

Så tRNA er det som flyr, og mRNA er den lange kopien?

En observasjonsstudie om samarbeidslæring ved bruk av augmented reality i naturfag

Silje Balsnes Haugan

Master i pedagogikk – Kommunikasjon, design og læring
45 studiepoeng

Institutt for pedagogikk
Det utdanningsvitenskapelige fakultetet



SAMMENDRAG

MASTER I PEDAGOGIKK – MASTEROPPGAVE

Tittel	Så tRNA er det som flyr, og mRNA er den lange kopien? En observasjonsstudie om samarbeidslæring ved bruk av augmented reality i naturfag
Av	Silje Balsnes Haugan
Emnekode	PED4591 Masteroppgave – kommunikasjon, design og læring
Semester	Våren 2023

Stikkord
<ul style="list-style-type: none">• Augmented reality (AR), utvidet virkelighet• Samarbeidslæring• Datastøttet samarbeidslæring (CSC)• Naturfag• Faglig resonnering• Formell utdanning• Læringsteknologi• Videregående skole• Sosiokulturell læringsteori• Teknologi-forbedret læring (TEL)

SAMMENDRAG

Læringsteknologi åpner en enorm mengde muligheter til å lære. Ofte i hverdagslivet skjer denne læringen i samarbeid med andre mennesker – både på formelle og uformelle arenaer. Det er likevel ikke dermed gitt at mennesker vet hvordan man bør samarbeide med hverandre i utgangspunktet, og heller ikke når teknologi blir en del av konteksten hvor læring skal skje. Derfor er det sentralt å forske på de læringskontekstene som blant annet anvender teknologi, samarbeid og læring sammen.

I denne oppgaven undersøker jeg nærmere hvordan augmented reality (AR, utvidet virkelighet) kan tilrettelegge for samarbeidslæring. Oppgaven forsøker å besvare problemstillingen: Hvordan kan bruk av augmented reality tilrettelegge for faglig resonnering under samarbeidslæring i naturfag? Masterprosjektet undersøker nærmere hvordan ni elever fra en videregående skole i Oslo bruker AR-verktøyet Ludenso Explore. I grupper på tre, skal elevene løse en oppgave om proteinsyntesen i naturfag. AR-modellene elevene anvender i oppgaveløsningen er et samarbeid med Ludenso – en bedrift lokalisert i Oslo som binder fysiske lærebøker og teknologi sammen gjennom bruk av utvidet virkelighet. Gjennom samarbeidet er det utviklet to animerte 3D-modeller med tilhørende tekstbokser. Disse gjenspeiler to av stegene som inngår i proteinsyntesen.

Prosjektet har en kvalitativ tilnærming til metode, og anvender videoobservasjon og intervju for å samle inn data. Videodataene analyseres ved bruk av interaksjonsanalyse, og suppleres av fire elevers subjektive erfaringer gjennom intervjuene. Funnene fra analysen diskuteres opp mot det teoretiske rammeverket sosiokulturell læringsteori, og i lys av tidligere forskning på AR i utdanning og samarbeidslæring. Det sosiokulturelle læringsperspektivet vektlegger hvordan læring skjer gjennom samhandling med andre. Herunder belyses også underretningen datastøttet samarbeidslæring (Computer-supported collaborative learning, CSCL).

Funnene fra analysen viser at elevene gradvis anvender mer fagbegreper utover i oppgaveløsningen. AR-verktøyet blir et foreløpig kommunikasjonsverktøy, og som skaper muligheter for å referere til modellene på forskjellige måter. Modellene med tilhørende animasjoner og tekstbokser virker å danne en felles visualiseringsarena for elevene, noe som igjen gjør at elevene klarer å prate fag på et tidlig nivå.

ABSTRACT

Learning technology opens up a number of opportunities to learn. Often in everyday life, this learning takes place in collaboration with other people - both in formal and informal arenas. It is nevertheless not a given that people know how to cooperate with each other in the first place, nor when technology becomes part of the context where learning is to take place. Therefore, it is central to research the learning contexts that, among other things, use technology, collaboration and learning together.

In this master's thesis, I examine in more detail how augmented reality (AR, extended reality) can facilitate cooperative learning. The thesis attempts to answer the question: How can the use of augmented reality facilitate professional reasoning during cooperative learning in science? The project investigates in more detail how nine students from a high school in Oslo use the AR tool Ludenso Explore. In groups of three, the students will solve a task about protein synthesis in science. The AR-models the students use to solve the tasks, are a collaboration with the Ludenso – a company located in Oslo that connects physical textbooks and technology using augmented reality. Through the collaboration, two animated 3D models with associated text boxes have been developed. They reflect two of the steps involved in protein synthesis.

The project has a qualitative approach to method and uses video observation and interviews to collect data. The video data is analyzed using interaction analysis and is supplemented by four students' subjective experiences through the interviews. The findings from the analysis are discussed against the theoretical framework of sociocultural learning theory, and in consideration of previous research on AR in education and cooperative learning. The sociocultural learning perspective emphasizes how learning takes place through interaction with others. Also, the perspective of computer-supported collaborative learning (CSCL) is also highlighted.

The findings from the analysis show that the students gradually use more subject terms beyond the task solutions. The AR tool becomes a preliminary communication tool and creates opportunities to refer to the models in different ways. The models with accompanying animations and text boxes seem to form a common visualization arena for the students, which in turn makes it possible for students to discuss subjects at an early level.

Forord

Først og fremst, nå er jeg stolt – for en godfølelse, gledesrus og mestring det er å kunne levere i fra seg en masteroppgave!

I arbeidet med oppgaven vil jeg gi en ekstra takk til Anders Kluge for god veiledning, tålmodighet og et godt samarbeid. Jeg vil også rette en stor takk til Ingrid og resten av gjengen i Ludenso for all veiledning og hjelp, velviljen og samarbeidet med å lage modellene. Ikke minst for muligheten til å skrive og lån av teknologien. Til lærer som ville være med, og til elevene for deltakelse i prosjektet og alt engasjement!

Ikke minst, til de hjemme som alltid støtter og heier, og til søsknene som inspirerer uten like.

God lesning!

Oslo, mai 2023

Silje Balsnes Haugan

INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	III
ABSTRACT	IV
FORORD	V
INNHOLDSFORTEGNELSE	VI
FIGUROVERSIKT	IX
TABELLOVERSIKT	IX
1 INNLEDNING	1
1.1 AVGRENSING AV OPPGAVEN	2
2 TEORETISK RAMMEVERK	3
2.1 SOSIOKULTURELL LÆRINGSTEORI	3
2.1.1 <i>Verktøy, artefakter, og mediering</i>	4
2.1.2 <i>Sonen for proksimal utvikling</i>	5
2.1.3 <i>Støttestillas</i>	5
2.2 DATASTØTTET SAMARBEIDSLÆRING	6
3 TIDLIGERE FORSKNING PÅ AR OG SAMARBEID I NATURFAG	6
4 BESKRIVELSE AV PROSJEKT	10
4.1.1 <i>Overordnet beskrivelse av prosjektet</i>	10
4.1.2 <i>Gjennomføring av datainnsamling</i>	11
4.1.3 <i>AR-instruks og øvingsoppgave</i>	12
4.2 BESKRIVELSE AV AR-VERKTØY	13
4.3 UTFORMING AV AR-INNHOLD.....	15
4.3.1 <i>3D-modell og animasjon av proteinsyntesen i AR</i>	15
5 METODE	16
5.1 FORSKNINGSDESIGN.....	16
5.2 UTVALG	17
5.3 DATAINNSAMLING	17
5.3.1 <i>Observasjon</i>	17

5.3.2	<i>Intervju</i>	18
5.3.3	<i>Kombinering av videoobservasjon og intervju</i>	19
5.4	ANALYSE	21
5.4.1	<i>Kriterier for utvelgelse av datamateriale</i>	21
5.5	KRITISKE VURDERINGER AV FORSKNINGSPROSJEKTET	22
5.5.1	<i>Validitet</i>	22
5.5.2	<i>Reliabilitet</i>	22
5.5.3	<i>Generaliserbarhet</i>	24
5.6	ETISKE OVERVEIELSER, PERSONVERN OG FORSKERROLLE.....	25
6	ANALYSE AV DATAMATERIALE	26
6.1	ELEVENES OPPLEVDE FORKUNNSKAPER I FORKANT AV OPPGAVELØSNINGEN	26
6.2	ANALYSE AV OPPGAVELØSNING.....	27
6.2.1	<i>Gruppe 1/A</i>	27
6.2.2	<i>Gruppe 2/B</i>	35
6.2.3	<i>Gruppe 3/C</i>	40
6.3	OPPSUMMERING AV ANALYSEMATERIALE.....	47
7	DISKUSJON	49
8	KONKLUSJON OG AVSLUTTENDE BEMERKNINGER	57
8.1	KONKLUSJON	57
8.2	AVSLUTTENDE BEMERKNINGER	57
9	LITTERATURLISTE	58
10	APPENDIKS	62
10.1	APPENDIKS A – INSTRUKSJONSARK FOR OPPGAVELØSNING	62
10.2	APPENDIKS B – INSTRUKSJONSARK FOR AR	63
10.3	APPENDIKS C – BESKRIVELSE AV PROTEINSYNTESEN	65
10.4	APPENDIKS D – OPPGAVEARK, NATURFAG	67
10.5	APPENDIKS E – FELLES REKRUTTERINGSEPOST SENDT TIL SKOLER.....	69
10.6	APPENDIKS F – INTERVJUGUIDE, ELEVER.....	70
10.7	APPENDIKS G – INTERVJUGUIDE, LÆRER	72
10.8	APPENDIKS H – SØKNAD OM GODKJENNELSE HOS SIKT.....	73
10.9	APPENDIKS I – INFORMERT SAMTYKKE, ELEVER.....	75

10.10	APPENDIKS J – INFORMERT SAMTYKKE, LÆRER	77
-------	---	----

Figuroversikt

FIGUR 1 ILLUSTRERER HVORDAN ELEVENE FIKK TILGANG TIL AR-MODELLENE.	13
FIGUR 2 ELEVENE KUNNE VELGE MELLOM MODELLER I AR ELLER I 3D VED Å KLIKKE PÅ INNHOLDSMENYEN I HØYRE HJØRNE.....	13
FIGUR 3 ELEVENE FIKK EN BESKRIVELSE AV MODELLENE VED Å KLIKKE PÅ DE HVITE SIRKLENE. ØVERSTE RAD VISER TEKSTBOKSENE TIL MODELLEN "tRNA & mRNA". NEDERSTE RAD VISER TEKSTBOKSENE TIL MODELLEN "TRANSKRIPSJON".....	14

Tabelloversikt

TABELL 1 GJENNOMFØRING AV DATAINNSAMLING	20
TABELL 2 OVERSIKT OVER INNSAMLET DATA.....	20

1 Innledning

I økende grad bygges et samfunn med teknologisk infrastruktur, både ved å bygge på eksisterende strukturer og lage nye heldigitale. Som tidligere kunnskapsminister Torbjørn Røe Isaksen skrev i digitaliseringsstrategien for grunnopplæringen i 2017, er de fleste mennesker i dag «avhengige av å kunne bruke digital teknologi for deltakelse i samfunnslivet og i arbeidslivet» (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 3; Utdanningsdirektoratet, 2021). Seks år og en verdenspandemi senere, er teknologiutviklingen og digitaliseringen av samfunnet i full drift fremover og utsagnet minst like relevant. Det gjelder også innen skole- og utdanningssektoren.

Fagfornyelsen av kunnskapsløftet vektlegger teknologi i utdanningen for å kunne utdanne elever med kompetanse til å møte et samfunn i endring (NOU, 2018). Ved å forberede elevene til morgendagens oppgaver, skal undervisningen gjenspeile hvordan teknologi både kan løse og skape utfordringer (NOU, 2018). Like viktig, hvordan forskjellige teknologier kan anvendes for å tilnærme seg ny kunnskap og læring (ibid). Herunder påpeker NOU (2018) viktigheten av å hjelpe elevene å utvikle sin digitale kompetanse. Det er holder ikke at elevene får innføring i forskjellige teknologier – de må også få hjelp til å lære når det er hensiktsmessig å ta anvende teknologiene og i hvilke situasjoner (NOU, 2018). Det stiller samtidig krav til at samfunnet og forskningen kontinuerlig undersøker hvordan digitale verktøy kan anvendes, og understreker viktigheten av å utforske potensialet i teknologiene som kontinuerlig vokser frem. Altså kan man prate om utviklingen av elevenes digitale ferdigheter- og kompetanse på en side, og utviklingen av de digitale verktøyene elevene skal kunne lære å anvende på den andre.

