til undervisningsprosjekter hvor elevene bygger opp større arealer med mange objekter, for eksempel en vikinggård eller et eget univers med egenutviklede spillfigurer. For å oppleve de tredimensjonale figurene som blir skapt til AR brukes en smarttelefon som legges inni AR-brillene. Betaversjonen som ble brukt i prosjektet var foreløpig kun kompatibel med iPhone fra Apple. I overføringen av dataene i Ludenso Create fra elevenes digitale enheter (Chromebook) og til smarttelefon (iPhone), ble det brukt en egen applikasjon i telefonen, som synkroniserte dataene slik at det var mulig å velge et eget AR-modus for fremvisning. Det var også mulig å bruke nettbrett (iPad fra Apple). Også denne applikasjonen var i en foreløpig betautgave.

Metodiske tilnæringer for studien

Grunnlaget for denne rapporten er en kvalitativ studie med klasseromsobservasjoner og intervjuer av lærere og elever som har deltatt i AR-prosjektet. Det har videre vært viktig å anvende en metode som ga en grad av fleksibilitet og tilpasningsmuligheter i forskningsprosessen. En designbasert forskningsmetode (DBR) er velegnet for å skape innovasjon i pedagogisk praksis, fordi det innebærer at lærere er involverte i å designe og introdusere læringsaktivitetene (Sandoval & Bell, 2004). Skolene, lærerne og elevene har underveis i forskningsprosjektet gitt muntlige innspill på tekniske utfordringer med Ludenso. Fra et produktutviklingssynspunkt er dette viktig, særlig siden det ble brukt en betaversjon av programvaren og applikasjonen på smarttelefonene. De tekniske utfordringene har blitt vurdert i vårt feltarbeid, men vårt hovedfokus har vært å innhente kunnskap og forståelse for hvordan AR-teknologien kan anvendes og kontekstualiseres innenfor en pedagogisk ramme.

UTVALG

Vi har fulgt fem klasser fordelt på fire skoler. I utvelgelsen av skoler og klasser kontaktet vi kommuner og skoleeiere som deltar i partnerskap med UiS i en desentralisert ordning for kompetanseutvikling i skolen (Kunnskapsdepartementet 2016-2017). I denne typen partnerskap vil det å få ny kunnskap om pedagogisk praksis være viktig for å kunne ivareta en forskningsbasert kompetanseutvikling i skolen. AR-prosjektet ble dermed en naturlig del og videreføring av et slikt samarbeid. Skolene som deltok i prosjektet ble valgt ut av av skoleledere i kommunene, i samråd med rektorene på skolene. Rektorene valgte deretter ut hvilke lærere og klassetrinn de ønsket skulle være med. I alt deltok i alt 106 elever i prosjektet. Med noen få unntak deltok alle elevene i

hver klasse. Det deltok 7 lærere, men noen av skolene hadde og med en støttelærer. I en av casene var avdelingsleder litt med for å følge opp elevene på de tekniske utfordringene. I tillegg var rektor på to av skolene tidvis inne i klasserommet for å observere litt.

Alle skolene brukte Chromebook som en-til-en-løsning for elevene. Dette er en datamaskin med skybasert løsning og med et økosystem hvor Google er involvert i hele kjeden. For skolene var det avgjørende at 3D-modelleringsprogrammet Ludenso Create var kompatibelt med Chromebook for å kunne delta i prosjektet. For å ivareta elevenes personvern og datasikkerheten i prosjektet brukte elevene FEIDE-pålogging. Dette er en tjeneste og nasjonal løsning for enhetlig identitetsforvaltning i norsk utdanningssektor.

KLASSEROMS-OBSERVASJONER

Vi har vært to forskere fra UiS som har gjennomført observasjonene og koordinert våre feltnotater for å danne oss et best mulig bilde av praksisfeltet. Observasjonene er i stor grad forankret i et sosiokulturelt læringsperspektiv som vektlegger sosiale og kulturelle faktorer for elevenes læring, hvor språk og sosial samhandling er sentrale for menneskets læring (Danielsen, 2020, s. 98). Vi har også observert hvordan den enkelte elev har bygget sine virtuelle AR-objekter. Med utgangspunkt i dybdelæringsbegrepet har vi også observert hvordan lærerne pedagogisk har valgt å tilrettelegge undervisningen, i tillegg til samspillet og relasjonene mellom lærer-elev og elev-elev. Bruk av en relativt ukjent og ny teknologi i skolen vil kunne ha innflytelse på læringsmiljøet og hvordan elevene lærer i samspill med hverandre. Vi har derfor og observert i hvilken grad og på hvilken måte elevene samarbeider i utviklingen av sine 3D-modeller, men også

sett på hvordan lærerne har bidratt inn i elevenes læringsprosess. Teknologistøttet undervisning er med på å endre både elev- og lærerrollen i norsk skole. Teknologi brukes allerede som et inkluderingsverktøy i skolen for elever med lese- og skrivevansker, men immersive teknologier har foreløpig i liten grad blitt tatt i bruk.

Vi har i våre observasjoner vekslet mellom vårt rammeverk for observasjon av teknologibruken i undervisningen, og samtidig vært åpne for andre og nye forhold som har dukket opp i feltarbeidet. Undervisningen har i sin helhet vært styrt av lærerne. Vi har som forskere ikke grepet inn i undervisningsoppleggene, men vi måtte assistere lærerne i gjennomføringen av visning i AR-brillene. Vi så at lærerne hadde behov for teknisk støtte for å opprette visningen på smarttelefonene.

Den første undervisningsøkten i hver case ble filmet, slik at vi kunne studere nærmere hvordan elevene brukte programvaren og på hvilke måter de samarbeidet for å løse oppgavene. Didaktisk digitalt verksted (DDV) har et godt og nært samarbeid med NettOp – avdeling for utvikling av digitale læringsmidler ved UiS. NettOp har solid kompetanse på utvikling av digitale læremidler og nettbasert utdanning, men også det å bistå med innsamling av data i forskningsprosjekter. Alle filmopptak, lydopptak og data fra vår studie har blitt lagret hos Tjenester for Sensitive Data (TSD), som oppfyller alle lovmessige krav til personvern og forsvarlig lagring av data.

I observasjonene har vi sett på hvordan lærerne har valgt å designe et undervisningsopplegg med bruk av AR-teknologi. Vi har fulgt arbeidsprosessen til elevene ved å observere dem i klasserommet, men også når de har tatt i bruk AR-brillene utenfor klasserommet. For å kunne oppleve

AR-teknologien på en hensiktsmessig måte kreves det ofte et større friareal å bevege seg på. Et vanlig klasserom vil vanligvis være dårlig egnet til dette. Det å ha på seg AR-briller vil gjøre at man mister oversikt over de fysiske omgivelsene. De digitale objektene endrer også hvordan man ser og oppfatter omgivelsene. Alle skolene som deltok i dette prosjektet hadde tilgang til fotballbane med kunstgressdekke i sitt nærområde. Dette ble brukt til AR-opplevelsen med bruk av MagiMask-briller. Observasjonene har blitt notert ned som feltnotater i et skjema som har blitt brukt på samme måte i hver case (rammeverk). Aktivitetene i klasserommet ble beskrevet kronologisk for hver enkelt undervisningsøkt, fra den startet til den ble avsluttet. I teknologisentrerte praksiser kan læreren gjøre ulike valg av formell eller uformell karakter, noe vi ønsket å være oppmerksomme på i våre observasjoner for å gi et best mulig bilde av praksisfeltet.

INTERVJUER

Vi har intervjuet elevene i grupper på 3-4 elever. I hver case intervjuet vi omkring tolv elever. I intervjuene med lærerne valgte vi en åpen og semistrukturert tilnærming for å prøve å forstå hvordan lærerne valgte å gå frem i utviklingen av oppgavetekstene, i valg av kompetansemål, i forståelsen av AR-teknologi og de pedagogiske valgene som ble gjort i undervisningsøktene. Innenfor den fortolkende tradisjonen er forskerne opptatt av å forstå personenes handlinger på forskningsstedet og intervjuene fortøner seg som jevnbyrdige samtaler (Postholm, 2017, s. 75).

Intervjuene ble gjennomført etter at undervisningsoppleggene på alle skolene var fullført. Tidspunktet for intervjuene var avtalt med lærerne i forkant. I intervjuene

ønsket vi å gi lærere og elever anledning til å komme med egne refleksjoner og synspunkt på hvordan de hadde opplevd AR-prosjektet. På en annen side hadde vi som forskere satt opp spørsmål som alle som deltok fikk for å kunne trekke ut mulige fellesnevner og trekk som gikk igjen. Alle intervjuene ble transkribert for å gi mer oversikt over samtalen. I gruppeintervjuene av elevene var målet å få elevene til å beskrive med egne ord hvordan de gikk frem for å løse oppgaven de hadde fått. I intervjuet med lærerne var det viktig å få frem hvordan de hadde vurdert bruk av AR-teknologi og gitt det en faglig og pedagogisk forankring i lys av de nye læreplanene. Alle intervjuobjektene har blitt anonymiserte og innsamlede data kan ikke knyttes til bestemte personer og deres identitet.

I intervjuene av elevene tok vi utgangspunkt i en intervjuguide som vi hadde satt opp på forhånd, men selve intervjuene ble gjennomført som jevnbyrdige samtaler hvor vi lot elevene snakke mest mulig fritt. Spørsmålene fra intervjuguiden ble ikke fulgt helt stringent fra spørsmål til spørsmål. Intervjuene ble delvis improvisert og fulgt opp av oppfølgingsspørsmål underveis. Semistrukturerte intervju som datainnsamlingsstrategi i en kvalitativ studie krever en grad av fleksibilitet og åpenhet for å gjøre tilpasninger underveis ut fra hva som har blitt observert. Det vil foregå en stadig interaksjon mellom de ulike databitene som samles inn og dette vil også påvirke hvordan spørsmålsstillingen blir i et intervju (Postholm, 2017, s. 77). I en kvalitativ studie vil det være naturlig å gå dypere inn på interessante momenter fra observasjonene og la intervjuobjektene få gi begrunnelser på deres synspunkter.

Vi utviklet også en egen intervjuguide til lærerne i forkant. Gjennomføringen av disse ble i større grad dialogbaserte enn i intervjuene med elevene, og vi tok mer utgangspunkt i konkrete observasjoner vi hadde gjort underveis. Det var viktig for oss at lærerne fikk reflektere over hvilke erfaringer de hadde gjort seg etter at prosjektet var blitt gjennomført. Vi ønsket at lærerne skulle fortelle om deres opplevelser i det å delta i prosjektet og å knytte disse opp mot tanker om hvordan AR-teknologien kan brukes på en pedagogisk måte i grunnskolen.

Presentasjon av Cases

CASE 1

Den første casen vi fulgte var en 6. klasse med 15 elever. Undervisningsopplegget inngikk i IKT-fag som skolen midlertidig hadde opprettet for å gi elevene opplæring i bruk av Chromebook og lisensiert programvare. Skoleledelsen ønsket at elevene skulle bli trygge på bruk av ny teknologi. Dette faget hadde to skoletimer i uken. Forut for vår første observasjon hadde læreren hatt en skoletime hvor elevene fikk teste ut programvaren for å sikre at alle hadde tilgang til programvaren og hadde klart å logge seg på. Målet med prosjektet for læreren var at elevene til slutt skulle få oppleve et samlet univers av videospillfigurer i AR, slik at elevene kunne gå rundt og se på hverandres konstruksjoner.

Læreren hadde satt digitale ferdigheter som grunnleggende mål for undervisningsopplegget. Disse ferdighetene var inndelt i tre ulike nivåer. Det første nivået var å produsere og bearbeide ved å lage enkle digitale produkter. Det andre nivået var å eksperimentere med tekst, illustrasjoner, bilder og lyd. Det tredje nivået var satt opp som et ekstra mål, 'eventuelt' og gikk ut på å bruke digitale ressurser til å lage modeller

av produkter. Selv om dette var en 6. klasse, trakk læreren inn aktuelle kompetansemål fra 7. trinn og 10. trinn i Kunst og håndverk. Hensikten var å innpasse kompetansemål som presiserte designspesifikke elementer som samsvarte med oppgaven og mulighetene i Ludenso Create.

Læreren hadde strukturert undervisningsopplegget i tre deler. Den første delen hadde som mål å la elevene bli kjent med Ludenso Create. Læreren innledet timen med å vise en introduksjonsvideo om AR, programvaren og Ludenso. Dette fulgte læreren opp med å gi en kort innledning om bruk av Ludenso Create. Læreren presenterte tre sentrale funksjoner: hjemknappen, figur/kubeknappen med de geometriske figurene og fargeknappen med fargepaletten. Ut fra dette modellerte læreren hvordan kuber i programvaren kan plasseres, roteres og skaleres og påpekte at lagreknappen var viktig ettersom programvaren foreløpig ikke hadde autolagring. Læreren viste deretter elevene flere muligheter i programvaren, som hvordan elevene kunne endre størrelsen på blokkene og hvordan de kunne kopiere blokker som allerede var laget. Som en del av innledningen, viste læreren frem et lite hus bygget med legoklosser og forklarte at elevene

Tabell 1: Oversikt over undervisningsopplegg (Case 1)

Skole	Klassetrinn	Kort oppgavebeskrivelse	Varighet/ramme
E1	6. trinn	Enkel legofigur (imitere hus)	1 skoletime
15 elever. Elevene satt gruppevis; 3-5 elever per bord.		Pixelart (valgfri figur)	1 skoletime
		Pixelart-galleri	1 skoletime
Kompetansemål <u>Kunst og håndverk (7. trinn)</u> bruke digitale verktøy til å planlegge og presentere prosesser og produkter tegne form, flate og rom ved hjelp av virkemidler som kontraster, skygge, proporsjoner og perspektiv <u>Kunst og håndverk (10. trinn)</u> visualisere form ved hjelp av frihåndstegninger, arbeidstegninger, modeller og digitale verktøy			

skulle bygge dette huset i Ludenso Create (Figur 3). Læreren hadde også tatt bildet av legomodellen og gjort den tilgjengelig i Google Classroom. Tegnebrettet i Ludenso Create er 15 x 15 meter, men læreren ba elevene om å bygge 20 meter x 1 meter x 20 meter, noe som tydet på at læreren ikke var klar over den arealmessige begrensningen.



Figur 3. Legomodell som læreren viste til elevene.

Elevene jobbet i en klokke time med byggingen av legohuset i Ludenso Create. Læreren gikk rundt i klasserommet, ga støtte og veiledning, og sikret at alle elevene behersket 3D-modelleringen. Innen et kvarter hadde alle elevene kommet godt i gang med byggingen. Flere elever spurte om de kunne velge andre farger og bygge huset litt større, noe læreren aksepterte. På denne måten var legohuset en modell elevene kunne ta utgangspunkt i, men elevene trengte altså ikke å skape en identisk imitasjon av huset. Denne presiseringen gjorde oppgaven mer fleksibel, slik at den enkelte elev kunne tilpasse modellen til sitt eget ferdighetsnivå. Det var også en elev som spurte om han kunne bygge noe annet enn dette huset, noe lærer ga tillatelse til.

Den siste halvtimen gjorde læreren et skifte ved å introdusere del to av oppgaven, hvor elevene skulle bygge en spillfigur i pixelart. Dette er en bestemt kunststil som kan knyttes video- og dataspillbransjen. Igjen hadde læreren modellert og bygget en figur på forhånd, denne gang spillfiguren Super Mario. Videospillfiguren Mario er en referanse dagens barn og unge kjenner godt til. Dette er merkevare som har vært verdensledende innen videospill i mange tiår og fortsatt er det den dag i dag.

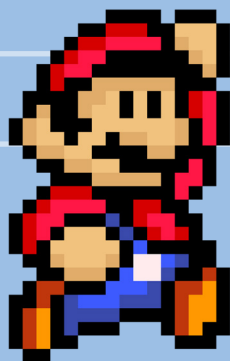
Vi oppfattet at læreren mer eller mindre tok for gitt at elevene forstod referansen. Læreren presiserte for elevene at de skulle konstruere en spillfigur ved hjelp av kvadratiske ruter eller blokker i Ludenso Create. På samme måte som elevene hadde bygget et legohus skulle elevene nå bygge sin egen videospillfigur.

Som en tredje oppgave skulle elevene utvikle sitt eget univers av spillfigurer. Elevene kunne enten velge figurer læreren hadde valgt ut i forkant, eller selv søke etter spillfigurer på søkemotoren til Google, altså finne en valgfri 8-bit spillfigur. Læreren ga beskjed til elevene at de kun fikk tre minutter på å finne frem til sin egen figur. I starten av arbeidsprosessen med å konstruere sin egen spillfigur delte læreren ut ark og fargeblyanter til hver enkelt elev (Figur 4). Elevene skulle bruke dette til å tegne spillfiguren for hånd, samtidig som de bygget figuren i Ludenso Create. Overføringen fra en todimensjonal tegning til et tredimensjonalt objekt gikk greit for de fleste, selv om det for noen elever var utfordrende å koordinere plasseringen av klossene i Ludenso Create.



Pixelart

Alt vi ser på en dataskjerm, nettbrett eller på smarttelefonen består av mange piksler. Pikelkunst eller pixelart er en digital kunstform hvor det lages bakgrunner, figurer og tredimensjonale (3-D) effekter med en begrenset fargepalett, ofte bare to farger. En piksel utgjør en datastyrt prikk av farge. Den er inspirert av grafikk fra 8- eller 16-bit datamaskiner eller videokonsoller fra 1980-tallet, slik som Nintendo og Sega, men også dataspill som Pac-Man og Space-invaders.



Figur 4. En elev kopierer en pixelart-figur fra nettet ned på papir.

Vi merket oss i observasjonene at elevene brukte berøringsskjermen på sin digitale enhet til å skalere objektene fremfor å bruke datamus. Elevene vekslet mellom å bruke Google Classroom, søkemotoren i Google og Ludenso Create. Elevene var teknisk sett veldig fortrolige med hvordan de skulle manøvrere og veksle mellom disse tre. I den grad elevene trengte støtte fra læreren så vi at det i første rekke var en stor utfordring for elevene å få ønsket lengde på objektene. Læreren introduserte ikke elevene for mulighetene for kopiering, gruppering eller ekstrudering, noe som gjorde at veldig få elever oppdaget disse mulighetene. Siden elevene ikke brukte kopiering fikk elevene flere utfordringer med å designe ønsket høyde og tykkelse, noe som medførte at elevene ble sittende lenge med å fargelegge hvert enkelt objekt. Vi observerte at elevene interagererte med hverandre for å løse tekniske utfordringer når læreren ble stående for å hjelpe en elev over et lengre tidsrom, men også for å gi hverandre konkrete tips til hvordan å konstruere legohuset og pixelart-figuren. Læreren brukte smartboard til å vise programvaren og tegnebrettet, men brukte i liten grad muligheten for fellesvisning fra elevenes tegnebrett. Dette så vi hadde en stor pedagogisk verdi på andre skoler og i andre klasser i vår studie.

I den andre undervisningsøkten startet elevene opp med å ferdigstille pixelart-figurene. Elevene som var ferdig fikk muligheten til å gå ut på fotballbanen for å oppleve pixelart-galleriet i AR-brillene, men gjennomføringen av dette var utfordrende med tanke på at det kun var en lærer til stede. Læreren ønsket ikke å splitte klassen i to, og la den ene halvdel sitte alene inne i klasserommet. En annen utfordring for gjennomføringen var mangelen på tilgjengelige smarttelefoner på skolen. For å kunne gjennomføre sekvenser med bruk av AR-briller måtte UiS bidra med smarttelefoner for å støtte skolene og lærerne.

Det var også utfordringer med tilgang til trådløst nettverk. Læreren ble med elevene ut, og måtte stå tett inn mot skolebygningen for å kunne laste inn galleriet. Vi så også at påloggingssystemet til Ludenso Create kan være sårbart. Læreren delte også ut feil gallerikode, noe som medførte at enkelte elever gikk inn i et ukjent galleri på annen skole. Læreren var i stand til å tilpasse seg i situasjonen og kom opp med en løsning på sparket, slik at den rette gallerikoden ble tastet inn. Dette var ett av flere eksempler systemtekniske utfordringer som Ludenso fikk høstet erfaring fra med dette prosjektet.

Elevene som deltok i denne klassen ga en veldig positiv respons på prosjektet. I vår intervjusekvens med den første gruppen i etterkant registrerte vi varianter av utsagnet gøy tolv ganger. De opplevde programvaren Ludenso Create som litt vanskelig i starten, fordi kubene og de geometriske figurene som de designet ikke plasserte seg tett inntil hverandre. Elevene mente at 3D-modellering og AR-teknologi passet best til IKT, men gjorde og en faglig kobling mellom IKT og kunst og håndverk. I tillegg ble også samfunnsfag og naturfag nevnt som egnede fag for bruk av denne teknologien. Elevene var veldig samstemte på dette i alle de tre

intervjugruppene. For å forklare AR som teknologi brukte flere av elevene PokemonGo og Minecraft som referanse, men de sammenlignet også teknologien med VR og 3D-printing for å forklare hva de hadde lært.

Læreren hadde opprinnelig tenkt at elevene skulle designe dinosaurer, fordi elevene jobbet i samme tidsrom med temaet 'Utdødde dyr'. I tillegg hadde læreren erfaringer med bruk av Google ClassVR, hvor elevene kunne utforske og undersøke dinosaurer og andre utdødde dyrearter på en helt annen måte enn gjennom bilder. Læreren valgte likevel å endre innfallsvinkel til bruk av pixelart fordi programvaren brukte geometriske figurer som byggeklosser. Læreren bemerket at AR-teknologien gir spesielt gode muligheter for å designe og modellere noe som ikke finnes eller noe man ikke har tilgang til. Dette kunne for eksempel gjøres i naturfag. På samme måte som elevene gjorde en kobling til PokemonGo og Minecraft ble dette også nevnt av læreren, men poengterte at dette fungerte som en type forkunnskap som lærere kan dra fordeler av ved bruk av AR-teknologi i skolen. Et viktig poeng for læreren var at AR-teknologien kan engasjere elevene og gir dem mulighet for å være skapende i tråd med det nye læreplanverket.