Tilføyelsen av samarbeid kommer av at mange av arbeidsoppgavene i arbeidslivet skjer sammen med andre mennesker (NOU, 2018). Komplekse problemer løses gjerne i fellesskap, og på tvers av forskjellige kompetanser og institusjoner i samfunnet – både formelle og uformelle (Ludvigsen & Arnseth, 2017). Evne til å kunne kommunisere egne ferdigheter, formulere spørsmål og jobbe sammen med andre mennesker for å oppnå et felles mål, blir dermed sentrale ferdigheter (NOU, 2018). Det er samtidig ikke gitt at elever og andre automatisk vet hvordan man skal samarbeide, og heller ikke når teknologi blir en sentral del av likningen. Teknologi endrer måten vi lærer og kommuniserer med hverandre på (Ludvigsen & Arnseth, 2017). Det igjen gjør at de spillereglene for samarbeid som man kjenner til uten teknologi, ikke nødvendigvis gjelder med teknologi.

Fremskritt innen teknologibruk har endret måten utdanningsfeltet kan tenke læring og undervisning. Utviklingen av forskjellige læringsteknologier har gjort mulighetsrommet for nye måter å lære på enormt, og inkluderer i dag alt fra digitale nettkurs, til virtuelle klasserom og læringsspill. Augmented reality (AR) er en av teknologiene som har vist å forbedre studenters læring gjennom økt motivasjon og engasjement (Akçayir & Akçayir, 2017). AR, eller utvidet virkelighet på norsk, viser til en teknologi hvor virkeligheten tillegges et ekstra visuelt lag i form av datagenererte objekter (Azuma, 1997; Garzón, 2021). I motsetning til en virtuell virkelighet (VR, virtual reality) som erstatter den *faktiske* virkeligheten fullstendig, supplementerer AR. Underholdningsspillet pokémonGO eller snapchat-filtre er to hverdagslige eksempler på bruk av teknologien, og illustrerer hvordan virkeligheten utvides og sameksisterer med den virtuelle (Azuma, 1997). Andre anvendelsesområder er eksempelvis til trening og opplæring av ansatte eller i biler for å nevne noen (Akçayir & Akçayir, 2017).

Garzón et al. (2020) påpeker at det gjennomgående er studier hvor AR brukes i utdanning som mangler forankring i pedagogiske tilnærminger. Det til tross for at anvendelsen av teknologien tenderer å være mer effektivt for læring når det ligger en pedagogisk tilnærming til grunn (Garzón, 2021). Av disse, har læring under samarbeid vist å være effektivt (Garzón, 2021; Garzón et al., 2020; Jeong et al., 2019).

1.1 Avgrensning av oppgaven

Formålet med masterprosjektet er å undersøke hvordan AR-verktøyet «Ludenso Explore» legger til rette for læring under samarbeid – herunder samarbeidslæring spesifikt. Nærmere undersøker prosjektet hvordan elevenes samhandler med verktøyet, og hvordan verktøyet stimulerer til samarbeid blant elevene. På bakgrunn av formålet, er problemstillingen og forskningsspørsmål for oppgaven følgende:

Problemstilling: Hvordan kan bruk av augmented reality tilrettelegge for faglig resonnering under samarbeidslæring i naturfag?

- 1) Hvordan samhandler elevene med AR-verktøyet i oppgaveløsningen?
- 2) På hvilke måter stimulerer AR til samarbeid?

Omfanget av masteroppgaven er avgrenset til de observasjonene og intervjuene som har til hensikt å belyse forskningsspørsmålene. Selve utviklingen av AR-innholdet eller valg av oppgaven til elevene vil derfor ikke evalueres.

Gjennomgående i oppgavene anvendes begrepene masteroppgave og masterprosjekt om hverandre. Merk derfor at masterprosjektet refererer til selve prosjektet som er grunnlaget for arbeidet i masteroppgaven, mens masteroppgaven viser til arbeidsprosessen med å skrive og utarbeide masteroppgaven i sin helhet.

1.2 Oppgavens oppbygning

Denne masteroppgaven består av 8 kapitler i tillegg til litteraturliste og vedlegg fra forskningsprosessen. I **det første kapittelet** introduseres temaet for oppgaven, og beskriver problemstillingen og forskningsspørsmålet som masterprosjektet tar for seg. I **kapittel 2** beskrives videre oppgavens teoretiske rammeverk, og belyser her det sosiokulturelle læringsperspektivet og datastøttet samarbeid (CSCL). Det neste delen, **kapittel 3**, ser nærmere på tidligere forskning og hvordan AR i utdanning har blitt anvendt i spesielt STEM-fag (Science, technology, engineering, mathematics). Deretter beskrives prosjektet som er utført i forbindelse med masteroppgaven i **kapittel 4**, og belyser hvordan prosjektet har samlet data på en videregående skole i Oslo. I **kapittel 5** beskrives metodologiske overveielser underveis i prosjektet, og blant annet etiske vurderinger som er gjort underveis i prosessen. Herunder beskrives også metode- og analysevalg. Det neste, **kapittel 6**, viser et utdrag av det innsamlede materialet, og er valgt på bakgrunn av funnene som kom frem i analysen. **Kapittel 7** tar for seg oppgavens drøfting, og diskuterer funnene fra analysen opp imot det teoretiske rammeverket og tidligere forskning. Til slutt, i **kapittel 8**, oppsummeres funnene fra masterprosjektet og gir noen retninger for videre forskning. **Kapittel 9** viser til oppgavens litteraturliste for anvendt litteratur underveis, og **kapittel 10** til appendikser.

2 Teoretisk rammeverk

I det kommende kapittelet vil jeg beskrive det sosiokulturelle læringsperspektivet som utgjør oppgavens teoretiske rammeverk. Herunder vil jeg videre belyse datastøttet samarbeidslæring, som er en retning av teorien.

2.1 Sosiokulturell læringsteori

For masteroppgaven har jeg valgt å vektlegge sosiokulturell læringsteori inspirert av den russiske psykologen Lev Vygotsky. Læringsteorien beskriver hvordan mennesker lærer og kognitivt utvikler seg gjennom å samhandle med andre mennesker og omverdenen (Ormrod,

2016; Wertsch & Semin, 1991). Den vektlegger at kunnskap utvikles i et samspill av kulturelle, historiske og institusjonelle kontekster (ibid). Vygotsky (1978) mente at samhandling med omgivelsene er primært for å kunne si noe om verden. Når mennesker deltar i sosiale praksiser og videreformidler kunnskap til andre mennesker, deler de sin fortolkning av verden og hvordan den enkelte selv opplever og erfarer den (Ormrod, 2016). Elevene skaper og videreutvikler kunnskap gjennom å interagere og være i dialog med andre medstudenter eller lærer. Samtidig gis de tilgang og mulighet til å prosessere andres fortolkninger om verden og videre etablere sin egen tolkning. Den sosiale handlingen sees som noe mellomliggende mellom elevens mentale funksjoner og omgivelsene rundt. De mentale funksjonene utvikles ved å samhandle med mennesker og forskjellige redskap. Redskapene lar elevene kommunisere med hverandre, og formidle meningsinnhold og kunnskap (Ormrod, 2016; Wertsch & Semin, 1991).

2.1.1 Verktøy, artefakter, og mediering

Læringsteorien skiller mellom verktøyene redskaper (tools) og tegn (signs) (Wertsch & Semin, 1991). *Verktøy* viser til objekter med en tilstedeværelse i den fysiske verden og kan være alt fra en kaffekopp, til en datamaskin eller en bil. *Tegn* refererer til de kognitive, indre mentale redskapene som ikke kan observeres direkte eller eksisterer fysisk – eksempelvis tallsystemer, mnemoteknikker for å huske, eller symboler. I tillegg har man artefakter som viser til menneskeskapte fysiske verktøy hvor et objekt tillegges funksjon i måten mennesket bruker det på i en gitt sosial praksis (Ormrod, 2016; Wertsch & Semin, 1991). Hver kultur har fysiske og kognitive verktøy som forenkler og effektiviserer problemer og arbeidsoppgaver vi møter i hverdagen (Ormrod, 2016). Hvilke man har tilgjengelige og hvordan de brukes, er et resultat av menneskelig samhandling og deltakelse i sosiale praksiser som er videreført gjennom generasjoner.

Sentralt innenfor den sosiokulturelle teorien er mediering (Vygotsky, 1978; Wertsch & Semin, 1991). Wertsch og Semin (1991, s. 21) beskriver forholdet mellom en handling og et objekt som at «hver menneskelig handling medieres av et eller flere medieringsmiddel som språk og verktøy». I praksis betyr det at læring er en mediert handling. Formålet med læringen for masterprosjektet, er at elevene skal lære om proteinsyntesen. Hvordan elevene tilegner seg kunnskap om syntesen, kan for eksempel være gjennom undervisning, ved å løse arbeidsoppgaver, se en video eller jobbe med en læringsteknologi som AR. Elevene kan lære om syntesen på en mangfoldige måter, men de (t) verktøyene eller artefaktene som tas i bruk former handlingen (Wertsch & Semin, 1991). Læringstilnærmingen, medieringsmiddelet, former både måten og potensielt typen kunnskap elevene får om proteinsyntesen.

Vygotsky (1978) trekker frem at det viktigste verktøyet for læring og kognitiv utvikling er språk. Språket gjør at mennesker kan kommunisere med hverandre, og er nyttig i deling og formidlingen av kunnskap. Videre etablerte Vygotsky (1978) et skille mellom et hverdagslig språk som han anså som sentralt for sosialisering og kulturell overføring, og et vitenskapelig språk som i større grad omfattet læring og den kognitive utviklingen. Et mer faglig og presist språk muliggjør det for elevene å lære om kompleksiteten i fenomener, og kan videre utvikle deres tanker og forståelse for verden (Wertsch & Semin, 1991).

2.1.2 Sonen for proksimal utvikling

Videre formulerte Vygotsky (1978) en konseptualisering av hvordan en elev lærer gjennom to ferdighetsnivåer, og som sammen angir hvor i den kognitive utviklingen eleven er. *Det faktiske utviklingsområdet* viser til den kunnskapen eleven innehar her og nå, og kan bruke på egenhånd uten assistanse (Vygotsky, 1978; Wertsch & Semin, 1991). *Den proksimale utviklingssonen* viser til avstanden mellom det faktiske utviklingsområdet og hva eleven klarer med hjelp fra en mer kompetent person (ibid). Det er her barnet utfordres og gis muligheten til å utvide det aktuelle utviklingsnivået sitt gjennom sosial interaksjon og samhandling med andre. Utenfor den proksimale utviklingssonen ligger kunnskap som enda er for vanskelig, også med hjelp fra en voksen. Området blir gradvis oppnåelig etter hvert som eleven blir mer kunnskapsrik og utvider det faktiske utviklingsområdet, og dermed den proksimale sonen (ibid). Grenseområdene flyttes, slik at kunnskap som tidligere var helt utenfor rekkevidde, blir mulig med hjelp fra en mer kompetent annen (Tabak & Kyza, 2018; Wood et al., 1976) Samtidig beskriver ferdighetsnivåene elevens individuelle kognitive utvikling (ibid). Det betyr i praksis at grensene for hvor de ulike sonene går er individuelle, og varierer mellom elever. På en arena med flere lærende, slik som en skoleklasse, kan spennet mellom hva en elev klarer med hjelp fra en mer kompetent annen kontra alene kan være stort.

2.1.3 Støttestillas

Scaffolds eller støttestillas på norsk, viser til pedagogiske støttestrukturer som kan fasilitere og støtte utvikling av lærende sitt kunnskapsnivå i den proksimale utviklingssonen (Tabak & Kyza, 2018; Wood et al., 1976). Stillasene har til formål å støtte oppunder den lærende sin læringsprosess, og muliggjør oppgaver eleven ellers ikke ville fått til uten hjelp (ibid). Altså kan man forstå stillasene som en støttefunksjon som bygger oppunder og rundt elevens læring, slik at han eller hun klarer å løse oppgaven. Uten stillaset er ikke oppgaven oppnåelig. I utdanningssammenheng, viser Wood et al. (1976) spesielt til lærerens rolle som et slikt stillas i

klasserommet. Stillas kan forekomme både i form av et mer kompetent menneske, men også distribueres til eksempelvis en programvare Tabak og Kyza (2018).

Tabak & Kyza (2018) sammenfatter Wood et al. (1976) sine seks forskjellige funksjoner eller formål for når pedagogiske støttetilas kan være hensiktsmessig å anvende. Det første formålet viser til modellering av idealet og omhandler at eleven kan få demonstrert hvordan oppgaven skal utføres. Det andre formålet viser til reduksjon av kompleksitet. Det tredje formålet omfatter unngåelse av frustrasjon. Det fjerde viser til formålet av å skape interesse rundt oppgaven. Det femte formålet viser til opprettholdelse av motivasjon gjennom oppgaven, og til slutt det sjette som omhandler å belyse forskjellen på nåværende og ideell prestasjon (Tabak & Kyza, 2018, s. 192). Funksjonene viser til situasjoner hvor pedagogiske stillas kan være nyttig. Mulighetene for å tilpasse oppgaven innenfor disse, er derimot fritt til den mer kompetente som skal bygge stillas.

2.2 Datastøttet samarbeidslæring

Datastøttet samarbeidslæring (CSCL, Computer-Supported Collaborative Learning) er et tverrfaglig fagfelt med utgangspunkt i sosiokulturell teori, og vektlegger hvordan teknologiske verktøy kan benyttes for å fremme og støtte læring i samarbeidskontekster (Jeong et al., 2019; Ludvigsen & Arnseth, 2017). Teknologien blir i lys av det sosiokulturelle perspektivet et artefakt som medierer elevenes læring (Jeong et al., 2019). Elevene kan samhandle og interagere med artefaktet, og gis rom til å diskutere og skape mening sammen med medstudentene (Suthers, 2006).

3 Tidligere forskning på AR og samarbeid i naturfag

I det neste kapittelet beskrives litteraturgjennomgangen for masterprosjektet. Videre presenteres noen av artiklene fra gjennomgangen, før de mot slutten sees i sammenheng og presenteres i kort oppsummering av relevant forskning på fagfeltet.

God kjennskap til faglitteraturen er sentralt for å forstå hvor forskningen er kommet, og hva som er nåværende kunnskapsmangler for å kunne videreutvikle feltet (Thagaard, 2013). Et litteratursøk på augmented reality i utdanning viste resultater på tvers av retninger, studienivå, og pedagogiske tilnærminger. Jeg har valgt å begrense gjennomgangen til samarbeidslæring (med og uten datastøttet-), og augmented reality i utdanning. Sistnevnte er avgrenset til

fortrinnsvis STEM-fagene naturfag, teknologi, ingeniør, og matematikk. Anvendte søkemotorer er ERIC, Oria, og Google Scholar.

Akcayir og Akcayir (2017) utførte en systematisk litteraturgjennomgang på bruken av AR i utdanning i tidsperioden 1980 til 2015. Forfatterne undersøkte spesifikt 1) distribusjonen i antallet publiserte studier, 2) hvilke deltakere som vanligvis ble valgt i studiene, 3) fordelene og 4) utfordringer knyttet til bruk av AR i utdanning. Resultatene viste at antall studier om AR i utdanning hadde en drastisk økning i 2011. De fleste studiene hadde elever i grunnskolen og videregående skole (51%) som deltakere, etterfulgt av universitet studenter som den nest populære gruppen (29%). Over halvparten av studiene (60%) benyttet seg av AR- teknologi på mobile enheter. Videre illustrerer gjennomgangen at AR i utdanning fremmer bedring i elevers læringsprestasjoner og gir økt motivasjon for læring. Av pedagogiske bidrag kan AR medvirke til å gjøre læringen mer lystbetont, skape faglig engasjement, og la elever ta egne beslutninger. Økning i elev-elev-interaksjon, og interaksjon mellom elever og læringsmateriellet blir også trukket frem som en fordel ved bruk av AR. Samtidig viser gjennomgangen at det er en rekke utfordringer knyttet til bruken. Majoriteten av disse er relatert til tekniske aspekter og selve AR-applikasjonen, der brukervennlighet i form av «vanskelig å bruke» var den mest rapporterte utfordringen. Gjennomgangen til forskerne viser en omfattende oversikt av forskningen på AR i utdanning frem til 2015.

Bacca et al. (2014) undersøkte bruken av AR i utdanningssammenheng på tvers av 32 studier utført i tidsrommet 2003-2013. Forfatterne undersøke fordeler og begrensninger med teknologien, dens effektivitet, utfordringer og egenskaper på tvers av forskjellige læringskontekster. Resultatene viste at AR i utdanning har økt siden 2010, der majoriteten av forskningen er gjort innen høyere utdanning og fagområdene naturvitenskap, humaniora, og kunst. Forfatterne fant at interaksjon, samarbeid og motivasjon som noen av strykene med å ta i bruk teknologien. Samtidig kan AR gi bedre læringsmotivasjon, engasjement og positive holdninger. En av de nevnte utfordringene var opprettholdelse av AR-innholdet – altså at AR-innholdet forsvinner og blir vanskelig å bruke, enten grunnet feil i appen eller utfordringer med markørene. En annen var hvorvidt teknologien potensielt forstyrrer naturlig interaksjon med andre. Overordnet finner forfatterne en rekke aspekter som de mener bedrer og utfordrer bruk av AR i utdanningssammenheng, der de etterspør videre forskning på disse.

Garzón et al. (2020) gjennomførte på sin side en kvantitativ meta-analyse for å undersøke hvordan pedagogiske tilnærminger påvirker effekten av AR på læringen. Forskerne fant

indikasjoner på at forskjellige pedagogiske tilnærminger var av betydning for studentenes læringsutfall, der tilnærming med samarbeid hadde høyest effekt.

Jeong et al. (2019) utførte en metastudie der forskerne undersøkte CSCL og dens effekt i STEM-læring. På tvers av 143 studier i tidsperioden 2005 til 2014, så forskerne nærmere på 1) den overordnede effekten til CSCL i STEM i lys av samarbeid, og 2) i hvilken grad CSCL modereres av forskjellige faktorer – deriblant typer samarbeid, pedagogiske tilnærminger, utdanningsnivå og domene læringen skjedde innefor. Resultatene viste at blant annet for det første spørsmålet at CSCL hadde størst effekt på elevenes læringsprosesser. For det andre spørsmålet, var det teknologi og pedagogisk tilnærming som modererte utfallene mest. Funnene indikerer overordnet at det er gjort noe forskning på CSCL i lys av STEM-fag, hvor blant annet pedagogikken som ligger til grunn for disse, er sentralt for utbyttet.

Sontay og Karamustafaoglu (2021) undersøkte hvordan ni sjetteklasseselever opplevde bruk av AR i naturfagundervisningen for å lære om tre sentrale systemer i kroppen. Respirasjonssystemet, sirkulasjonssystemet og skjelett- og muskelsystemet ble undervist hver for seg, der elevene underveis fikk samhandle med en representativ 4D-modell for hvert av systemene. Gjennom bruk av semistrukturerte intervju og en deskriptiv analysemetode, analyserte forskerne hva elevene følte de lærte for hvert av de tre systemene og elevenes begrunnelse til hvorfor hvert av systemene var nødvendig. I intervjuene trakk elevene frem at de gjenkjente systemenes strukturer, og fikk nøye utforsket hvordan arbeidsprinsippene for hvert av dem fungerte. De nevnte å få en bedre forståelse for strukturer og organer, samtidig som timen opplevdes gøy og økte motivasjonen. Funnene gir et innblikk i hvordan elever opplever bruk av AR i undervisning. Samtidig belyser de hvordan AR kan anvendes for å hjelpe elever å forstå komplekse konsepter gjennom en visualisering av systemet.

Matcha og Rambli (2013) utførte en eksplorerende studie hvor de undersøkte hvordan bruk av augmented reality kan fasilitere datastøttet samarbeidslæring. I åtte grupper på to elever, ble elevene bedt om å løse en oppgave knyttet til elektriske kretser i naturfag ved hjelp av AR. Forfatterne brukte videoopptak for å observere hvordan elevene fysisk samhandlet med verktøyet AR-verktøyet under oppgaveløsningen, og brukte et kodingsskjema for å observere både non-verbal og verbal kommunikasjon. Funnene viste at elevene utøvde en rekke forskjellige typer interaksjoner. Forfatterne understreker viktigheten av å rom for at samarbeid skal skje, og behovet for å støtte oppunder interaksjonen mellom elevene og til AR-systemet. De konkluderer med at AR kan være et effektivt verktøy for samarbeidslæring.

I en annen studie, undersøkte Cai et al. (2017) hvordan 38 åttendeklassinger lærte om magnetiske felt i fysikk gjennom bruk av enten AR eller tradisjonelle læringsverktøy. Forskerne anvendte et kvasi-eksperimentelt forskningsdesign der elevene i kontrollgruppen fikk forklart magnetiske induksjonslinjer, mens eksperimentgruppen skulle utforske og tilegne seg kunnskap om linjene. Elevenes kunnskap ble målt gjennom tre tester: umiddelbart før oppgaveløsningen, umiddelbart etter, og en tredje gang uken i etterkant. Forskerne samlet også data fra et spørreskjema, og enkeltelever ble intervjuet. Funnene fra datamaterialet viste at AR-programvaren hjalp elevene å bedre forstå og visualisere magnetiske felt og linjer mer intuitivt, men også til å huske innhold over en lengre tid. Elevenes motivasjon og interesse var også signifikant for eksperimentgruppen.

Yen et al. (2013) undersøkte hvilken effekt en 2D-animasjon, en 3D-simulering, og AR hadde for utvikling av 104 collestudenters konseptforståelse om månefaser i astrologi. Forskerne studerte også deres læringsprestasjon på tvers av de tre tilnærmingene. Gjennom bruk av et kvasi-eksperimentelt forskningsdesign og ANOVA-analyse, fant forskerne at alle tre tilnærmingene forbedret studentenes prestasjon. Elevene i AR-gruppen hadde høyest skår for konseptforståelse, men denne var ikke signifikant. Derimot viste både AR og 3D-gruppen betydelig høyere motivasjon og konsentrasjon knyttet til oppgaven for hånd. Funnene illustrerer effekten av visuelle verktøy i læringen av abstrakte konsepter, og gir et innblikk i forskjellen mellom dem.

Wang et al. (2014) undersøkte 40 universitetsstudenters læringsatferd og atferdsmønstre mens elevene samarbeidet om å løse en oppgave om elastisk kollisjon. Studentgruppen ble delt i to, der den ene halvdel av studentene fikk tilgang til en AR-simulering med 3D-modeller, mens den andre halvdel hadde tilgang til en 2D-versjon. Funnene viste at både 2D og 3D-simuleringene støttet elevenes utforskende læring, og var spesielt nyttige i å hjelpe studentene organisere og tolke data – studentene fikk støtte til å bedre bygge og tillegge sin egen kunnskap rundt dataene. Derimot viste også funnene at gruppen med AR-simuleringer i større grad ble engasjerte jevnt over i utforskelsesprosessen.

En nyere studie fra Gregorcic og Torkar (2022) studerte hvordan første videregående elever forsto sirkulasjonssystemet ved hjelp av et AR-verktøy i bøker. Fokuset for analysen var hvordan elevene responderte på tre dimensjoner knyttet til systemet. Disse tre var 1) hvordan elevene responderte på verktøyets strukturer og organisering, 2) verktøyets atferd når det ble samhandlet med, og 3) dets funksjon i sin helhet under studien. Åttifem elever ble delt i to grupper, der den ene halvparten fikk undervisning om sirkulasjonssystemet gjennom ei tekstbok

med tilhørende AR-innhold. Den andre gruppen fikk kun undervisning med tekstboka, uten AR-innholdet. Underviseren var den samme for begge gruppene. Studien hadde en kvantitativ tilnærming. Resultatene viste at begge gruppene utviklet bedre konseptuell forståelse, men at eksperimentgruppen med AR-innhold hadde en signifikant bedre kunnskap av selve systemet. Funnene indikerer at visualisering ga mer effektiv støtte for læringen sammenlignet med kontrollgruppen. Samtidig illustrerer studien nytteverdien av video for å støtte oppunder elevenes helhetlige forståelse for det konseptet som skal læres.

Oppsummert viser litteraturgjennomgangen gjennomgående at AR i undervisning har en betydelig effekt på elevers motivasjon og læringsprestasjon. Forskere har undersøkt bruken på tvers av tilnærminger som utforskende læringsdesign, samarbeid i par og grupper, og mer passiv tradisjonell undervisning. Utover engasjement og motivasjon blant elever, har AR i utdanning vist et potensiale på tvers av fagdisipliner og anvendelsesområder. Teknologien kan hjelpe lærende å gjøre abstrakte konsepter håndterbare og engasjerende, men også hjelpe elevene med å strukturere innhold og skape bedre forståelse for tematikken elevene jobber med. Nyere funn viser at kompleksiteten reduseres når elevene gis en visualisering av tematikken og kan hjelpe elevene å huske over tid gjennom å konkretisere abstrakte og kompleks tematikk.