«Jeg synes jo sånt er kjekt. Jeg ser elevene har masse glede av det, og det er en veldig variert arbeidsmetode, noe de egentlig ikke er vant med, tror jeg, og som de ikke får på andre måter. Det er veldig engasjerende. Det er jo noe de skaper, og jeg føler er veldig i tråd med den nye læreplanen.» (Lærer 1, C1)

CASE 2

I vår andre case fulgte vi en klasse på 7. trinn med 20 elever. I denne klassen hadde elevene to lærere, hvor den ene hadde et hovedansvar for undervisningsopplegget og den andre fungerte i rollen som en støttelærer.

I forkant av undervisningsopplegget og våre observasjoner hadde lærerne gitt elevene anledning til å teste ut Ludenso Create og la elevene bli kjente med den tekniske strukturen i programvaren. Opprinnelig hadde lærerne utviklet et undervisningsopplegg som skulle være en del av et prosjekt om skolens uteområde, som hadde tittelen 'Den hemmelige skolehagen'. Dette valgte lærerne å forkaste. De endret oppgaveteksten til å handle om magiske dyr. Lærerne hadde valgt ut kompetansemål fra de tre fagene, naturfag, kunst og håndverk og matematikk til den opprinnelige oppgaveteksten og videreførte de samme målene i den reviderte og nye oppgaveteksten.

Den nye oppgaven tok utgangspunkt i Roald Dahls barnebok *Georgs magiske medisin*. Hovedlæreren startet med å lese et utdrag fra boken om hvordan Georg gir medisin til bestemor og dyrene. Dyrene blir større, forandrer utseende og får spesielle evner.

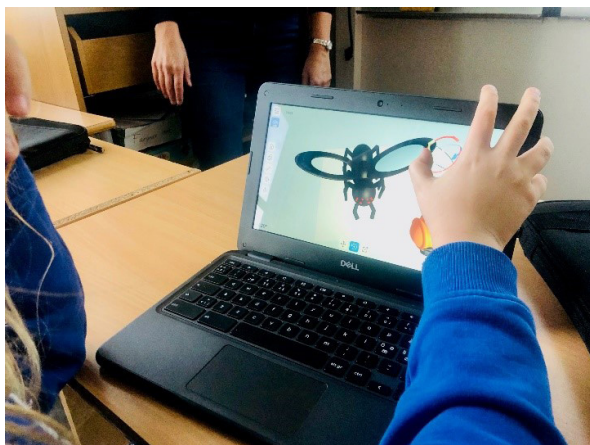
Læreren forklarte elevene at utdraget var et bilde på at vi i Norge i fremtiden trenger kreative mennesker for å finne opp nye medisiner, og at dette prosjektet skulle være med på å fremme elevenes kreativitet. Så introduserte læreren programvaren og poengterte at oppgaven for elevene var å designe et magisk dyr som er større enn det de faktisk er i virkeligheten. Læreren valgte å bruke edderkopp som eksempel, med begrunnelse om at læreren selv mente de var ekle. AR-teknologien kunne brukes til å forsterke den ekle følelsen. Samtidig knyttet læreren oppgaveteksten til allehelgensaften/Halloween, fordi undervisningsopplegget ble gjennomført i samme tidsrom.

Etter den innholdsmessige orienteringen introduserte læreren Ludenso Create. Læreren viste på sin smarttavle hvordan kuber kan plasseres ut, og poengterte at mannen nede i høyre hjørne på tegnebrettet har en høyde på to meter, slik at elevene hadde et mål å dimensjonere ut fra. Læreren demonstrerte også hvordan kubene på tegnebrettet kunne flyttes og skaleres før elevene fikk starte å designe på sine digitale enheter. Også på denne skolen hadde hver elev sin egen Chromebook.

Tabell 2: Oversikt over undervisningsopplegg (Case 2)

Skole	Klassetrinn	Kort oppgavebeskrivelse	Varighet/ramme
E2	7. trinn	Magiske dyr - Kreativ modellering, bygging av fantasidyr	3-4 skoletimer
20 elever. Elevene satt parvis.			
<p>Kompetansemål</p> <p><u>Naturfag</u> reflektere over hvordan teknologi kan løse utfordringer, skape muligheter og føre til dilemmaer</p> <p><u>Kunst og håndverk</u> bruke digitale verktøy til å planlegge og presentere prosesser og produkter designer og lage en utstilling som viser fram prosess og produkt</p> <p><u>Matematikk</u> utforske mål for areal og volum i praktiske situasjoner og representere de på ulike måter</p>			

Begge lærerne gikk rundt i klasserommet for å se til at elevene klarte å logge seg på og komme i gang. De skrev opp gallerikoder på vanlig tavle. Vi observerte at flere av elevene var usikre på hvordan de skulle klare å designe dyr når programvaren bestod av geometriske figurer. Det ble en del uro og høylytt snakking blant elevene, men etter hvert så vi at elevene snudde skjermene til hverandre for å vise hvordan de hadde valgt å starte opp. Her så vi at elevene kommenterte hverandres dyr og ga tips til både design og teknisk bruk av programvaren. En interessant observasjon vi gjorde var at de elevene som skalerte ned kubene til mindre enheter bygget mer dynamiske figurer. Dette ble tatt opp av lærerne ved å bruke fellesvisning av tegnebrettet på deres smartboard. Hovedlæreren startet den andre undervisningsøkten med felles dialog med elevene om hvilke løsninger de hadde valgt og hva de eventuelt ville gjort annerledes.



Figur 5. Elev designer fantasidyr i Ludenso Create og bruker touch screen i arbeidet.

En annen interessant observasjonen vi gjorde oss i denne sekvensen av undervisningen var at elevene spurte om de kunne tilføre de magiske dyrene et miljø og omgivelser, fortrinnsvis Halloween. Også på denne skolen var alle elevene fortrolige med bruk av berørings skjerm, men en av elevene hadde

med sin egen digitale penn til å manøvrere på tegnebrettet. Det var vanskelig å observere om dette ga eleven noen fortrinn i forhold til sine medelever.

I vår andre observasjon i klassen skulle elevene bruke AR-brillene for å oppleve de magiske dyrene i skolens egne omgivelser. Elevene fikk først i oppgave å slutføre sine produksjoner og ble så delt inn gruppevis. Skolen hadde et stort uteområde og hadde tilgang til en stor fotballbane med kunstgressdekke. Dette ga elevene mulighet for å gå uforstyrret rundt på banen for å utforske alle dyrene inn i AR-brillene (Figur 6).



Figur 6. Galleri av fantasidyr sett gjennom AR-brillene.

Elevene som ikke var ute, fikk en prøvesmak i klasserommet ved at læreren viste AR-teknologien på et nettbrett som skolen hadde tilgjengelig. Med et begrenset antall AR-briller ble det også her en utfordring når elevene måtte vente på sin tur til å ta på AR-brillene. Det ble ekstra mye venting fordi det tidvis regnet kraftig, men vi så en stor fordel når det er to lærere som følger opp klassen. Ved å ha en lærer inne i klasserommet og en lærer ute vil det være mulig å følge opp alle elevene, men både representanten fra Ludenso og vi som forskere måtte assistere læreren som var ute på det tekniske. Vi så tydelig hvordan en slik sekvens i undervisningen blir sårbar dersom ikke læreren besitter nødvendig teknisk kompetanse. Det kom og tydelig frem at det

er en forutsetning at skolene har tilgang på en del smarttelefoner av nyere dato, som er AR-kompatible og batterikapasiteten må være god. Dersom temperaturen utendørs er lav, vil batteriet i telefonen raskt gå tomt for strøm. I våre filmopptak har vi sett at samtlige elever hadde et stort engasjement i denne fasen av undervisningsopplegget, til tross for venting og dårlig vær. De lot seg begeistre av elevene som hadde på AR-brillene. Dialogene om hva de opplevde bidro til at elevene som ventet gledet seg til det ble deres tur. En annen forklaring på dette var at dyrene i mindre grad enn bygninger og hus trenger å være festet til bakkenivået for å skape en troverdig optisk illusjon. Dyrene var og designet for å være store, noe som gjorde at for eksempel en edderkopp kunne oppleves som ekstra skremmende. På en annen side trengte ikke dyrene være designet realistisk. Oppgaveteksten la opp til å skape fantasidyr i alle former og farger. Elevene hadde mange refleksjoner og tanker om fantasidyrene de designet, men et fellestrekk var at de likte å kunne prøve seg fram og å være kreative. De understreket at det å få lov til å bruke fantasien var det som motiverte dem, men selve AR-opplevelsen var det de likte best, fordi de kunne se og oppleve figurene sine i virkelige omgivelser.

«Jeg synes det var skummelt. Det var så stort. Jeg gikk under hodet på en edderkopp. Jeg er så livredd edderkopper, så i full panikk la jeg meg ned på bakken.» (G3 Elev2, C2)

Flere av elevene var bevisste på hvordan modelleringen i Ludenso Create hadde paralleller til 3D-printing, i tillegg til at de kunne forklare AR-teknologien ved å sammenligne den med PokemonGo og Minecraft. De poengterte at det å gi oppgaveteksten et tema kunne gi dem flere muligheter til å være kreative. Halloween ble brukt som eksempel. Selv om lærerne hadde åpnet opp for dette muntlig, hadde elevene i varierende grad fanget dette opp. Elevene mente at særlig matematikk kunne være et velegnet fag å bruke til AR-teknologi. De begrunnet dette med at de måtte bygge med geometriske figurer og matematikkfaget i stor grad benytter seg av former og størrelser. Elevene nevnte også KRLE, samfunnsfag og norsk.

Lærerne forklarte endringen av oppgaveteksten dagen før med at det handlet om motivasjon for elevene og usikkerhet knyttet til hvordan programvaren skulle brukes i flere undervisningstimer. De var begge opptatte av hvordan teknologi har vært med på å endre lærerrollen. Læreren beskrev dette som at lærerne i større grad trer mer til side og elevene har fått en mer aktiv rolle, hvor de teknisk sett er mer kyndige i bruk av programvare enn lærerne. Bruk av teknologi i skolen hadde også utfordret dem, fordi elevene kan ha problemer med å sette søkelys på oppgaver som de ikke er så interesserte i. Lærerne trakk frem norskfaget og matematikk som godt egnet til bruk av AR-teknologi. I norsk ved å knytte teknologien til det å lage fortellinger. I matematikk for å lære begreper om geometri. De var usikre på om det å regne på omkrets, diameter og andre målinger ville være like velegnet i programvaren.

CASE 3

I vår tredje case observerte vi en klasse på fjerde trinn. Læreren hadde valgt ut læreplanmål fra samfunnsfag og kunst og håndverk. Læreren definerte følgende overordnede mål for prosjektet: «Jeg kan sammenligne mitt liv med en vikings liv».

Elevene fikk i oppdrag å designe et langhus til en vikinggård, men de kunne utvide dette til andre bygninger (e.g., smie, badstu, hus til dyrene og vikingskip). Ut fra AR-opplevelsen til disse bygningstypene skulle elevene etterpå diskutere forskjellen på det å leve i vikingtiden og i moderne hus i dag. I forkant av den første undervisningsøkten hadde læreren hengt opp lapper med små tekster om vikingtiden på forskjellige steder i klasserommet. Disse tekstene fungerte som stasjoner hvor elevene skulle bevege seg rundt og bli stående ved den av tekstene de syntes var vanskelig å forstå eller undret seg over. Et eksempel var teksten «hvorfor brukte vikingene sminke?». Læreren brukte denne aktiviteten i litt ulike varianter den første halvtimen før elevene fikk en ny. Elevene skulle sammenligne hva vikingene gjorde klokken åtte om morgenen med hva vi gjør i vår moderne tid på samme tidspunkt. Ved hjelp av et venn-diagram skulle elevene skrive opp tre punkter på

hver før de skulle visualisere dette i Creaza. Dette er en nettbasert digital verktøykasse hvor elevene kan produsere tegneserier, filmer, podkast, tankekart, presentasjoner og digitale fortellinger. Også på denne skolen var Chromebook valgt som elevenes digitale enhet. Den første undervisningsøkten ble avsluttet ved at læreren ga beskjed om at de i neste økt skulle gå i gang med 3D-modelleringen i Ludenso Create.

I den andre undervisningsøkten fulgte læreren opp elevillustrasjonene fra Creaza ved å presentere to av dem på sitt smartboard og ved å spørre resten av klassen om hva som er forskjellene på slik vikingene bodde og slik vi bor nå. Læreren hadde en kort dialog med et par elever før Ludenso Create ble introdusert. På samme måte som på de øvrige skolene i prosjektet forklarte læreren menysystemet i programvaren og hvordan elevene kan designe på tegnebrettet. Vi så at læreren i denne klassen demonstrerte hvordan elementer kan snus og dreies, men også viste tidlig fram kopifunksjonen. Selve oppgaveteksten var spesielt designet og tilpasset mulighetene i programvaren ved at elevene skulle skape sin egen vikinggård. Elevene ble delt inn i grupper på omkring fem personer, hvor man i gruppen fordelte ansvar internt i gruppen på hvilken type bygning den enkelte skulle bygge. Elevene kunne velge

Tabell 3: Oversikt over undervisningsopplegg (Case 3)

Skole	Klassetrinn	Klasse og organisering	Varighet/ramme
S1	4. trinn	Vikingtid, bygging av vikinggård og langhus.	4-6 skoletimer
20 elever. Elevene satt parvis.			
Kompetansemål <u>Samfunnsfag</u> utforske kulturminne og korleis menneska levde i den tida kulturminna er frå, og samanlikne med korleis vi lever i dag <u>Kunst og håndverk</u> gjennomføre kunst- og designprosesser ved å søke inspirasjon, utforske muligheter, gjøre valg og lage egne produkter			

mellom langhus (30-40 meter) hvor det skulle bo 30-50 mennesker, smie, badehus/badstu, hus til dyrene og vikingskip. Læreren gikk gjennom de ulike elementene og refererte til Minecraft for å forklare elevene hvordan man designer våpen.

Vi merket oss i denne observasjonen at det ble en del diskusjoner omkring dimensjonering og mulighetsrommet i programvaren. Flere elever hadde også problemer med pålogging opp mot FEIDE. I gjennomføringen av undervisningen fikk læreren tidvis ekstra støtte fra en annen lærer og en avdelingsleder, særlig for å hjelpe elever som trengte støtte til å beherske programvaren. Dette var trolig helt nødvendig, da vi observerte at flere elever ble frustrerte og trengte mye støtte for å komme i gang. Det å støtte en elev på programvare kan være tidkrevende. Vi så at flere elever måtte vente en god stund til tross for at det var flere lærere i klasserommet. Vi fikk også observere litt parallellklassen som hadde samme undervisningsopplegg, hvor elevene hadde langt færre tekniske problemer, både i starten og i gjennomføringen. Etter at elevene hadde designet ferdig sin del av vikinggården skulle elevene utforske den i AR-brillene. På samme måte som ved den første skolen ble dette en utfordring, men denne gangen hadde vi tilgang til et større antall smarttelefoner. Læreren var inne i klasserommet med elevene som ikke var ferdige, men fikk støtte fra avdelingslederen som fulgte elevene som skulle oppleve den ferdige vikinggården i AR. Også denne skolen hadde en fotballbane like ved, men den var ikke ledig på det aktuelle tidspunktet, så dermed måtte skolens uteområde tas i bruk. Dette skapte noe mindre bevegelsesfrihet for elevene, men fungerte likevel ganske greit.

I intervjuene var elevene i stor grad opptatt av å formidle hvordan de hadde bygget opp de forskjellige elementene ved hjelp av

geometri, men også tekniske utfordringer med programvaren i læringsprosessen. Enkelte elever fikk sine vikinghus slettet fordi de ikke var oppmerksomme på at de måtte trykke på lagringsknappen. De var også opptatt å formidle hvordan modelleringen i programvaren hadde gjort dem mer oppmerksomme på hvordan vikingene levde.

«Først og fremst lærte jeg at det er veldig vanskelig å bygge vikinghus. Det var mye smalere enn jeg trodde inni vikinghus. Jeg har ofte tenkt at det kanskje var litt bredere, sånn som vi ofte har det, men så er veggene inntil der og et bål, og det er kanskje det de har. Og så går de ut og finner mat og sånn, og kanskje har de noen våpen på veggen og sånn. På vinteren synes jeg veldig synd på dem, fordi da deler de huset med dyrene sine. Det må lukte veldig ekkelt.» (G3 Elev 3, C3)

Elevene så først og fremst en sammenheng mellom modelleringen og matematikkfaget, men også til koding, programmering og 3D-printing. I denne casen fikk vi ikke helt inntrykk av hvordan klassen opplevde AR-visningen, fordi kun et begrenset antall elever fikk testet dette ut i våre observasjoner. De få som fikk testet dette ut gikk alene, noe som medførte at de tidvis snublet og kolliderte med de fysiske objektene i skolegården.



Figur 7. Den første eleven som fikk oppleve vikinggården med AR-briller.

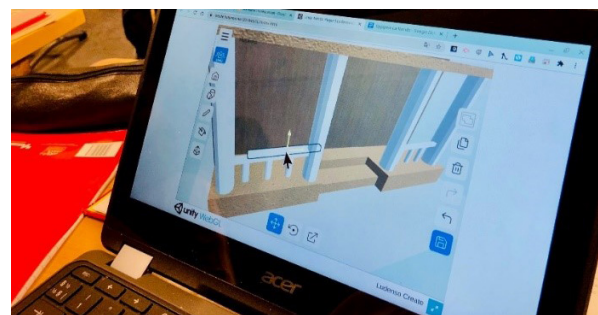
I intervjuet forklarte læreren hvordan AR-teknologien ble en integrert del av en tematikk som klassen allerede kjente til, nemlig vikingtiden. Læreren ønsket at AR-visningen skulle bidra til at elevene fikk gå inn i husene å se dem innenfra, men oppdaget at dette ikke helt fungerte. Til tross for dette så mente læreren at elevene ville få et godt inntrykk av hvordan en vikinggård så ut. De tekniske utfordringene ble også kommentert, særlig med tanke på lagring og opprettelse av gallerier. Læreren hadde et ønske om at Ludenso Create i brukergrensesnittet burde organisere det mer likt Google Classroom. Dette for å gjøre det mer tilgjengelig, gjenkjennelig og dermed intuitivt å navigere i for elevene. Ved å se likheten til det viktigste digitale arbeidsverktøyet i grunnskolen ville det være lettere for elevene å forstå programvaren. Læreren poengterte samtidig at elevene ofte er mer teknisk kompetente enn man gir dem kreditering for og mente at bruk av 3D-modellering og AR-teknologi kunne være anvendelig helt ned på første trinn i grunnskolen. Forutsetningen er at læreren har klare mål, men også at det kan være flere lærere delaktige i opplæringen. Læreren fremhevet også muligheten for å skape variasjon og engasjement i undervisningen.

AR-teknologien var ifølge læreren anvendelig i de fleste fag hvor modellering av objekter er aktuelt med tanke på kompetansemål.

CASE 4

I klassen på 7. trinn hadde læreren valgt ut kompetansemål fra samfunnsfag og kunst og håndverk. Oppgaveteksten tok utgangspunkt i den italienske oppdagelsesreiseren Christofer Columbus og var utformet med blant annet et fiktivt reisebrev. Læreren ga elevene i oppdrag å utvikle kolonien La Navidad og konstruere forskjellige bygningstyper i renessansestil. I oppgaveteksten inngikk kirke, galleri/kunsthall, smed, bakeri, slakter, stall, varselklokke og hus med to etasjer til innbyggerne.

Den første undervisningsøkten startet læreren med å vise reiseveien til Columbus fra et verdenskart på smarttavlen. Dette ble fulgt opp med en kort filmsnutt fra den franske animasjonsserien *Det var en gang et menneske*, som viste den spanske storhetstiden. Deretter ble oppgaveteksten introdusert. Elevene fikk velge bygningstype ved håndsopprekking. Elevene hadde i forkant av vår observasjon fått lov å utforske programvaren litt og øve seg på innlogging, men vi så at enkelte elever likevel fikk tekniske problemer, særlig med å komme inn i galleriene. De fleste elevene kom likevel raskt i gang og startet med modelleringen av sin bygning.



Figur 8. En av elevene har begynt å designe sin bygning i renessanselandbyen.

I denne undervisningsøkten brukte elevene også lærebøker og læreren hadde sekvenser med tradisjonell lærerstyrt undervisning i form av spørsmål og svar. Når elevene brukte programvaren, brøt læreren tidvis inn med oppfordringer om å bruke inspirasjonsbilder ved hjelp av Googlesøk. Læreren gjentok flere ganger at elevene måtte lagre arbeidet. I den andre undervisningsøkten utviklet elevene bygningene sine videre. Læreren hadde fellesvisning på sin smarttavle i store deler av tiden, slik at elevene kunne følge med på hvordan alle bygningene i landsbyen utviklet seg og vokste frem.



Figur 9. Renessanselandsbyen begynner å ta form.

De elevene som ble ferdige med sin bygning fikk gå ut på fotballbanen for å oppleve renessanselandsbyen med AR-briller. Læreren ble inne i klasserommet, men en lærer fra en

annen klasse ble med elevene ut for å hjelpe til. Elevene frydet seg over AR-opplevelsen, men på samme måte som på de andre skolene ble det også her en del venting. Vi merket oss at på kjølige dager er det helt nødvendig å bruke smarttelefoner med god batterikapasitet, ellers går telefonene raskt tom for batteri. På denne skolen ordnet dette seg fordi vi tok med powerbank (nødlader). Et gjennomgående problem i AR-visningen var at bygningene ikke nådde bakkenivået, noe flere av elevene bemerket. Elevene var oppmerksomme på at AR-teknologien var en relativt ny teknologi i skolesammenheng og at programvaren de testet ut var en betaversjon.