4 Beskrivelse av prosjekt

Det kommende kapittelet presenterer hvordan masterprosjektet har samlet data. Den første delen beskriver prosjektet overordnet, og deretter gjennomføringen av selve datainnsamlingen. Videre presenteres oppgaven elevene fikk tildelt i detalj, samt AR-verktøyet de kunne samhandle med underveis. Til slutt beskrives prosessen rundt utarbeidelse av AR-innholdet.

4.1.1 Overordnet beskrivelse av prosjektet

For å undersøke hvordan bruk av AR kan tilrettelegge for samarbeidslæring i naturfag, har masterprosjektet samlet empiriske data fra en privat videregående skole i Oslo. Deltakerne i studien var elever fra førstetrinn, og tilhørte en klasse med ekstra fokus på realfag. Over to innsamlingsdager ble det tatt videoopptak av oppgaveløsningen til tre elevgrupper, og gjennomført fire elevintervju og ett med lærer. Nærmere beskrivelse av utvalg og metodevalg presenteres i kapittel 5. I forkant av datainnsamlingen ble det gjennomført et møte med lærer for å kartlegge interesse og mulighet for gjennomføring av prosjektet. Her ble det videre avklart

tidspunkt for gjennomføring, og hvilken tematikk som var aktuell i lys av elevenes undervisningsplan. Mulighetsrommet rundt modeller knyttet til proteinsyntesen ble diskutert med Ludenso. Proteinsyntesen var mulig å gjennomføre, og utformingen av AR-innhold ble påbegynt.

Masterprosjektet har vært et samarbeid med Ludenso – en bedrift som binder fysiske lærebøker og teknologi sammen gjennom bruk av utvidet virkelighet. Ludenso har utviklet en app som lar bokforlag tillegge sidene i lærebøkene AR-representasjoner, enten det er animasjon, bilde, lyd eller video. Når lærere og elever har den fysiske boka fra forlaget i klasserommet, kan de parallelt velge å laste ned appen fra Ludenso til sine mobile enheter og få tilgang til de AR-representasjonene som forlaget har lagt inn. Bedriften har blant annet samarbeid med bokforlag som Aschehuogh og Sage innen flere fag. For masterprosjektet har vi sammen utarbeidet et AR-innhold i form av å finne aktuelle modeller, tilpasse og tillegge disse animasjoner og tekst. Det er også Ludenso sin teknologi som er anvendt i klasserommet. Ludenso anvender markørbasert sporing for å få frem AR-innholdet (Syed et al., 2022), herunder bildesporing (image-tracking) i bøkene, og plansporing (planar-tracking) for å sette modellene ut i rommet.

4.1.2 Gjennomføring av datainnsamling

Gjennomføringen av datainnsamlingen ble utført over to dager: tirsdag og onsdag i samme uke. Den første dagen hadde elevene naturfagstime som samlet klasse fra kl. 08:30-11:50. Første halvdel av undervisningsøkta brukte lærer til introduksjon og gjennomgang av proteinsyntesen, mens andre halvdel gikk til oppgaveløsningen med AR i grupper. Elevene hadde tidligere gjennomgått DNA, men ikke proteinsyntesen spesifikt. Tematikken var dermed relativt fersk blant elevene i forkant av innsamlingen.

Observasjonssesjonen startet med at gruppe 1/A satte seg rundt et bord, med ryggen til kamera. Elevene fikk kort informasjon om hvem jeg var, hva jeg studerte, og formålet med prosjektet. Videre ble de gitt mulighet til å stille spørsmål og gitt informasjon om hvordan de kunne trekke samtykket sitt i ettertid, før de signerte samtykke. Deretter ble de gitt en muntlig gjennomgang av innholdet på bordet og elevene fikk informasjon om disponibel tid som var 15-20 minutter på oppgaveløsningen. Deretter ble opptaket startet. På bordet lå det et instruksjonsark for oppgaven (Appendiks A), et instruksjonshefte for AR (Appendiks B) og beskrivelse av proteinsyntesen (Appendiks C), en oppgavebeskrivelse (Appendiks D) og en iPad med applikasjonen «Ludenso Explore» nedlastet. Instruksjonsarket for oppgaven ba elevene om å 1) lese gjennom en AR-instruks, og 2) løse en øvingsoppgave om proteinsyntesen. Avslutningsvis oppmuntret instruksjonen elevene til å repetere proteinsyntesen en gang til, dersom de hadde glemt noe. Etter

fullført observasjonssesjon, ble elevene takket for deltakelse og de returnerte til klasserommet. Gruppe 2/B ble sendt inn og fulgte tilsvarende prosedyre, og til slutt gruppe 3/C. Det er verdt å bemerke at AR-innholdet spesifikt for proteinsyntesen ble forbeholdt elevene som deltok i studien. Øvrige elever jobbet med oppgaver knyttet til det samme temaet, men hadde ikke AR tilgjengelig som verktøy.

Den andre dagen, påfølgende dag, ble fire elever og en lærer intervjuet hver for seg. Både intervju av lærer og elever foregikk på ettermiddagen. Elevintervjuene ble gjennomført i tilfeldig rekkefølge under elevens fritimer. Alle intervjuene ble utført på et grupperom og gjort lydopptak av. Deltakerne ble bedt om å bekrefte sitt samtykke før opptaket ble startet. Ved slutten av intervjuet ble elevene takket for deltakelse, før de returnerte til fritimen sin.

4.1.3 AR-instruks og øvingsoppgave

AR-instruksen var en trinnvis veiledning for hvordan elevene fikk tilgang på AR-innholdet via iPaden, og illustrerte hvilke funksjoner og muligheter som eksisterte innad i applikasjonen (se appendiks B). Den inkluderte 5 steg, og hadde til hensikt å gi elevene en kort innføring og mulighet til å bli kjent med verktøyet. Merk at masterprosjektet anvendte kopier av enkeltsider hentet fra kapittel 8 om Arv fra boka Naturfag SF. Fordi iPaden allerede hadde «Ludenso Explore»-appen nedlastet, fikk elevene også beskjed om å hoppe over det første steget. I det andre steget ble elevene bedt om å skanne en anvist QR-kode med vanlig kamera, som videre åpnet til «Ludenso Explore»-appen. Videre, i steg tre ble elevene bedt om å skanne side 280 og 281 i Naturfag SF for å få opp 3D-animasjoner over boken. Steget inkluderte et skjermbilde av side 280. I steg fire ble elevene bedt om å klikke på «content» nede til høyre for å 1) plassere en 3D-modell i rommet i AR, eller 2) for å se 3D-modellen mot en lilla bakgrunn. Videre, en forklaring om å klikke på «place object» for å plassere 3D-modellen i rommet. I det femte og siste steget inkluderte en forklaring om de hvite sirklene. Ved å klikke på en av disse, ville elevene kunne lese mer om 3D-modellene.

Øvingsoppgaven om proteinsyntesen ble utvalgt av lærer, og er hentet fra nettressursplattformen NDLA – Nasjonal digital læringsarena. Oppgaven er hentet fra vg1 studieforberedende utdanningsprogram i naturfag, og har blitt utarbeidet med utgangspunkt i kompetansemålet «eleven skal kunne beskrive DNA og hvordan egenskaper arves, og gjøre rede for hvordan arv er en forutsetning for evolusjon» (Utdanningsdirektoratet, 2020). Proteinsyntesen tilhører temaet arv og evolusjon, og mer spesifikt arvestoffet. Selve øvingsoppgaven gikk ut på at elevene skulle beskrive proteinsyntesen ved å a) lage en skisse, deretter b) muntlig fortelle hverandre hva som skjer i proteinsyntesen, og til slutt c) notere

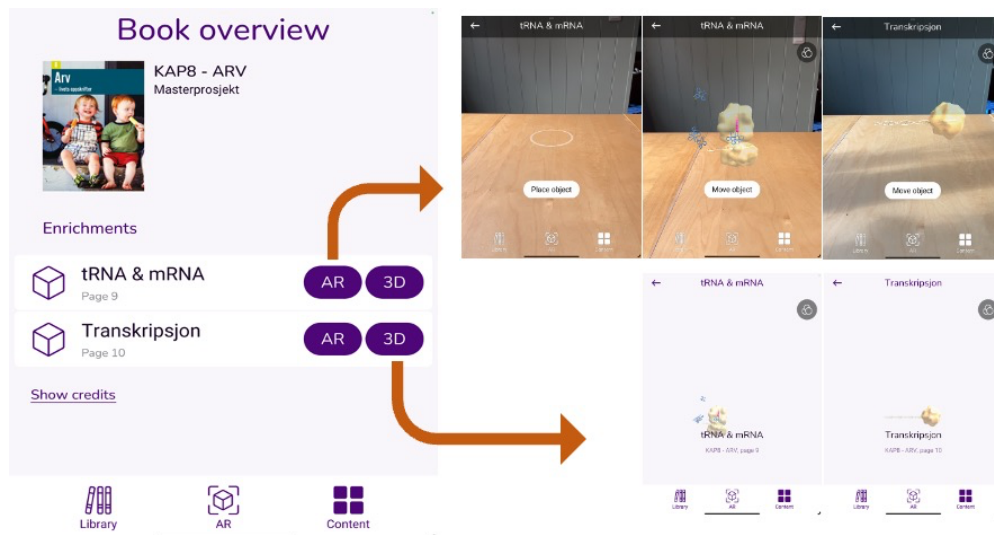
stegvis innholdet i syntesen (se appendiks D). Avslutningsvis kunne de repetere syntesen hvis de hadde glemt noe (NDLA, 2020).

4.2 Beskrivelse av AR-verktøy

For å ta i bruk AR-innholdet måtte elevene først skanne en gitt QR-kode med iPaden sitt vanlige kamera (se figur 1). Derfra fikk elevene opp en link til den digitale boka som ledet videre til kamera i Ludenso Explore-appen. 3D-modellene ble synlig på to måter: enten ved å skanne sidene med innlagt AR-innhold, eller ved å trykke på content-menyen (heretter innholdsmenyen) nede i høyre hjørne. Innholdsmenyen viste forsidebilde og tittel av den aktuelle boka, og det innlagte innholdet. Her kunne de også velge hvorvidt de ønsket å se modellen i AR i omgivelsene rundt seg eller i 3D på skjermen.



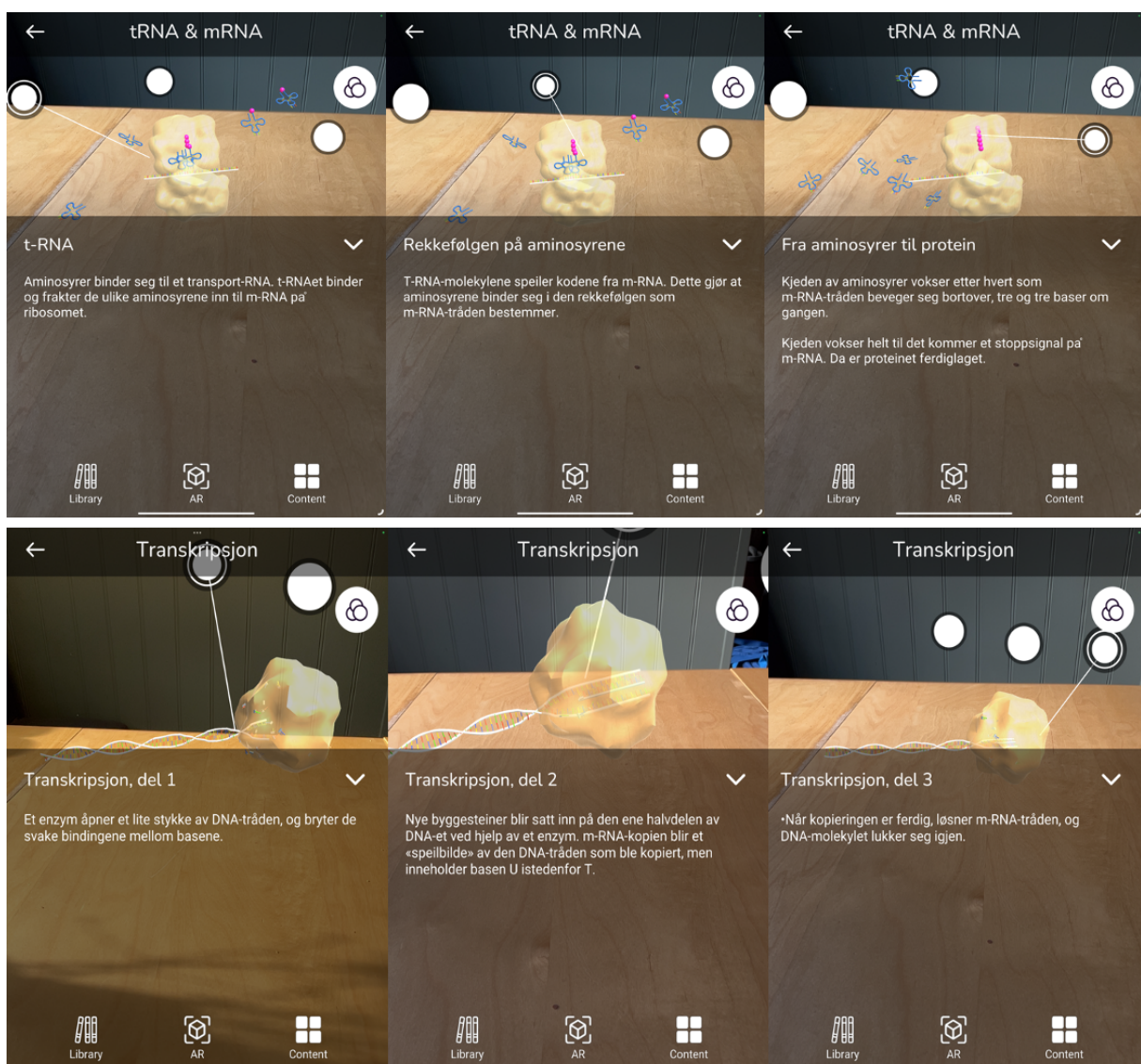
Figur 1 Illustrerer hvordan elevene fikk tilgang til AR-modellene.