Elevgruppene som deltok i intervjusekvensene var spesielt opptatt av likheten mellom Ludenso Create, Sketchup og Blender. De to sistnevnte programvarene gir også muligheter for å utvikle tredimensjonale modeller til AR-teknologi. Sketchup er i første rekke et kommersielt program, mens Blender er et gratisprogram. Begge kan lastes ned fra nettet og blir tidvis brukt av lærere i skolen. Elevene i denne casen var kjent med denne type programvare fra tidligere skoleprosjekter, særlig i kunst og håndverk. Noen av elevene var kritiske til Ludenso Create, fordi det manglet funksjonaliteter som de hadde brukt i Sketchup, for eksempel å kopiere modellen, ta den ut av galleriet eller fjerne enkeltelementer. Enkelte elever var

Tabell 4: Oversikt over undervisningsopplegg (Case 4)

Skole	Klassetrinn	Klasse og organisering	Varighet/ramme
S2	7. trinn	Bygging av renessanselandsby - La Navidad (Vest-India)	4-6 skoletimer
24 elever. Elevene satt parvis			
Kompetansemål <u>Samfunnsfag</u> <i>utforske korleis menneske i fortida livnærte seg, og samtale om korleis sentrale endringar i livsgrunnlag og teknologi har påverka og påverkar demografi, levekår og busetjingsmønster</i> <u>Kunst og håndverk</u> <i>bruke digitale verktøy til å planlegge og presentere prosesser og produkter</i>			

også kritiske til AR-opplevelsen i brillene, fordi bygningene svedde for mye i luften. Her fikk vi litt forskjellige svar, avhengig av om objektene svedde i luften eller var på bakkenivå, altså bedre integrert med de virkelige omgivelsene. Flertallet av elevene var positive til teknologien, fordi de anså den uferdige betaversjoner som en naturlig del av den teknologiske utviklingen. Elevene mente AR-teknologien egnet seg best til bruk i samfunnsfag, KRLE, matematikk og kunst og håndverk.

I denne casen poengterte læreren at målet med undervisningsopplegget ikke var AR-teknologien i seg selv, men å lære elevene om Columbus og hans oppdagelser. Teknologien skulle fungere som et virkemiddel for å gjøre læringsprosessen mer spennende for elevene, og slik sett mente læreren at den var anvendelig i flere fag. Læreren mente at AR-teknologien kunne fremme gode samarbeidsmuligheter, fordi elevene kan bruke sin kompetanse fra dataspill og lignende programvarer til å hjelpe hverandre. Et interessant utsagn var at læreren ikke ønsket å fokusere så mye på programvaren eller de tekniske begrensningene. Læreren ønsket å la elevene selv utforske mulighetene på forhånd og sette av god tid til dette, slik at læreren kunne sette søkelys på den faglige veiledningen underveis i arbeidsprosessen. Selv om visningen i AR-brillene ikke fungerte optimalt, var læreren positiv til hvilke muligheter teknologien vil gi på sikt, men understreket at dette må skje i samspill med analoge verktøy:

«Tenk å være på en oppdagsreise og kanskje ha med penn og papir, og så skrive ned notater underveis etter hvert som du besøker forskjellige destinasjoner i byen. Såfremt det fungerer helt som det skal, og det hadde gjort det, så hadde det vært mange, mange muligheter for å få en virkelig spennende og annerledes måte å se lærestoffet på.»
(Lærer 2, C4)

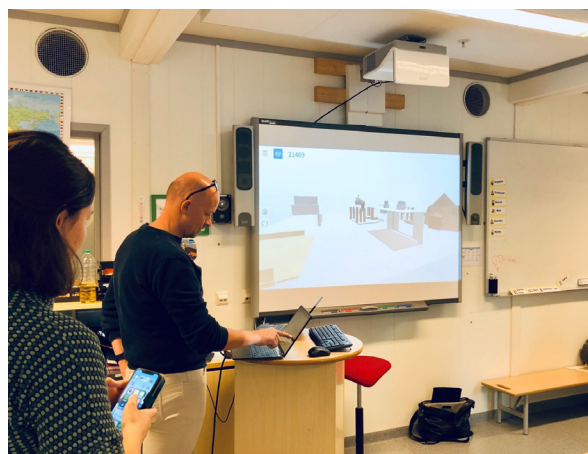
Det analoge og det digitale var for læreren ikke motstridende størrelser, men pedagogiske verktøy som kan brukes sammen for å gi elevene en god læringsopplevelse. AR-teknologien kan gi nye innganger til lærestoffet, men et viktig premiss er at teknologien fungerer mest mulig sømløst.

CASE 5

I vår femte case og på den siste skolen i AR-prosjektet fulgte vi en 7. klasse med 27 elever. Denne klassen hadde i forkant av vår observasjon hatt en testtime for å lære bruk av Ludenso Create og sjekke at FEIDE-påloggingen fungerte. Også på denne skolen var Chromebook innarbeidet som elevenes digitale arbeidsenhet. Klassen hadde to lærere som begge var involverte i planleggingen og gjennomføringen av undervisningsopplegget. Den første undervisningsøkten startet med at elevene kom inn i klasserommet og ble møtt med rolig instrumental musikk. Oppgaven som ble gitt hadde kompetansemål fra kunst og håndverk og KRLE, men lærerne hadde også inkludert demokrati og medborgerskap som et tverrfaglig tema fra den nye overordnede delen av læreplanen. Målet med oppgaven var å bygge et hinduistisk tempel i Ludenso Create. Elevene fikk bruke søkemotoren i Google for å finne bilder til inspirasjon eller modeller for å se hvordan et slikt tempel kunne se ut.

I innledningen av skoletimen fikk elevene presisert bestemte kriterier for templene med et skille mellom templer fra Nord-India og

Sør-India. Lærerne viste bilder av templer på sin smarttavle og forklarte kriteriene i oppgaveteksten. Etterpå gikk elevene inn på Google Classroom for å sjekke hvilken informasjon lærerne hadde lagt ut til dem. Vi så at dette var en arbeidsrutine som de fleste elevene i klassen fulgte.



Figur 10. En av lærerne viser elevene fellesvisning av galleri på sitt smartboard.

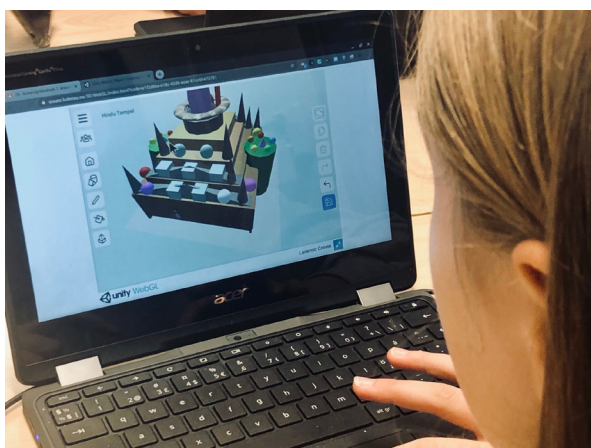
Dynamikken i klasserommet var preget av mye snakking og diskusjon mellom elevene, mer enn det vi så på de andre skolene. Dette hadde trolig sammenheng med at elevene satt sammen i grupper på fire til seks personer, men også fordi ordlyden i oppgaveteksten inviterte til undring. Hvert gruppebord var

Tabell 5: Oversikt over undervisningsopplegg (Case 5)

Skole	Klassetrinn	Kort oppgavebeskrivelse	Varighet/ramme
S3	7. trinn	Bygging av hinduistiske templer	4-6 skoletimer
27 elever. Elevene organisert i gruppebord på ca. 4-6 elever per bord			
<p>Kompetansemål</p> <p><u>Kunst og håndverk</u> <i>bruke digitale verktøy til å planlegge og presentere prosesser og produkter</i> <i>bruke programmering til å skape interaktivitet og visuelle uttrykk</i> <i>designe og lage utstilling som viser fram prosess og produkt</i></p> <p><u>KRLE</u> <i>samtale om og presentere estetiske uttrykk fra andre religioner og livssyn (4. trinn)</i> <i>bruke enkle fagbegreper i arbeidet med religioner og livssyn (4.trinn)</i> <i>utforske og sammenligne...materielle uttrykk som kilder til kunnskap om kulturarv knyttet til...ulike religions- og livssynstradisjoner (7.trinn)</i></p>			

organisert innenfor et galleri. Dette ga et grunnlag for samarbeid, men det skapte også et konkurranseelement hvor gruppebordene kjempet om å lage det beste galleriet.

På en annen side så vi at elevene i like stor grad var opptatte av å hjelpe hverandre, også på tvers av gruppene. Flere elever uttrykte begeistring over å se hva deres medelever hadde konstruert. Vi så med andre ord at arbeid med teknologi i klasserommet kan bidra til å skape gode relasjoner, eller kan være med på å forsterke klassemiljøet. Vi så tydelig hvordan elevene lærte av hverandre, ikke bare de tekniske utfordringene, men de kom med ideer og forslag til utforming av templene.



Figur 11. En av elevene har nesten designet ferdig sitt indiske tempel.

Flere elever lurte på hva som var forskjellene på kinesiske templer og indiske templer. Lærerne benyttet seg av fellesvisningsfunksjonen i programvaren for å forklare dette. De brukte denne funksjonen også for å vise elevene progresjonen i de ulike galleriene. Den ene læreren refererte til elevene at dette ga en 'Forum Romanum-følelse'. Flere elever undret seg over hva læreren mente, men elevene brukte søkemotoren i Google for å finne det ut og diskuterte med hverandre hva læreren hadde ment med

dette utsagnet. I denne casen fikk elevene flere sammenhengende undervisningstimer til å konstruere bygningene, uten at lærerne gjorde noen nye pedagogiske grep eller skifter underveis. Vi så at dette tidvis skapte uro i klasserommet, med samtaler preget av sosial karakter. Lærerne ble raskt oppmerksomme på dette og fikk elevene på sporet igjen ved å gi dem konkrete byggetips. Elevene ble oppfordret til å tegne inn guder og dyr utenfor templene. Som i case 2 så vi at det å gi elevene muligheter for å skape et større miljø av elementer motiverte elevene til å også å utvikle hovedfiguren videre.

I den andre undervisningsøkten og vår andre observasjon i denne klassen var en av lærerne fraværende på grunn av sykdom, noe som medførte logistikkutfordringer når elevene var ferdige med å bygge og skulle ut for å oppleve templene med AR-briller. I denne undervisningsøkten så vi og at enkelte elever opplevde flere tekniske utfordringer med programvaren. En av elevene mistet alt som var blitt bygget, noe som viser at programvaren bør få autolagring, på samme måte som når man skriver i et dokument i Google. Flere elever slet og med at objektene deres ikke festet seg i ønsket posisjon sammen med det som allerede var bygget. Til tross for dette så vi mye skaperglede og diskusjoner under hele arbeidsprosessen.

Etter hvert som elevene ble ferdige med å bygge templene kunne de gå ut og utforske dem med AR-briller på fotballbanen. Typisk vestlandsklima med kraftige regnskyll og kald vind skapte en del ventetid, men elevene ventet tålmodige på sin tur. Fotballbanen på denne skolen var en god del mindre enn på de andre skolene, noe som medførte at en del elever også brukte større deler av skolens nærområde for å utforske templene. Elevene støttet hverandre ved å hjelpe den som hadde på seg AR-briller, slik at ikke vedkommende

falt eller skadet seg på andre måter. Vi så at bruk av AR-briller like gjerne kan være meningsfullt for dem som går ved siden av dem som har på seg AR-brillene. Elevene diskuterte med hverandre hva de så og reflekterte hvordan de opplevde å se templene de hadde bygget i skolens nærområde. Sammensmeltingen mellom de fysiske omgivelsene og de digitale indiske templene bidro også til å skape undring og godt humør hos elevene.



Figur 12. Elevene samarbeider og diskuterer AR-opplevelsen.

I intervjuene var elevene opptatte av at programvaren passet godt til å designe hus, og kunne være velegnet dersom man hadde et ønske om å utdanne seg til å bli arkitekt. Flere av elevene var godt kjent med å lage tredimensjonale objekter og designe med virtuelle geometriske gjenstander på fritiden i Roblox og Minecraft. Roblox er en virtuell plattform hvor det er mulig å skape sine egne spill, men fungerer også som en sosial møteplass. Flere av elevene nevnte også Minecraft, men de sa at de ikke var bevisste på likheten når de brukte Ludenso Create. En av elevene så derimot en likhet til spillmotoren Unity, hvor det er mulig å utvikle og designe egne interaktive VR- og AR-opplevelser. Elevene mente at programvarer som Ludenso

Create passer til bruk i matematikk. Bygningene må dimensjoneres riktig og det er nødvendig å gjøre utregninger for å beregne størrelsesforhold og proporsjoner på vinduer i bygningene. Kunst og håndverk ble også trukket frem som en mulighet for å skape estetiske uttrykk. Elevene var veldig positive til selve AR-opplevelsen, til tross for at visningen ikke virket særlig realistisk. Skillet mellom virkeligheten og objektene de hadde designet var for stor, mente elevene. De forklarte dette med at det var mye kontrast i farger og skyggene passet ikke med omgivelsene. De ble oppmerksomme på at det tar tid å designe gode objekter som får en realistisk gjengivelse.

«Det tok litt lang tid, men så var det og vanskelig å få de riktige formene på en måte. Selvfølgelig så kommer det ikke til å se helt ekte ut uansett, men det var på en måte veldig vanskelig å få det til å se ekte ut da.» (G1 Elev 4, C5)

Lærerne hadde i forkant av undervisningsprosjektet testet ut programvaren og satt seg godt inn i hva bruk av AR-teknologi ville innebære pedagogisk sett, men poengterte også at det er utfordrende å teste ut nye undervisningsformer.

«Jeg var jo veldig redd, jeg slengte meg inn i det før jeg i det hele tatt visste hva jeg sa ja til.» (Lærer 1, C5)

Begge lærerne ble betrygget etter hvert som de fikk testet ut programvaren sammen med elevene. Selv om de ikke anså dette som en direkte vellykket økt så poengterte lærerne at testtimen gikk helt fint, fordi de alle lærte noe. Lærerne var opptatt å få frem at lærere kan dra en stor nytte og fordel av elevenes digitale kompetanse i bruk av Minecraft. Lærerne mente at lærerrollen og elevrollen har blitt endret med utviklingen av digital teknologi. Skolen nærmer seg elevenes verden. Lærerne tar i bruk digitale verktøy og programvare som elevene har et fortrinn på. Elevene får lov til å vise sin kunnskap og dermed øker også deres utholdenhet, mente lærerne. Et annet viktig aspekt for lærerne var at prosjekt som innehar bruk av immersive teknologier vil kunne bidra til å endre klasseromsdynamikken.

«Jeg synes det var veldig kjekt. Stemningen var så lett og det var så muntert. De samarbeidet med elever som de ikke har samarbeidet med før. For hvis vi setter dem i læringspartner med noen som ikke er kompisen deres, så er det sånn: nei, jeg har ikke lyst til å snakke med deg. Og så snur de ryggen til. Men her var det sånn: kanskje er det en som ikke vet hvordan de skal flytte noe og så var det sånn: ja, men jeg vet hvordan vi gjør det. Så springer de bort og så glemmer de av at, ja, jeg pleier ikke å være med deg i det hele tatt, sant, jeg liker egentlig ikke å snakke med deg. Men her glemte de det av, og det ble slik: Jeg skal vise deg hva jeg kan!» (Lærer 1, C5).

Lærerne koblet AR-teknologien intuitivt til faget kunst og håndverk. Digital teknologi har blitt en integrert del av faget. I sekvensen med bruk av AR-briller var lærerne opptatte av at også dette pedagogisk sett kunne ses ut fra en designprosess. Elevene kan starte i klasserommet med å utvikle tredimensjonale objekter som en prototype, så gå ut for å teste den og så gå tilbake til klasserommet for å justere og tilpasse på prototypen. Lærerne mente dette kunne bidra til å øke elevenes motivasjon, fordi det gir dem en form for undervisvurdering gjennom feedback i AR-brillene, en feedback som ikke kommer fra lærerne, men fra dem selv. Dette vil kunne gi elevene en større grad av eierskap til skolearbeidet. Lærerne mente at når teknologien blir optimalisert og ikke lenger er på betanivå, så vil bruk av AR-teknologi også kunne tas i bruk på småtrinnet. Den største utfordringen med bruk av AR-briller mente lærerne gikk på logistikk, organisering og tilgjengelige ressurser, hvor de mente det særlig var behov for en ekstra voksenperson.

Sammendrag og diskusjon

Det finnes i liten grad studier i Norge eller internasjonalt som beskriver eller forklarer hvordan AR-teknologien kan tas i bruk i undervisningen i grunnskolen, men generelt pekes det på at immersive teknologier har et potensial til å engasjere og kan få tilgang til opplevelser som ellers er umulig gjennom andre teknologier. Dette gjelder i første rekke innen høyere utdanning, men teknologibedrifter som Ludenso kan bidra til at dette gjøres tilgjengelig også i skolen. I Norge har innføringen av et nytt læreplanverk bidratt til å rette søkelyset mot dybdelæring. Skolen skal bli et dannelsessted for aktive, samarbeidende og problemløsende elever som forholder seg kritisk og aktivt til virkelighetens problemer (Fullan mfl., 2020, s. 8). Det har og blitt et økt fokus på at skolene og lærerne skal ta i bruk av digital teknologi i undervisningen, men det er uklart hvordan dette skal forankres pedagogisk.

Sammenhengen mellom bruk av digital teknologi og læring har vært omdiskutert. Innen utdanningsforskning uttrykkes det skepsis fra flere hold, fordi det ikke finnes tilstrekkelig empirisk grunnlag som underbygger de positive effektene ved å bruke teknologi i undervisningen. En annen innvending er at den digitale teknologien går på bekostning av det menneskelige samspillet som er helt sentralt for læringen (Blikstad-Balas mfl., 2020, ss. 124-125). I vårt forskningsarbeid har vi lagt til grunn kritiske perspektiver på bruk av teknologi i skolen. Vi har sett at det er flere utfordringer knyttet til det å ta i bruk AR-teknologi som en del av en pedagogisk praksis, men det er behov for mer forskning.

Vi har i denne studien sett flere fellestrekk i elevenes perspektiv, lærerens perspektiv og i våre observasjoner. Fellestrekkene vil vi drøfte med tanke på fremtidig pedagogisk bruk. Elevene har i første rekke vært

opptatte av brukergrensesnitt og teknisk bruk av programvaren for å utvikle de tredimensjonale objektene. Flere elever savnet ferdige objekter som kunne dras inn på tegnebrettet. Programvaren Ludenso Create er veldig funksjonell og enkel gjennom sin dra- og slipp-teknologi (*drag and drop*) i det grafiske brukergrensesnittet. Brukerne, altså elevene, kan velge et virtuelt objekt ved å gripe det og flytte det til tegnebrettet. Elevene ønsket seg et ferdig bibliotek av figurer som kunne brukes fremfor å bruke tid på å designe dem selv, eventuelt som et nyttig alternativ for å supplere til egne objekter. Elevene beskrev arbeidsprosessen i detalj fra begynnelse til slutt. Til tross for tekniske utfordringer underveis beskrev elevene AR-prosjektet som lærerikt og spennende. Alle de 106 elevene som deltok i prosjektet mestret å bruke programvaren og klarte å designe objekter etter ordlyden i oppgavetekstene.

En interessant observasjon var at elevene selv klarte å lære seg å forstå programvaren når de møtte utfordringer. Dette gjorde de ved å hjelpe hverandre, også elever som vanligvis ikke samarbeidet eller likte å bli plassert sammen som læringspartnere. Elevene tok selv initiativ til å vise hverandre og spurte hverandre om råd. Elevene likte godt at programvaren hadde likhetstrekk med programvare de alt var kjente med. Minecraft ble oftest nevnt, men Roblox, Sketchup, Blender og andre programvarer som tilbyr muligheten for å være skapende med immersive teknologier. Elevene var opptatte av virkelighetsbruddet som tidvis opptrådte i AR-visningen, hvor objektene lå flytende over bakkenivået, og hvor det også oppstod perspektivfor-skyvninger. Til tross for dette så uttrykte elevene en bevissthet på læringspotensialet i AR-teknologi og på at de deltok i et prosjekt hvor teknologien er under utvikling og er

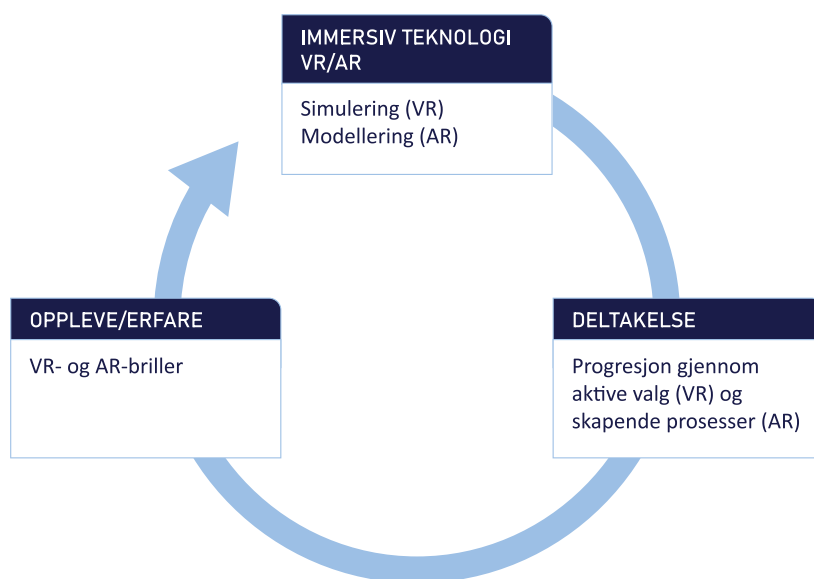
relativt ny i skolesammenheng. Elevenes positivitet og forforståelse til denne typen teknologi kan gi et godt grunnlag for å skape engasjement og motivasjon. Dette er avhengig av at teknologien i enda større grad blir brukervennlig og optimaliseres slik at den perseptuelle immersjonen blir mer troverdig. Objekt plasseringene må treffe og innlemmes bedre inn i det fysiske miljøet i AR-visningen.

Lærerne har i dette prosjektet vært veldig positive og nysgjerrige til hvordan AR-teknologien kan brukes pedagogisk i undervisningen. De var samstemte på at elevene i stor grad klarer å finne ut av programvaren selv, så lenge de får utforske sammen med en eller flere læringspartnere. Et gjennomgående trekk var at elever som vanligvis ikke utmerker seg fikk skinne og komme frem gjennom teknisk innsikt og kompetanse, men også gjennom kreative løsninger. AR-teknologien har et potensial til å være med å skape inkludering og gode læringsmiljøer hvor elevene lærer av hverandre. For lærerne er det viktig å ha tilgjengelige ressurser, både i form av å være flere lærere, men også tilgang til teknologien under hele arbeidsprosessen. Slik sett er det et viktig at alle elever har tilgang sin egen digitale enhet for å kunne skape sitt eget objekt, men også for å kunne samhandle digitalt i galleriene, samt bli inspirert av hverandre for å utvikle egen kompetanse.