Figur 2 Elevene kunne velge mellom modeller i AR eller i 3D ved å klikke på innholdsmenyen i høyre hjørne.

Elevene hadde tilgang til to animerte 3D-modeller som gjenspeilte de forskjellige stegene av proteinsyntesen (se figur 2). I den første modellen, Transkripsjonsmodellen, illustreres det første steget hvor genet blir kopiert i cellekjernen og danner mRNA. Modellen inkluderer en

DNA-tråd med navngitte og korresponderende basepar og et enzym. I animasjonen beveger DNA-tråden seg mot enzymet og splitter tråden. Videre strømmer det frie baser til, og kopierer den ene DNA-tråden og danner mRNA. Første del av DNA-tråden og mRNA-tråden har fått tillagt bokstaver, og samsvarer overens med teori og eksemplene fra boka. Den andre modellen, navngitt tRNA & mRNA, gjenspeiler et av sluttstegene i syntesen. Modellen består av et ribosom, mRNA-tråden og tRNAer. Animasjonen illustrerer hvordan tRNA frakter aminosyrer i cellen til riktig plass i ribosomet og den påkoblede mRNA-tråden. tRNA berører mRNA-tråden inne i enzymet, etterlater aminosyren (de rosa kulene), og forsvinner ut i cellevæsken igjen.



Figur 3 Elevene fikk en beskrivelse av modellene ved å klikke på de hvite sirklene. Øverste rad viser tekstboksene til modellen "tRNA & mRNA". Nederste rad viser tekstboksene til modellen "Transkripsjon".

På alle modellene, uavhengig om de var i AR eller 3D, kunne elevene få opp tilhørende tekstbokser med beskrivelse av elementer i modellen. Teksten var en forkortelse av beskrivelsen i boka og hadde derfor samme ordlyd, men i et mer kortfattet format. Elevene kunne trykke seg gjennom totalt seks slike bokser, og fikk tilgang til de ved å trykke på «de hvite sirklene» (se figur 3). Utover tekstboksene kunne elevene gjøre kjente touch-kommandoer som å forstørre og gjøre modellen mindre med to fingre, rotere den både med og mot klokken, og opp og ned. Fordi teknologien i Ludenso-verktøyet benytter forskjellige typer tracking, kunne elevene i tillegg bevege seg fysisk rundt 3D-modellen med kamera. Denne gjorde det også mulig for elevene å plassere og posisjonere modellene rundt i rommet uten å være avhengige av en markørtrigger i eksempelvis boka.

4.3 Utforming av AR-innhold

4.3.1 3D-modell og animasjon av proteinsyntesen i AR

AR-innholdet av proteinsyntesen ble designet og utarbeidet spesifikt for masterprosjektet i samarbeid med teamet i Ludenso. Valget om proteinsyntesen ble i hovedsak gjort for å imøtekomme hvor elevene befant seg i undervisningsplanen under datainnsamlingen. Samtidig ble syntesen nevnt av lærer som en utfordrende tematikk for elevene, og et tema hvor det ville vært spennende å forsøke AR som en alternativ tilnærming. I lys av forskningsspørsmålene, var et designmessig krav at elevene skulle ha rom for interaksjon og samhandling med innholdet. Modellen måtte derfor ha en grad av interaktivitet, her definert som noe å fysisk endre på, der innholdet inkluderte noe «mer» enn en video eller statiske 3D-modeller.

Det endelige AR-innholdet er et resultat en designprosess mellom meg og Ludenso i perioden desember 2022 til midten av februar 2023. I all korthet har hendelsesløpet vært at det har vært gjennomgått en rekke 3D-modeller, blitt valgt to, og justert disse i henhold til nettressurser fra NDLA og lærerboka Naturfag SF (tekst, bilder, video, og simuleringer). Lærerboka tilhører et av forlagene Ludenso har et pågående samarbeid med, og er ei lærerbok som deltakerskolen har hatt noe tidligere kjennskap til. For å samkjøre innholdet med aktuelle ressurser hos skolen og Ludenso sitt samarbeidsforlag, ble begge deler brukt som inspirasjon til utformingen av endelig innhold.

Proteinsyntesen handler om hvordan proteiner lages, og er en stegvis prosess. Som beskrevet ovenfor, fikk elevene tilgang på to animerte 3D-modeller: en for transkripsjonsprosessen og en som gjenspeiler translasjonsfasen (mRNA & tRNA). Begge modellene fikk tillagt bevegelse og skrift, og plassert inn på tiltenkt sidetall via forfatterverktøyet Ludenso Studio.

5 Metode

For å undersøke hvordan elevene anvender AR i oppgaveløsningen og resonnerer rundt egen læringsprosess, har jeg valgt en kvalitativ tilnærming til metode. En kvalitativ tilnærming er hensiktsmessig å anvende når man ønsker å undersøke sosiale fenomener i dybden (Thagaard, 2013). Metodikken vektlegger meningsinnhold og dybdekunnskap, og viser til prosesser som ikke kan vektes i tall (ibid). Jeg har valgt tilnærmingen for å kunne få en mer dyptgående innsikt rundt hvordan elevene samhandler med et AR-innhold for proteinsyntesen, og hvilken rolle teknologien har i elevens læring og kunnskapsdeling. Observasjon gjør det mulig å undersøke det sosiale samspillet mellom elevene og læringsteknologien, og mens intervju gir kunnskap om hvordan elevene selv opplever og reflekterer rundt læringskonteksten.

I det kommende kapittelet beskrives metodologiske avveininger for utførelsen av prosjektet – hvordan veien fra problemstilling til resultater, analyser og konklusjoner har blitt til. Kapittelet vil først beskrive forskningsdesignet, og deretter utvalget og metodeteknikkene anvendt under datainnsamlingen. Avslutningsvis beskrives analysemetode, analysekriterier og transkriberingsprosessen.

5.1 Forskningsdesign

Forskningsdesignet sier noe om hvordan prosjektet er utformet, og angir en plan for hvordan problemstillingen skal besvares (Thagaard, 2013). Herunder knyttes metode, utvalg og analyseoverveielser sammen, og utførelsen av prosjektet blir planlagt i lys av eksterne forhold som eksempelvis tidsramme og ressurser til rådighet (ibid). Designet angir den faglige konteksten for prosjektet, gjennom å presisere hva som skal studeres, hvem deltakerne er, sted for utførelse, og hvordan i form av praktiske overveielser (Thagaard, 2013).

Mitt masterprosjekt er strukturert som en empirisk observasjonsstudie supplert med intervjudata. Det har til formål å undersøke hvordan AR anvendes som et verktøy for faglig resonnering i samarbeidslæring, og har et fokus på elever i videregående skole. Prosjektet utføres på en privat videregående skole i Oslo, og samler data gjennom en kvalitativ tilnærming til metode. Herunder anvendes ikke-deltakende observasjon og semistrukturerte intervju som innsamlingsteknikker, der observasjon angir primærdata mens intervju har til hensikt å supplere. For å analysere observasjonsdataene anvendes interaksjonsanalyse.

5.2 Utvalg

Deltakerskolen ble rekruttert gjennom en felles epost (se appendiks E) sendt ut til skoler i nrområdet av campus Blindern, i Universitetet i Oslo. Kriteriene for deltakelsesskole var 1) lokalisasjon i omegn campus Blindern, Universitetet i Oslo; 2) en lærer innen STEM – helst naturfag eller matematikk, og 3) videregående nivå som et minimum. Utover dette fikk tilfeldige skoler tilsendt epost. I første runde fikk 4 tilbydere av utdanning på videregående, høyskole- og universitetsnivå tilsendt epost – herunder 3 private videregående skoler og en ideell organisasjon. To av skolene viste interesse: den første hadde ikke undervisning i relevante fag i Oslo våren 2023, og derfor ble ekskludert. Den andre skolen videresendte eposten til sine aktuelle lærere, der en viste interesse. Resterende to gav ingen respons. Det var planlagt for flere utsendelser av epost dersom ingen av skolene responderte eller var kvalifiserte i første runde. Dette ble derimot ikke nødvendig.

Deltakerne i studien er hentet fra en privat videregående klasse i Oslo. Elevene går førsteåret studieforberedende, i en klasse med et ekstra realfagsfokus i studieoppbygningen. Dette innebærer at alle elevene har valgfag som R-matematikk, kjemi, biologi og fysikk i fellesskap, i tillegg til fellesfagene. Klassen besto av totalt 30 jenter og gutter i alderen 17-18 år. I forkant av studien, fortalte lærer kort om prosjektet til elevene i en undervisningstime og delte ut informasjonsskriv med samtykkeskjema. På gjennomføringsdag hadde totalt 11 av 30 elever vist interesse for å delta. Ni elevene ble tilfeldig valgt ut, og videre inndelt i tre grupper med tre elever i hver gruppe. Gruppeinndelingen foregikk ved at lærer tilla hver enkeltelev et nummer, der jeg tilfeldig valgte vekk to nummer av de totalt 11 elevene. For intervjusekvensen, ble fire av de ni deltakerne intervjuet samt lærer. De første tre elevintervjuene inkluderte en elev fra hver av gruppene, slik at alle gruppene var representert.

5.3 Datainnsamling

5.3.1 Observasjon

Formålet med observasjonen var å undersøke atferden til elevene når de samhandlet med hverandre og anvendte AR-verktøyet i gruppeløsningen. For å gjenspeile den reelle situasjonen i størst mulig grad, ble det utført ikke-deltakende observasjon i en naturlig kontekst (Thagaard, 2013). Videoobservasjon viser til bruk av videobilde for å studere et sosialt fenomen, og er særlig nyttig når man vil undersøke komplekse samspill og kontekster, eller har mange forskningshypoteser og flere innfallsvinkler (Derry et al., 2010; Thagaard, 2013). I masterprosjektet ble observasjon i hovedsak valgt for å kunne studere elevenes samhandling i

detalj. Fordi det ble tatt videoopptak av hendelsesforløpet, kunne jeg i ettertid gjenspille sekvensene så mange ganger det var behov. Samtidig er en utfordring knyttet til både vanlig og videoobservasjon mengden data som samles. For masterprosjektet var transkribering en omfattende og tidkrevende prosess, samt utvelgelse av data. Video som hjelpemiddel berører også en rekke etiske dilemmaer. Noen av disse beskrives i avsnitt 5.5 om kritiske vurderinger av forskningsprosjektet og forskningsetikk.

Det ble utført tre sekvenser med observasjoner – en for hver av de tre gruppene. Elevene satt rundt et kvadratisk bord, med to elever på den ene siden og en elev på siden til venstre. Kamera ble plassert på et bord, midt bak elevene. Dette ble gjort med hensikt om å få kamera høyt nok til å fange både elevenes samhandlinger med hverandre og innholdet på skjermen, men også for å trekke elevenes oppmerksomhet bort fra kamera. Alle observasjonene ble gjennomført den første dagen, og hadde en varighet mellom omtrent 19 og 26 minutter. Lydsporene fra observasjonene ble senere transkribert manuelt, og deretter samhandlingene mellom elevene og verktøyet. Se avsnitt 5.4 for analyse, og 5.4.1 for utvelgelse og transkribering av videomateriale.