En gjennomgående utfordring i vår studie har vært mangel på smarttelefoner og litt for få AR-briller. Det var tydelig at det ikke fantes en kultur hvor smarttelefon inngikk som en del av en pedagogisk tenkning eller praksis. Ludenso hadde med fem AR-briller som kunne benyttes i prosjektet, men for å kunne benytte seg av dem måtte både lærere, Ludenso og UiS låne ut smarttelefoner. Ingen av de fire skolene som deltok i prosjektet hadde forberedt seg på dette.

Med innføringen av nye læreplaner som innehar kunnskapsmål om bruk av digital teknologi vil tilgang til smarttelefoner som et arbeidsverktøy være helt nødvendig i gjennomføringen av undervisningsopplegg med for eksempel AR-teknologi. Det er mulig å benytte nettbrett for å kunne se objekter i AR, men den tredimensjonale opplevelsen får ikke samme dybde, fordi nettbrettet ikke kan legges inn i AR-brillene. Bruk av mobiltelefon i skolen har vært gjenstand for debatt i det offentlige rom og det har blitt etterlyst forskningsmessig belegg for hvordan mobiltelefon eventuelt skal kunne tas i bruk, uten at det forstyrrer undervisningen og kommunikasjonen i klasserommet. Vi har sett at det er helt essensielt for bruk av AR-teknologi i skolen at det er tilgang på smarttelefoner som et arbeidsverktøy. Dette kan løses ved at skolene selv har et sett av smarttelefoner som kan brukes til AR-visning, men selvsagt og kan brukes til andre undervisningsformål hvor smarttelefon inngår som et digitalt verktøy i en arbeidsprosess.

I planleggingen av undervisningsprosjektene ble det lagt mest vekt på den tredimensjonale utformingen av objekter i Ludenso Create fremfor bruk av AR-briller. Bruk av AR-brillene ble i alle casene lagt inn som siste fase av undervisningsoppleggene. Som en del av en pedagogikk kunne bruk av AR-brillene vært brukt for å stadig teste ut sitt objekt i de fysiske omgivelsene og optimalisere sin egen prototype, slik som beskrevet av lærerne i case 5. Her kan det i designet av vårt forskningsopplegg kanskje ikke blitt kommunisert tydelig nok at dette var en mulighet. Dette henger også sammen med at vi ikke ønsket å styre utformingen av undervisningsoppleggene, men ønsket å se på hvilke pedagogiske grep lærerne valgte å gjøre i planleggingen, men og i gjennomføringen av undervisnings-



Figur 13. Immersiv læringsmodell.

oppleggene. Bruk av immersive teknologier som AR i læringskontekster bør skje som en repeterende syklus hvor elevene kan optimalisere og forbedre modelleringen. Denne modellen (Figur 13) viser hvordan eleven kontinuerlig kan påvirke sin egen læring gjennom aktive valg og skapende prosesser i bruk av en immersiv teknologi. Sanserplevelsene og erfaringene som gjøres i AR- og VR-brillene kan brukes til å utvikle prototypen videre i flere omganger, fremfor at undervisningsforløpet avsluttes.

Det har vært interessant å følge interaksjonen fra perspektivene elev-elev og lærer-elev. Vi observerte at elevene viste selvstendighet og i stor grad var selvregulerte på bruk av programvaren. Enkelte elever trengte litt støtte fra læreren innledningsvis for å komme i gang, men det store flertallet fikk dette til selv på alle trinn. Behovet for støtte var størst for de yngste elevene på 4. trinn, men samspillet mellom elevene gjorde at de mestret dette innen første halvtime av den første undervisningsøkten. Bildet ble noe mer kompleks når det i betaversjonen av programvaren oppstod tekniske problemer som lærerne ikke rådet over. Dette kan også inntreffe i fullverdige versjoner, noe lærerne

var oppmerksomme på. Her hadde lærerne strategier for å undersøke problemene sammen med elevene, hvor også elevene selv hadde forslag til løsninger. Slik sett så vi at det var etablert klasseromskulturer som hadde åpenhet og fleksibilitet til å justere kursen underveis, men og samarbeid og drøfting av utfordringer som kan oppstå i en arbeidsprosess.

I tre av de fem undervisningsprosjektene valgte lærerne å utforme undervisningsopplegg hvor elevene skulle designe bygninger som skulle utforskes som oppdagelsesreiser i en historisk kontekst eller knyttet til kulturer og religioner. Elevene ble selv skapere av elementene, altså bygningene. Rekonstruksjon og redesign av bygninger forutsatte en grad overflatelæring innledningsvis, hvor lærerne måtte gi en presentasjon av sentrale begreper, men og hjelpe elevene til å finne aktuelle og nyttige kilder. I vår første case så vi at læreren bygget opp undervisningsopplegget med en trinnvis modell, hvor læreren skapte en formmessig sammenheng mellom Lego og pixelart. Innenfor IKT-fag vil læreren i større grad kunne sette søkelys på programvareforståelse, men må samtidig kunne gi oppgaveteksten en tematisk sammenheng for

å kunne fungere. I vår andre case valgte de to lærerne en mer åpen oppgavetekst hvor elevene skulle designe fantasidyr. En slik tilnærming gir elevene en stor grad av handlefrihet til å velge hvordan de vil gå frem, men kan også skape utfordringer for elever som opplever programvaren som teknisk vanskelig å mestre. Vi så at flere av elevene uttrykte frustrasjon over at dyrene formmessig ikke lignet nok på ekte dyr. Bruk av AR-teknologi gir elevene god anledning til å være utforskende, skapende, samarbeide og være kreative, i tråd med intensjonene i fagfornyelsen og det nye læreplanverket, men for å oppnå dype læringsprosesser må lærerne etablere en klar sammenheng mellom bruk av teknologi og fagets kjerneområder, og undervisningsopp- legget må ha en klar pedagogisk forankring.

Immersive teknologier som AR har et potensial til å gi elevene nye perspektiver på forholdet mellom virkelighet og det digitale. AR-teknologien har i utdanningssammenheng vist seg å være spesielt godt egnet til undervisning om temaer eller problemstillinger som elevene ikke selv kan erfare i den virkelige verden, for eksempel astronomi, historiske begivenheter og til STEAM-basert læring generelt. Dette er en tilnærming til læring hvor lærerne kan

kombinere vitenskap, teknologi, ingeniørfag, kunst og matematikk. Den tredimensjonale opplevelsen muliggjør utforskningsmuligheter hvor elevene gis adgang til komplekse visualiseringer og utforskning av ulike perspektiver som ellers ikke er fysisk tilgjengelig (Kerewalla mfl., 2006, ss. 1-2) Bruk av AR i undervisningen kan være med på å fremme en større grad av kritisk tenkning og gi elevene mulighet til å reflektere rundt problemstillinger om hvordan digital teknologi forandrer oss som individer og samfunn. Det er fire forutsetninger som må være til stede for at AR skal kunne implementeres på en god måte i en klasseromspraksis. For det første må det skapes fleksible innhold og oppgaver som lærerne kan tilpasse for den enkelte elev. For det andre må elevene gis støtte fra læreren i utforskningen av teknologien. For det tredje må utforskningen skje i et begrenset tidsrom for å optimalisere læringsmulighetene. For det fjerde er det nødvendig å forankre bruk av AR-teknologi i kompetansemål fra læreplanverket og i andre institusjonelle rammeverk.

Anbefalinger for hvordan AR-teknologi kan brukes pedagogisk i grunnskolen

I siste del av denne forskningsrapporten gir vi konkrete råd og anbefalinger for hvordan AR-teknologien kan brukes pedagogisk i grunnskolen. Vi har valgt å gruppere dette i anbefaling for elevene, pedagogisk bruk for lærere og tekniske råd for skolene.

ANBEFALINGER FOR ELEVENE

- Elevene bør gis en innføring i bruk av programvare i forkant av et undervisningsopplegg, hvor elevene sammen kan utforske og teste ut muligheter og begrensninger for å bli kjente med teknologiens muligheter og begrensninger.
- Det bør gis en innføring fra lærer i hvordan immersive teknologier fungerer, hva de brukes til, og å finne likheter og forskjeller mellom VR- og AR-teknologi. Dette kan skje som en del av overflatelæringen, men kan også inngå som en del av en prosess i arbeidet med en oppgave, for å oppnå dybdelæring og metakognisjon.
- AR-teknologien skal kun fungere som et redskap for læring, ikke som et mål i seg selv. Immersjon kan skape et mulighetsrom hvor dimensjoner som ellers er fysisk utilgjengelige for elevene, kan bli digitalt tilgjengelig gjennom skapende prosesser og opplevelser i teknologien. Immersjon vil i seg selv ikke oppøve elevenes kritiske blikk, dette må tilrettelegges gjennom klare og uttalte mål om refleksjon og kritisk tenkning.

PEDAGOGISK BRUK FOR LÆRERE

- Læreren bør skape undervisningsopplegg hvor AR-teknologien inngår som en del av en større tematikk, hvor elevene får et utvidet handlingsrom til å bli skapende og utforskende i tråd med det nye læreplanverket.
- En god pedagogisk bruk av AR-teknologi kan skje som en prosess hvor elevene kontinuerlig utvikler en prototype i programvaren og tester denne ut med AR-briller, hvor dette skjer som en vekselvirkning over tid under hele arbeidsprosessen.
- Denne teknologien kan tas i bruk fra 4. trinn, men kanskje og på lavere trinn om læreren gir tydelige rammer og elevene får god støtte til å komme i gang.
- Bruk av AR-teknologi i undervisningen bør ta utgangspunkt i kompetansemål og fagets egenart og vurderes opp mot de teknologiske fortrinnene som AR kan gi gjennom utforskning i tredimensjonale perspektiver.
- AR-teknologi egner seg godt til samarbeidslæring. Teknologien kan bidra til å skape inkludering og elevmedvirkning, fordi mange elever har opparbeidet seg en tilsvarende kompetanse gjennom bruk av Minecraft og lignende dataspill, samt andre programvarer med innebygd VR- og AR-teknologi. Elevene vil vise hverandre hva de kan og vil hjelpe dem som ikke kan det. Elever som vanligvis ikke markerer seg i klasserommet vil kunne tre mer frem gjennom sin digitale kompetanse.

- Bruk AR-teknologi bør skje sammen med andre digitale verktøy, men også fysiske og analoge elementer, slik som det å modellere på papir eller bygge med Lego. Dette vil fungere som stillas og støtte i modelleringsarbeidet, men kan også være med på å fremme nye kreative løsninger i designet av de tredimensjonale objektene.
- Galleriene i Ludenso Create og fellesvisning av gallerier på lærerens smarttavle kan virke inspirerende på elevene og gjøre at de oppdager nye måter å modellere på ved å se hva andre elever har gjort.
- AR-teknologi egner seg i flere fag, men hører naturlig hjemme i fag som matematikk, kunst og håndverk, KRLE, samfunnsfag og naturfag.
- Generelt bør det være minst to lærere når elevene skal gå ut av klasserommet. Med tanke på kostnader knyttet til innkjøp vil det kun være et begrenset antall AR-briller og smarttelefoner tilgjengelig for elevene. Det er derfor viktig at en ekstra lærer følger opp elevene som skal være ute. Denne læreren bør ha en teknisk kompetanse til å støtte elevene dersom det oppstår problemer med AR-visningen. Det bør tas hensyn til værforhold og temperatur, fordi dette påvirker batteriet på smarttelefonen og opplevelsen som AR-brillene gir.