5.3.2 Intervju

Det kvalitative forskningsintervjuet viser til en samtale mellom en intervjuer og en som blir intervjuet. Formålet er å produsere kunnskap (Kvale et al., 2015), og konstrueres i samspill eller interaksjon mellom deltakerne i samtalen. I motsetning til en hverdagslig samtale, har det kvalitative forskningsintervjuet en struktur og hensikt (ibid). Forskeren definerer og kontrollerer samtalen, og forsøker å forstå intervjuobjektet sin oppfattelse av det sosiale fenomenet som studeres. Intervju er valgt for å kunne få et innblikk i elevenes subjektive læringsopplevelse ved bruk av AR i innlæringen av en relativt ukjent tematikk.

Kvale et al. (2015) beskriver tre tilnærminger til utførelsen av et intervju. *Strukturerte intervju* viser til intervjuer hvor rekkefølgen på tematikker og spørsmål i stor grad er fastsatt. Alle intervjuobjektene tilnærmes tematikken og spørsmålene på en lik måte, og er spesielt fordelaktig når sammenligning mellom intervjuobjektene er viktig (Thagaard, 2013). I kontrast gjenspeiler *ustrukturerte intervju* en åpen samtale mellom intervjuobjektet og forskeren, men hvor temaene er forhåndsbestemt. Fordelen er at forskeren kan tilpasse spørsmålene etter hvert som intervjuet foreligger, og gir mulighet for å utdype de temaene som intervjuobjektet bringer opp (Kvale et al., 2015; Thagaard, 2013). Mellom disse to ligger en mellomliggende intervjustruktur hvor tematikken og spørsmålene er satt, men der rekkefølgen avgjøres fortløpende i dialogen (Thagaard, 2013). Jeg valgte en semistrukturert tilnærming for å gi elevene og læreren noe frihet til å forme samtalen og parallelt kunne se hva de selv trakk frem

i samtalen. Samtidig, ved å ha forhåndsdefinerte spørsmål knyttet til temaer, kunne jeg i noen grad kontrollere at elevene og læreren sine svar var relevante for forskningsspørsmålene mine. Spørsmålene i intervjuguiden til både lærer og elevene ble utformet relativt åpne, slik at deltakerne kunne besvare spørsmålene som ønsket og dele virkelighetsoppfattelsen fra nettopp sitt ståsted. Alle de fire elevene var innom de samme spørsmålene, men tidvis i ulik rekkefølge (se appendiks F for intervjuguide, elever). Noen spørsmål ble også hoppet over dersom elevene hadde besvart dem i tidligere spørsmål. Lærer var innom alle spørsmål i intervjuguiden (Appendiks G).

Det ble utført fire elevintervjuer og ett intervju med lærer. Elevintervjuene ble gjennomført dagen etter oppgaveløsningen, og hadde en varighet mellom omtrent 13 minutter og 17 minutter. Lærers intervju inkluderte flere spørsmål, og hadde en lengre varighet på omtrent 35 minutter. Ideelt ønsket jeg å intervju elevene samme dag som de anvendte AR for å fange opp elevenes umiddelbare tanker og reaksjoner. Grunnet fremskyndelse av prosjektet ble dette vanskelig å gjennomføre rent praktisk tidsmessig, og intervjuene fant derfor sted i fritimene til elevene dagen etter. For å kompensere for noen av de manglende førsteinntrykkene, ble elevene bedt om å merke seg én ting de synes fungerte bra og én ting de synes var mindre bra rett etter oppgaveløsningen. Disse punktene ble enkeltelever bedt om til å dele i intervjuene dagen etter.

Det ble tatt lydopptak av intervjuene for å kunne fokusere på den sosiale interaksjonen med elevene og rette oppmerksomheten til det elevene fortalte (Derry et al., 2010). Samtidig ønsket jeg fylldige og ordrette data med mulighet for å sitere elevene i analysen. Lydopptaket ble foretatt med kameraet fra dagen før, men med kameradekselet på og uten bilde. Gjenbruket av kameraet ble gjort for å begrense antall enheter under datainnsamlingen, og holde datamaterialet samlet. Intervjuene ble senere transkribert manuelt og ved bruk av Universitetet i Oslo sin Autotekst. En samlet oversikt over innsamlet data vises i tabell 1 og 2.

5.3.3 Kombinering av videoobservasjon og intervju

En kombinering av observasjon og intervju er valgt for å kunne nyansere og gi flere vinklinger på AR som læringsteknologi. Teknikkene utfyller og beriker hverandre ved å gi forskjellige innfallsvinkler til det samme sosiale fenomenet. Intervjuer kan gi innsikt i hvordan elevene opplever bruken av AR som et læringsverktøy og belyse tanker enkeltelevener har under oppgaveløsningen. De gir førstehåndsberetninger på hvordan elevene opplever, forstår seg selv og omgivelsene (Thagaard, 2013). Samtidig er ikke ord alltid lik handling, og elevene kan potensielt gjøre ting de ikke er bevisste på selv. I så tilfelle er det vanskelig å fortelle om dette på intervju, til tross for at det kan være relevant for forskningsspørsmålene. Observasjon kan gi

et mer objektivt bilde av elevenes handlinger og atferd rundt bruken av AR-verktøyet, samt samarbeidet elevene imellom seg. En risiko med kun observasjon, er hvis observasjonsobjektene endrer atferd når de vet de blir observert. Dermed kan datagrunnlaget bli misvisende, og potensielt gi feil bilde av fenomenet som blir studert. Intervjuene har en supplerende rolle i masterprosjektet, og har til hensikt å berike observasjonsdataene med subjektive brukserfaringer fra elevene. De gir også en indikasjon på om det er samsvar mellom observasjonene og elevens opplevde bruk. Sentralt for både observasjons og intervjudata er at de fortolkes i lys av sosiale og kulturelle rammer (Thagaard, 2013).

Tabell 1 Gjennomføring av datainnsamling

Tirsdag	Onsdag
Oppgaveløsning med AR i små elevgrupper. Videoobservasjon av oppgaveløsning	Semistrukturert intervju med en lærer og fire elever hver for seg.

Note. Data ble innhentet over to dager etter hverandre, samme uke. Tabellen viser hvilken type data som ble innhentet hvilken dag.

Tabell 2 Oversikt over innsamlet data

Datatype	Antall	Deltakere	Mengde/varighet
Observasjon	3	Totalt 9 3 grupper med 3 elever i hver gruppe	Totalt 66 minutter og 17 sekunder
Feltnotater	3	Totalt 3 notatdokument Et notat for hver observert gruppe	
Elevintervju	4	Totalt 4 Et intervju med en elev fra hver av gruppene	Totalt 58 minutter og 47 sekunder.
Lærerintervju	1	1	32 minutter og 5 sekunder

Note. Tabellen viser type, antall og mengde datamateriale som ble innsamlet under prosjektet.

5.4 Analyse

For å analysere datamaterialet, har jeg valgt interaksjonsanalyse. Analysetilnærmingen er spesielt nyttig når man ønsker å undersøke samspillet mellom mennesker og objekter i komplekse omgivelser (Derry et al., 2010; Jordan & Henderson, 1995). Anvendelse av interaksjonsanalyse gjør det mulig å undersøke interaksjonene mellom elev og elev, men også AR-teknologiens rolle i oppgaveløsningen og samspillet mellom teknologien og elevene.

For å kunne analysere både verbale og ikke-verbale aktiviteter samtidig, har videoopptakene blitt transkribert i parallelle kolonne-transkripsjonene (Jordan & Henderson, 1995). Den verbale kolonnen inkluderer dialogen mellom elevene i gruppeløsningen, mens den ikke-verbale kolonnen viser til all annen aktivitet ansett som relevant med utgangspunkt i forskningsspørsmålene. Under transkriberingen valgte jeg i hovedsak iPaden med AR-innholdet som fokuspunkt: både hva skjermen viste i den grad det var mulig å observere, men også hvordan elevene fysisk trykket, bevegde og flyttet på den. Dette for å kunne si noe om hvordan elevene manøvrerte og relevantgjorde iPaden i oppgaveløsningen. De ikke-verbale aktivitetene var likevel ikke begrenset til dette. Fremtredende gestikuleringer eller andre hendelser som fremsto som relevant i lys av spørsmålene, ble selektert underveis og inkludert i transkripsjonene.

5.4.1 Kriterier for utvelgelse av datamateriale

Under utvelgelsen av videomateriale ble transkripsjonene skrevet ut og systematisk behandlet gruppe for gruppe. Hver transkripsjon ble gjennomgått tre ganger med hensikt om å identifisere utdrag som kunne illustrere elevenes bruk av AR-verktøyet i lys av forskningsspørsmålene – en gang for hvert spørsmål. I den andre gjennomgangen ble utdragene studert mer i detalj, og valgt ut med utgangspunkt i ett hovedkriterium:

- *Kriterium:* elevene diskuterer en form for uklarhet i oppgaveløsningen (inkludert en begynnelse, en midtdel, og en avrunding i sekvensen)

Hovedkriteriet for utvelgelsen av hvert utdrag var at elevene diskuterte en form for uklarhet i oppgaveløsningen sin. Videre måtte sekvensen illustrere en begynnelse, midtdel og avrunding underveis. En begynnelse i form av at sekvensen ble innledet av et spørsmål eller noe elevene lurte på eller skulle utforske. En midtdel hvor elevene jobbet med å løse aktiviteten som innledet sekvensen. Til slutt en form for avrunding hvor elevene ender aktiviteten. Merk at enkelte av utdragene i analysen har en viss lengde i lys av kriteriet om avrunding.

Svarene fra de fire intervjuene ble først sortert etter spørsmål, og ble valgt i etterkant av de endelige utdragene. Sitatene hadde til hensikt å supplere observasjonsdataene. De endelige utdragene og sitatene er presentert i kapittel 7 om analysen.

5.5 Kritiske vurderinger av forskningsprosjektet

For at funnene som kommer frem fra undersøkelsen av problemstillingen skal være tillitsvekkende og troverdig, stiller det krav til masterprosjektets pålitelighet og gyldighet (Kvale et al., 2015; Thagaard, 2013). I kvalitative studier er refleksjon rundt metodebruk et viktig grunnlag for å si hvorvidt forskningsstudien er pålitelig (Thagaard, 2013). En god begrunnelse, gjerne forankret i tidligere forskning, er sentralt i avgjørelsen om prosjektets gyldighet (ibid). Nedenfor beskrives kritiske vurderinger av forskningsprosjektet gjennom validitet, reliabilitet og overførbarhet. Til slutt beskrives etiske overveielser knyttet til samtykke og forskerrollen.

5.5.1 Validitet

Validitet omhandler i hvilken grad de tolkningene forskeren foretar er gyldige og gjenspeiler den virkeligheten som er studert (Thagaard, 2013). Sagt på en annen måte, om funnene innhentet gjennom valgt metodikk faktisk er representative for det fenomenet som blir studert. Innen kvalitativ forskning er validitet en kontinuerlig prosess hvor man aktivt stiller spørsmål om en kunnskaps gyldighet – hva er den gyldig for, og under hvilke betingelser? (Kvale et al., 2015).

For å vise transparens i forskningsprosessen, har jeg underveis forsøkt å forklare og begrunne de valg og avveininger som er blitt gjort. Videre har prosjektet tatt utgangspunkt i eksisterende forskning, og funnene i masterprosjektet sees opp imot disse i diskusjonsdelen. I tillegg kombinerer masterprosjektet både observasjoner og intervjuer, og gjør at funnene til dels kan avkrefte og bekrefte hverandre. Alle disse kan være med å styre masterprosjektets validitet. Samtidig belyser masteroppgaven i liten grad hvordan 3D-modellene elevene samhandler med er utformet. Det kan være en faktor som svekker prosjektets validitet.

5.5.2 Reliabilitet

Reliabilitet sier noe om hvorvidt masterprosjektet er gjennomført på en slik måte at tolkningene jeg kommer fremt til mulig er troverdige og pålitelige (Kvale et al., 2015; Thagaard, 2013). God reliabilitet er viktig for å kunne ha tillit til dataene, og for at det som kommer frem i analysen kan oppfattes reelt. Som i vurderingen av studiens validitet, vurderes reliabilitet i lys av kontekst. Mennesker forholder seg til hverandre underveis i datainnsamlingen og danner

relasjoner av betydning for dataene (Thagaard, 2013). I stedet uttrykkes reliabiliteten ved å argumentere for at studiens kvalitet er god og at tolkningenes, samt redegjøre for hvordan dataene er skapt (ibid). Nedenfor belyser jeg noen av de mest fremtredende vurderingene knyttet til masterprosjektets reliabilitet.

Den første vurderingen omhandler avveininger rundt hvordan jeg som enkeltperson kan påvirke og farge spesielt datainnsamlingen- og analyseprosessen. I kvalitativ forskning spesielt, starter fortolkningsprosessen forskeren allerede i innsamlingen og under analysen (Thagaard, 2013). For å bedre skille mellom mine umiddelbare subjektive fortolkninger og de bevisst mer objektive, noterte jeg ned egne umiddelbare tanker om gruppeobservasjonene og enkeltintervjuene rett etter innsamlingen. Analysematerialet ble så lagt vekk en tøyers tid, før transkriberingen og analysene ble påbegynt. På den måten fikk jeg tatt et steg vekk fra materialet og distansert de umiddelbare tolkningene, og kan ha bidratt til å gjøre de endelige tolkningene mer nyanserte. Samtidig ble både observasjonene og intervjuene gjort lydopptak av. Det har igjen gjort det mulig å gjengi akkurat samme ordlyd som elevene anvendte og for leseren å fortolke selv.

Den andre vurderingen viser til bevisstheten rundt forskerrollens maktposisjon. En risiko med ikke-deltakende observasjon er at elevene føler seg iaktatt og endrer atferd (Jordan & Henderson, 1995). I lys av videoobservasjon, kan spesielt forskerens plassering bak kamera være uheldig (ibid). For å redusere risikoen, forsøkte jeg å være minst mulig synlig for elevene i oppgaveløsningen ved å plassere meg et godt stykke bak elevene. Likevel var det et behov for å følge kameraskjermen med jevne mellomrom, og for gruppe to måtte også kamera snus underveis fordi gruppen fysisk bevegde seg vekk fra det opprinnelige oppsettet. Både plasseringen og kamerasnuingen kan ha påvirket observasjonsdataene og dermed reliabiliteten. Derimot var det ingen av elevene bemerket noe muntlig. Til tross for plasseringen bak, sto videokameraet relativt høyt over elevene og jeg et lite stykke unna.

I lys av elevintervjuene, er et kjent fenomen at deltakerne svarer det de tror forskeren vil høre, i motsetning til det de faktisk mener (Kvale et al., 2015). Jeg var nøye med å presisere formålet med intervjuet, og at det ikke eksisterte noen riktige eller gale svar – deltakernes oppfattelse var det sentrale. Videre kan måten spørsmål stilles, påvirke måten elevene svarer (ibid). For å unngå ledende spørsmål, ble spørsmålene stilt med relativt lik ordlyd som formulert i intervjuguiden.

Et tredje og siste punkt er en understrekning av at masteroppgaven er et selvstendig prosjekt, og som gjør at majoriteten av bestemmelsene er gjort av meg som enkeltperson. Fraværet av flere personer medfører en viss fare for at jeg eksempelvis tolker ensidig eller misoppfatter noe, i motsetning til om prosjektet hadde inkludert flere forskere og gitt flere perspektiver. For å redusere risikoen og nyansere forskningsdesignet, har derfor prosjektet blitt fortløpende diskutert med, fått oppfølging fra, og blitt kritisk vurdert av fortrinnsvis veileder og bi-veileder. Teoriinnholdet i selve oppgaven har på sin side blitt diskutert med og lest gjennom av medstudenter som har god kjennskap til samme teori. Ludenso og læreren har også fått mulighet til å se over de generelle delene hvor de er omtalt, for å bekrefte at det som står er korrekt og i tråd med deres oppfattelse.

5.5.3 Generaliserbarhet

Forskningens generaliserbarhet omhandler i hvilken grad tolkninger og funn kan overføres til andre kontekster utover den som er studert (Thagaard, 2013). Kvalitative studier tenderer å være kontekstavhengige, som betyr at omgivelsene er sentrale for hvordan dataene utspiller seg. Situasjonen som studeres er unik, og funnene er derfor vanskelig å generalisere. I stedet fokuserer man på rike beskrivelser og kontekstuell forståelse (Polit & Beck, 2010).

Seale i Thagaard (2013) foreslår til en teoretisk generalisering i kvalitativ forskning. I stedet for å overføre konkrete resultater, viser han til overføring av sentrale trekk i forskerens forståelse. Tolkninger og funn kan også danne grunnlag for nye innfallsvinkler til andre sammenhenger og nærliggende temaer. I lys av Seale sin forståelse (Thagaard, 2013), betyr det at en tolkning basert på funnene i masteroppgaven kan argumenteres for å være overførbart til lignende kontekster.

Masterprosjektet samler data fra en liten gruppe videregående elever som ikke er tilfeldig utvalgt. I tillegg har elevene i utvalget tatt et aktivt valg om å studere realfag, og kan potensielt ha vært av betydning for funnene. Dermed er utvalget for lite og representativt for å trekke slutninger om hvorvidt funnene fra studien kan være gyldig kunnskap og generaliseres til andre lignende situasjoner. Funnene er kontekstavhengige, og betyr at konteksten for hvor forskningen er utført er av betydning for hva som blir funnene. Hadde det derimot vært gjennomført flere studier med en tilsvarende tilnærming og gitt omtrent samme funn, kan man argumentert for at funnene i masterprosjektet er overførbare til andre lignende kontekster. Derfor utledes masterprosjektet på bakgrunn av tidligere forskning, og prosjektets funn knyttes blant annet opp mot tidligere forskning og teori i diskusjonsdelen av samme grunn.

Videre har prosjektet en høy økologisk validitet fordi masterprosjektet samler inn data i en reell kontekst som ligner på situasjonen det ønsker å si noe om (Thagaard, 2013). Funnene gi et innblikk i hvordan AR fungerer som en læringsteknologi, og hvordan teknologien anvendes for å tilrettelegge for faglig resonnering under samarbeidslæring. Ved å undersøke spørsmålene blant elever og i deres naturlige miljø, legges forskningen så nært den ønskede konteksten som mulig. Det igjen øker troverdigheten til funnene i form av at man kan forvente at de er reelle og vil gjenspeile den faktiske konteksten noenlunde likt.

5.6 Ethiske overveielser, personvern og forskerrolle

Innen kvalitativ forskning er det forskeren som fortolker data i relasjon til fenomenet som studeres (Thagaard, 2013). Det betyr at mine forkunnskaper og erfaringer har vært med å prege forskningsprosessen og dataene gjennomgående. Jeg har forsøkt å være bevisst min rolle underveis i hele prosessen, og kan for eksempel være hvordan tolker data eller i valg av metode.

Masterprosjektet har behandlet personopplysninger, og ble derfor søkt til og godkjent av SIKT – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør i forkant av datainnsamlingen (Appendiks H). Beslutningsgrunnlaget for forskningen ble ivaretatt ved å innhente informert samtykke fra alle deltakerne i forkant av innsamlingen (Personvernloven, 2000, §5 og §8). Alle informantene var over 16 år og kunne signere samtykket selv (Personopplysningsloven, 2000, §5). I informasjonsskrivet ble det mest nødvendige om prosjektet forklart, hva deltakelse innebar for vedkommende, og hvordan et samtykke kunne trekkes underveis og i ettertid (Appendiks I og J). Deltakerne fikk mulighet til å stille spørsmål før de signerte, og bedt om å bekrefte samtykket sitt muntlig før delene med video- og lydopptak.

Dataene i prosjektet er klassifisert som gule, og har blitt behandlet i tråd med UiOs retningslinjer for behandling og lagring av gule data. Alt datamaterialet har vært lagret på en ekstern kryptert harddisk, og oppbevart på et sted hvor kun jeg har hatt tilgang. Som et føre-var tiltak valgte jeg bevisst en lagringsmulighet for gule data som også samsvarte med lagring av røde data. En risiko med lydopptak og spesielt skoleelever, er at deltakere utilsiktet deler personlig informasjon eller eksempelvis deler informasjon om en tredjeperson slik at dataene blir røde. Tilsvarende risiko, men i liten grad, ble vurdert å eksistere her ettersom elevene samarbeidet i arbeidsløsningen og resonerte rundt egen læring i intervjuene.

For transkribering av lyd brukte jeg Universitetet i Oslo sitt eget transkriberingsprogram Autotekst. Programmet lagrer og håndterer personvernopplysninger på UiO-sikre servere i tråd med sin egen veiledning for lagring av persondata. For å ivareta personvern er alle elevene blitt

anonymisert, foruten gruppetilhørighet da dette er av betydning for funnene i analysen. All innsamlet data blir slettet ved prosjektslutt, i tråd med SIKT-søknad. Forventet prosjektslutt er juni 2023, og data lagres til senest desember 2023.

6 Analyse av datamateriale

Det neste kapittelet tar for seg analysen av datamaterialet. Den første delen av analysen omhandler hvordan elevene selv opplevde kunnskapsnivået sitt i forkant av oppgaveløsningen. Den andre delen er analyse av utdrag hentet fra videotranskripsjonene (se avsnitt 5.4.1 for utvelgelseskriterier). Avslutningsvis oppsummeres funnene fra analysen.

6.1 Elevenes opplevde forkunnskaper i forkant av oppgaveløsningen

I intervjuet dagen etter oppgaveløsningen ble fire elever spurt hvordan de opplevde sine forkunnskaper om proteinsyntesen i forkant av oppgaveløsningen. Alle elevene svarte gjennomgående likt som E2 fra gruppe 3: «Det var den timen. Det var veldig lite». Stegene i syntesen ble gjennomgått på power point av lærer i undervisningstimen rett før, men elevene hadde jobbet lite med selve syntesen utover dette. E1 fra GR. 2 fortalte i intervjuet at de hadde fått noe kjennskap til RNA og DNA, men at stoffet utover dette var relativt ukjent:

Elev 1, Gruppe 2 «Vi gikk gjennom det bokstavelig talt en time før du kom, så ikke
Sitat 1 egentlig så mye bortsett fra hvordan på en måte RNA funket, som
bare er at det kopierer DNA også lages det enda ett senere. Det er
sånn alt jeg kunne».

E2 i gruppe 1 sa det var minimalt, men litt sånn småting her og der:

E2, GR.1 «Det var en veldig minimalt egentlig. Fordi vi lærte ikke om det før
S2 rett før vi var inne. Så det var jo-. Vi hadde jo det at det var-. Det
var noe som satt seg sammen, også var det ut med aminosyrer, også
litt sånn småting her og der liksom, også gikk vi inn til deg».

Elevenes opplevde forkunnskaper varierte likevel noe. E3 fra samme gruppe som E1, GR2 fortalte at det i hovedsak var timen før som hjalp han å forstå. De hadde gjennomgått det i timen før, og at gjennomgangen gjorde det lettere å forstå og forklare videre etterpå.

E3, GR.2 «Jeg kunne en del om det allerede da. Vi hadde gått gjennom det i
S3 klassen. Men jeg-. Men det hjelper jo selvfølgelig å få, og klare å få
 et bilde av det. Så det er mye lettere å forstå og forklare videre».

To av de fire elevene fikk også et oppfølgingsspørsmål om hvorvidt de synes undervisningstimen i forkant av arbeidet med AR var nyttig. E2 fra gruppe 1 svarte helt kort at hun opplevde å ha mer styring på det faglige som skjedde. E1 syntes på sin side at det var godt med en forklaring på deler av og prosessen i sin helhet før man kunne fordype seg:

E1, GR.2 «Jeg synes det-. Enten eller hadde funket ganske bra, men jeg synes
S4 det var ganske godt med-. At man fikk en forklaring først av hva
 forskjellige deler gjorde og hvordan det satt sammen i hele
 prosessen. Og så kunne på en måte mer spesifisere seg eller få mer
 kunnskap i et spesifikt område som man sikkert ofte kunne vært litt
 forvirret på».

Sitatene illustrerer at elevens opplevde forkunnskaper varierte noe, men at de generelt opplevde å være relativt ukjente med tematikken. Det kan indikere at elevene trengte litt tid til å bli kjent med stoffet før de kunne løse oppgavene og forklare proteinsyntesen dagen før. Den opplevde variasjonen kan og indikere at elevene husket forskjellig og ulik mengde fra timen, samt hvorvidt de klarte å anvende det de akkurat lærte i oppgaveløsningen.

6.2 Analyse av oppgaveløsning

Utdragene nedenfor er hentet fra videomaterialet av oppgaveløsningen, og presenteres gruppevis og i kronologisk rekkefølge. Bokstaven K i handlingsbeskrivelsen viser til kommentar fra observatør.

6.2.1 Gruppe 1/A

Den første gruppen kom raskt i gang med stegene i AR-instruksen, og byttet på å holde iPad, trykke på skjerm og lese AR-instruks underveis. Elevene fant først tRNA/mRNA-modellen ved å legge side en av proteinsyntesen fremfor seg og holde kamera over, og etter hvert også

modellen for transkripsjon. Dette samsvarer med E2 sin beskrivelse av gruppens fremgangsmåte. På spørsmål om hvordan gruppen gikk frem for å løse oppgaven, svarte E2:

E2, GR.1 S5 «Vi gikk jo først inn på-. Fant appen, også gikk inn og skannet arket og prøvde oss litt frem. Etter hvert fant vi ut at det er oppgaver til dette her også som vi skal lese. Og da bare begynte vi å bruke appen i-. For å løse oppgavene da. [...] Vi var egentlig mest på å løse oppgaven tror jeg. Men det var noen funksjoner at vi skulle inn. Vi skulle skanne arket også skulle vi trykke på noe etter det, men som vi ikke helt fikk med oss tror jeg. Men, vi greide vel å løse oppgavene fordi om. Så det, gikk greit».