TEKNISKE RÅD FOR SKOLENE

- Skolene må sørge for å ha klassesett med tilgjengelige AR-briller og oppladde smarttelefoner som er kompatible med AR-teknologi. Alternativt kan skolene bruke nettbrett, men da må man være oppmerksom på at den tredimensjonale opplevelsen ikke blir like autentisk og elevene vil ikke få samme tilgang på dybdeperspektivet som AR-brillene gir.
- Det å ta i bruk AR-teknologi krever et tilgjengelig uteareal, gjerne tilsvarende størrelsen på en fotballbane og uten andre fysiske hindringer. Det bør tas hensyn til hva som er utenfor dette arealet for å hindre at elever går utenfor det definerte utforskningsområdet.

Videre forskningsarbeid på AR-teknologi i grunnskolen

Det er behov for mer forskning som ser på hvordan AR-teknologi kan inngå som en naturlig del av undervisningen fremfor å være begrenset til et spesifikt undervisningsopplegg. Dette innebærer å undersøke hvordan AR-teknologien kan integreres i de enkelte fagene og tilpasses trinn. Det enkelte fag i skolen vil prege undervisningens innhold og dermed også hvordan AR-teknologien kan brukes med basis i fagets kompetansemål, særlig med tanke på innføringen av det nye læreplanverket.

Vi har i rapporten fremhevet betydningen av å koble den tredimensjonale modelleringen opp mot AR-opplevelsen kontinuerlig gjennom elevenes arbeidsprosess. Det vil være viktig å undersøke hvordan elevene kan veksle mellom modelleringsarbeid og AR-opplevelse for å se hvordan dette påvirker læringsprosessen. Det vil videre være interessant å undersøke samspillet mellom AR-teknologi og andre læringsteknologier (både digitale og analoge). Å forske på dette samspillet kan avdekke funn som ikke kommer frem i forskning som kun retter søkelyset mot AR-teknologien. For å skape mer variert undervisning og gi elevene mulighet for å være skapende og utforskende vil det være interessant å fange opp AR-teknologiens iboende egenskaper som passer til undervisning inn mot bestemte kompetansemål og tematikker.

Immersjon er et begrep som i større grad bør knyttes til forskning på AR-teknologi. Selv om en høy grad av immersjon ikke nødvendigvis fører til bedre læring, er det interessant å utforske hvordan teknologien kan muliggjøre læringsopplevelser som ellers ikke er tilgjengelige gjennom andre læremidler. AR-teknologi er i stadig utvikling

og vil i økende grad kunne skape muligheter for nye læringsopplevelser i skolen fremover. En slik utvikling vil i et forskningsperspektiv kunne gi helt ny kunnskap om elevenes læring.

I denne rapporten presenteres fem cases som viser ressurskrevende undervisningsopplegg hvor og store utearealer har blitt benyttet, men det vil være viktig å undersøke hvordan opplevelsesaspektet av teknologien kan utføres i klasserommet. Det vil kreve at teknologien utvikler seg slik at det er mulig å selv definere størrelsen på det området man kan bevege seg i. Dette er allerede mulig i programvarer i VR, hvor brukeren selv setter opp og kan kalibrere handlingsområdet etter ønsket areal og størrelse.

Det er også viktig å etablere gode samarbeid mellom forskningsinstitusjoner og private aktører i utviklingen av ny læringsteknologi. Et slikt samarbeid kan gi forskere en dypere forståelse for teknologiens oppbygning og funksjoner, men gir også forskere muligheten til å påvirke videre utvikling av teknologien innenfor en pedagogisk ramme. I skolen skal læring og elevene være i sentrum og det er viktig at private aktører og kommersielle selskaper får innsikt i hvilke formelle rammefaktorer som skolene og lærerne styrer etter.

Bibliografi

- Ariso, J. M. (2017). Is Critical Thinking Particularly Necessary when Using Augmented Reality in Knowledge Society? An Introductory Paradox. I J. M. Ariso (Ed.), *Augmented Reality*. de Gruyter.
- Bergsjø, L. O., Eilifsen, M., Tønnesen, K. T. & Vik, L. G. V. (2020). *Barn og unges digitale dømmekraft: Verdiløft i barnehage og skole*. Universitetsforlaget.
- Blikstad-Balas, M., Kornhall, P. & Nilsson, J. M. (2020). *Det store digitaliseringseksperimentet i skolen*. Fagbokforlaget.
- Craig, Alan B. (2013). *Understanding augmented reality. Concepts and applications*. Elsevier.
- Danielsen, A. G. (2020). *Til elevens beste. Pedagogiske perspektiver*. Gyldendal Norsk Forlag.
- Donally, J. (2018). *Learning Transported. Augmented, virtual and mixed reality for all classrooms*. International Society for Technology in Education.
- Engen, B. K. (2020). *Digitalisering, kompetanse og læring*. Gyldendal Norsk Forlag AS.
- European Commission (2020). *Digital Education Action Plan (2021-2027)* Hentet fra https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/digital-education-action-plan_en
- Frey, N., Fisher, D., Hattie, J. (2016). Surface, deep, and transfer. Considering the role of content literacy instructional strategies. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 60, 567-575.
- Fullan, M., Quinn, J. & McEachen, J. (2018). *Dybdeløring*. Cappelen Damm.
- Gilje, Ø. (2017). *Læremidler og arbeidsformer i den digitale skolen*. Fagbokforlaget.
- Gilje, Ø., Langfald, Ø. F., & Ludvigsen, S. (2018). *Dybdeløring - historisk bakgrunn og teoretiske tilnærminger*. Utdanningsnytt. Hentet fra <https://www.utdanningsnytt.no/fagartikkel-forskning-pedagogikk/dybdeløring--historisk-bakgrunn-og-teoretiske-tilnærminger/171562>.
- Grönlund, Å. (ed.). (2014). *Att förändra skolan med teknik. Bortom "en dator per elev"*. Örebro Universitet.
- Kerewalla, Luckin, R., Seljeflot, S. & Woolard, A. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 19(3-4), 163-174.
- Kunnskapsdepartementet (2017). *Framtid, fornyelse og digitalisering*. Digitaliseringsstrategi for grunnsopplæringen (2017-2021).

- Kunnskapsdepartementet (2017). Meld. St. 21 (2016-2017). *Lærelyst - Tidlig innsats og kvalitet i skolen*.
- Mausethagen, S. (2015). *Læreren i endring?* Universitetsforlaget.
- NOU 2014: 7. (2014). Elevenes læring i fremtidens skole — Et kunnskapsgrunnlag. Kunnskapsdepartementet.
- NOU 2015: 8. (2015). Fremtidens skole — Fornyelse av fag og kompetanser. Kunnskapsdepartementet.
- Postholm, M. B. (2017). *Kvalitativ metode. En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Universitetsforlaget
- Sandoval, W. A. & Bell, P., Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39(4), 199-201.
- Todd, R. L., Pater, J. & Baker, P. M. A. (2016). In(accessable) learning in virtual worlds. I S. Gregory, M. J. W. Lee, B. Dalgarno & B. Tynan (eds.), *Learning in virtual worlds. Research and applications*. AU Press.
- Utdanningsdirektoratet (2020). *Utvikle digital kompetanse i skolen. Hva skiller utvikling av det digitale området fra andre utviklingsområder i skolen?* Hentet fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/profesjonsfaglig-digital-kompetanse/utvikle-digital-kompetanse-i-skolen/>.

Vedlegg

OBSERVASJONSSKJEMA

Rammeverk	Registreringer	
Overordnet informasjon	Skole, fag, klassetrinn, klokkeslett, start, slutt	Lærer A og B - elev - interaksjon
Beskrivelse av aktiviteter i klasserommet og undervisningsøkter	Kronologisk beskrivelse av undervisningsforløp Bruk av kompetansemål Oppstart/avslutning av timen Overganger/ny aktivitet Timens struktur Praktisk informasjon Logistikk	Lærerstyrt vs. elevaktiv Elev-elev-hjelp Veiledning Faglige samtaler Tekniske samtaler Individuell hjelp Gruppeveiledning
Teknologi	Maskinvare og annen teknologi i klasserommet	Programvare (Ludenso Create spesifikt)
Organisering av elever	Gruppearbeid og samarbeid	Individuelt arbeid
Beskrivelse av undervisningsopplegget	Hvordan legges undervisningen opp?	Hvordan brukes og forklares programvaren/AR
Beskrivelse av utprøving av AR-teknologi (med smarttelefon og/ eller nettbrett)	Organisering og beskrivelse av AR-utprøving/visning	Sted/rom for utprøving/visning av AR-teknologi

INTERVJUGUIDE: ELEVER

	Tematikk i elevintervjuene	Spørsmål
1	Fortell hva du tenkte da du fikk oppgaven	Hvordan begynte du? Hvordan gikk du frem for å løse oppgaven?
2	Beskriv hvordan du jobbet med oppgaven	Hva var ideen din? Hvorfor valgte du denne ideen? Utdyp.
3	Beskriv arbeidsprosessen og 3D-modelleringen	Hvordan gikk du fram i programvaren, Ludenso Create for å løse oppgaven? Hva var bra og hva fungerte ikke så godt? Hva var bra i programvaren? Hva savnet du i programvaren? Vet du om noe som ligner på Ludenso Create?
4	Beskriv AR-opplevelsen	Hvordan var det å se det du hadde laget i AR? Beskriv det du så. Ble det slik du trodde? Hvorfor/hvorfor ikke?
5	Vurdering av hva som ble undervist og lært	Hva har du lært av å gjøre denne oppgaven? Hvordan vil du forklare hva AR er?
6	Vurdering av hvilke fag AR kan brukes i	Hvilke fag passer AR-teknologi til?

INTERVJUGUIDE: LÆRERE

	Tematikk i intervju av lærerne	Spørsmål
1	Forberedelser til prosjektet	Hvordan gikk du frem for å designe oppgaven? Hvilke utfordringer møtte du/dere i planleggingen av prosjektet? Hvilke forkunnskaper hadde elevene i bruk av IKT før AR-prosjektet?
2	Programvaren - Ludenso Create	Hvordan gikk du/dere frem for å lære deg programvaren? Forklar hvordan du tenkte den skulle brukes i undervisningsopplegget.
3	3D-modellering og AR-teknologi i skolen	Hvilke fag egner 3D og AR seg for i grunnskolen? Hvorfor? Hvilke trinn? Hvilke referanser har elevene til lignende programmer? Hvordan er en teknologi som denne med på å endre lærerrollen?
4	Erfaringer gjort i prosjektet.	Hvilke tanker og refleksjoner har du/dere gjort dere etter gjennomføringen av prosjektet? Hvordan kan AR brukes pedagogisk i undervisningen?

Denne siden er blank med hensikt

ISBN 978-82-7644-990-7