I det første utdraget som presenteres, har elevene jobbet seg gjennom AR-instruksen begynt å utforske modellene i AR og 3D. De har laget en skisse (oppgave 3a), og videre bevegde seg til oppgaven hvor de skal greie ut muntlig om proteinsyntesen (oppgave 3b). iPaden ligger fremfor E2 på bordet. E1 og E3 har hver sin beskrivelse av proteinsyntesen fremfor seg.

UTDRAG 1.1			
	Dialog		Handling
1	E1: Her så har vi jo-	A	E1 ser på sin egen tegning fra forrige oppgave.
2	E1: Kalles ikke det her transkripsjon – er det ikke?		
3	E1: Nei		
4	E3: Det er vel bare R		
5	E2: Tran-		
6	E2: At de bare liksom-, translater det?	B	E2 ser på E3
7	E1: Ja, okei. I hvert fall. Her har vi jo i hvert fall ehm, den rekken med de der	C	E2 flytter blikket til E1
8	E1: Hva heter de?	D	E1 gestikulerer med høyre hånd. Pekefinger og tommel sammen – danner en sirkel. Lager bevegelsen på siden av eget hode, og gjentakende ganger.
9	E1: Men jo, i hvert fall så kommer disse andre greiene.	E	E1 lager bevegelsen en gang til.
10	E2: Transkripsjon	F	

11	E1: Ja okei, riktig.	E1 peker på arket fremfor E2. K: Ikke mulig å observere hvilket ark.
----	----------------------	---

E1 begynner å si at her har de jo- (1), før hun spør om det her er transkripsjon (2)? Hun sier nei (3), før E3 begynner å si at det er vel bare R- (4). E2 sier tran- (5), avbryter seg selv og fortsetter å si at de bare liksom translater det (6)? E1 svarer ja, okei og at her har de i hvert fall den rekken med de der- (7). Hun setter pekefinger og tommel mot hverandre og danner en sirkel. E1 gestikulerer med høyre hånd frem og tilbake på siden av eget hode, i en gjentakende bevegelse (D). Hun spør hva de heter (8), og lager bevegelsen på nytt (E). E1 fortsetter og sier at i hvert fall så kommer disse andre greiene (9), stopper midtveis i setningen og peker på arket som ligger på bordet fremfor E2 (F). E2 fyller inn og sier transkripsjon (10). E1 sier okei, riktig (11).

Dialogen mellom E1, E2 og E3 indikerer at elevene ikke helt klarer å skille stegene fra hverandre enda. De avbryter seg selv, og bygger ikke særlig på hverandres initiativer eller spørsmål. Transkripsjon og «disse andre greiene» nevnes også om hverandre uten at de helt blir satt i sammenheng, og kan indikere en usikkerhet blant elevene. På spørsmål om hvordan det var å se proteinsyntesen visuelt, svarte likevel E2 at hun opplevde en dypere forståelse for hvordan syntesen kunne se ut og illustreres:

E2, GR.1 «Det var veldig – jeg følte at det ga meg en dypere forståelse på en måte
S6 hvordan det så, kan se ut og kan illustreres. For i klasserommet så hadde vi bare et stillestående bilde, men det var veldig fint å kunne se det i 3D og kunne flytte litt på det, og liksom få de forskjellige-. Hvordan det skjer da. [...] Jeg synes det var veldig bra at teksten som hørte til, at det var bra forklarende og sånt. Og at på en måte at det var litt i sånn stikkordsform-aktig, men også ga nok informasjon til å skjønne det da hvis du ikke har lært om det før for eksempel».

I sitatet sammenligner E2 modellen med et stillestående bilde, og viser til mulighetene for å kunne flytte på modellen, se hvordan syntesen foregikk, og tekstboksene i stikkord-aktig form. En fjerde måte å relevantgjøre modellen gjør også E1 når hun etterligner figurformen på aminosyrene i utdraget. I animasjonen bygges aminosyrene oppover og blir til en lang rekke,

etter hvert som de blir transportert til ribosomet. Midtveis i utdraget sier E1 «den rekken med de der» samtidig som hun danner en sirkel med pekefingeren og tommelen. Bevegelsen gjentas like etterpå, og refereres til som «de greiene». Hun mangler begrepet, men refererer til modellen ved å etterligne formen på aminosyrene. Det kan indikere at E2 vet at aminosyrene har et navn og en funksjon uten å helt vite hva, men og en midlertidig løsning for å kunne kommunisere med gruppen.

I det andre utdraget nedenfor har elevene kommet til oppgaven hvor de skal forklare hva som skjer i proteinsyntesen steg for steg. E1 har notert ned baserekken som det første steget, og gruppen jobber med å finne steg to. Elevene har fordelt arbeidet slik at E1 skriver, mens E2 akkurat har gitt iPaden videre til E3. E3 utforsker appen samtidig. E2 bytter mellom å se på arket E1 skriver og det som skjer på skjermen til E3.

UTDRAG 1.2			
	Dialog		Handling
12	E1: Men hva, hva er det man kaller disse?	A	E3 trykker på en av de hvite sirklene. Overskriften viser «tRNA».
13	E1: Jeg skjønner ikke.	B	E3 lager en dra-bevegelse med tommelen over pila til høyre. Teksten følger og glipper. E3 gjentar bevegelsen og får opp hele tilhørende tekstboks. Beveger tommelen bortover, over tekstboksen.
14	E2: Eh		
15	E3: Hva man kaller hva?	C	E1 løfter side en av proteinsyntesen og holder siden mot E3.
16	E1: De der	K:	Ikke mulig å observere hvor på arket E1 peker.
17	E2: Er det ikke den du er på nå?	D	E2 ser på iPaden E3 holder.
18	E3: Okei	E	E3 trykker på de hvite sirklene til modellen. Fra «tRNA», «Aminosyrer til protein», og «Rekkefølgen på aminosyrene». Tekstboksen er åpen, og teksten endrer seg etter hvert som E3 skifter sirkel. Skjermen viser
19	E3: ...proteiner		
20	E2: Er ikke det sånn m? mRNA?	F	

21	E1: mRNA?		«Rekkefølgen på aminosyrene». E3 skyver tomlene smått fra hverandre. Bytter på å rotere med tomlene på hver side av iPaden.
22	E3: tRNA?		
23	E2: Nei		E3 trykker på sirkelen til venstre og får opp tekstboksen for tRNA.
24	E3: Jeg tror det var tRNA	G	
25	E1: Oja, for det er transport – er det ikke?		E3 snur iPad 45 grader, skjermen vendt mot E1. Skjermen viser tRNA-tekstboks.
26	E3: Ja		
27	E2: Jo	H	
28	E3: Se her		
29	E3: Det er der	I	E1 lener seg nærmere iPad.
30	E2: T-		
31	E3: Transport		
32	E3: Det er transport-RNA		

Utdraget innleder med at E1 spør om navnet på den ene figuren på proteinsyntesemarket (12), og sier ovenfor gruppen at hun ikke skjønner hva den ene figuren er (13). E3 lager gjør en oppoverbevegelse over tekstboksen (B). E2 drar på svaret sitt (14), mens E3 ber om en presisering av spørsmålet (15). E1 beveger proteinsyntesemarket nærmere E3, og peker på figuren mens hun sier de der (16, C). E2 ser på iPaden E3 holder (D), og spør om det ikke er det E3 har på skjermen sin nå (17). E3 svarer okei (18) og trykker samtidig gjennom de hvite sirklene til modellen (E). E3 sier proteiner (19). Overskriften og innholdet i tekstboksen endrer seg etter hvert som E3 trykker seg gjennom de hvite sirklene – fra «tRNA» og «Aminosyrer til protein» til «Rekkefølgen på aminosyrene» (F). E2 følger bevegelsene på skjermen E3, og spør om figurene kan være mRNA (20). E1 gjentar mRNA spørrende (21), mens E3 foreslår tRNA (22). E3 trykker igjen mellom de hvite sirklene, samtidig som E2 lavt sier nei (23, G). E3 gjentar litt høyere at han tror figuren heter tRNA (24). E1 setter navn på t'en når hun sier transport (25). E3 og E2 bekrefter (26, 27). Videre sier E3 «Se her» og snur iPaden mot E1 (28, H), og fortsetter med «det er der» mens han holder iPaden med en hånd (29). E1 lener seg mot skjermen (I).

Skjermen viser tRNA/mRNA-modellen i AR og tekstboksen «tRNA». E2 sier spørrende «T» (30), og E3 svarer bestemt transport (31). E3 sier at figuren er et transport-RNA (32).

Utdraget illustrerer i stor grad dynamikken til elevene og samarbeidet til deres gjennomgående i oppgaveløsningen. Gruppen har en viss arbeidsfordeling hvor E1 skriver og E3 utforsker AR-innhold. E2 verken skriver eller utforsker, men sitter i midten med et gruppemedlem på hver side. Tilsvarende arbeidsfordeling gjenfortalte E2 i intervjuet dagen etterpå når hun beskrev hvordan de samarbeidet:

E2, GR.1 «Ja, vi sendte jo iPaden rundt, også «nå holder du den», også «nå holder du
S7 den», «kan jeg tegne også kan du skrive?». Det var liksom en som – en som på en måte holdt den også fant informasjon og sånn. Også var det en som skrev det ned, tegna eller ett eller annet. Også var det en i midten som på en måte var litt begge steder. Så jeg synes det funka bra».

Funksjonen av «den i midten» illustreres godt i ytring 17 i utdraget ovenfor. E2 gir uttrykk for å gjenkjenne der E1 peker med innholdet på skjermen til E3, når hun spør om det ikke er den E3 er på nå? Utsagnet kan indikere at E2 har en viss oversikt over det gruppemedlemmene foretar seg, og ikke sitter helt passivt og avventende. E1 og E3 sitter i tillegg et stykke fra hverandre på hver sine sider av bordet, og E1 ser ikke nødvendigvis hva E3 trykker og motsatt. Ved at E2 deler oppdagelsen sin med resten av gruppa, kobler hun E1 og E3 sine delvis individuelle aktiviteter sammen. Samtidig får hun en sentral rolle for hvordan AR-innhold knyttes med beskrivelsen av proteinsyntesen på ark.

Utover elevenes samarbeid, kan utdraget gi et inntrykk av hvordan elevene brukte hverandre i innlæringen av nye fagbegreper, og hvilken rolle AR-modellen og tekstboksene fikk i det arbeidet. For eksempel virker E3 å bli mer sikker på at riktig svar er tRNA utover utdraget. I dialogen går han fra å forsiktig forelå tRNA til og bestemt si at det er transport-RNA. Underveis trykker han på tekstboksene til tRNA/mRNA-modellen, roterer og zoomer inn og ut på modellen. Han trykker også frem tekstboksen for tRNA frem når E1 kobler t og transport, og utdyper og begrunner koblingen ved å snu og vise tekstboksen til E1 og E2. Handlingene kan indikere E3 blir tryggere på svaret sitt ved å samhandle med modellen og se på de tilhørende tekstboksene underveis i diskusjonen – både ved at han står imot E2 sitt nei i ytring 23, men og når han bruker skjermen til å begrunne ovenfor gruppen i handling H.

I det tredje og siste utdraget har elevene jobbet seg gjennom AR-instruksen og oppgave 3. Mot slutten leser E1 høyt hva hun har skrevet ned for resten av gruppen:

UTDRAG 1.3			
	Dialog		Handling
33	E1: Sånn!		
34	E1: Vi starter først med baserekken, også kommer det en tRNA med en aminosyre.	A	E1 løfter arket hun har skrevet på opp, og leser av.
		B	E2 trykker på ned-pila.
		C	E2 trykker på sirkel, overskriften «Rekkefølgen på aminosyrene» vises.
35	E2: Mhm		E2 trykker på pil opp, og tekstboksen vises.
36	E1: Og når tRNA kobler- og		E1 legger arket på bordet og skriver.
37	E1: Oi, her har jeg skrevet noe annet.	E	E1 fortsetter å lese fra arket. Ligger på
38	E1: Okei, kobler seg sammen med baserekken, så frigjøres tRNA aminosyren, og da bygger aminosyren seg oppover til en aminorekke.	F	bordet.
			E1 løfter blikket fra arket.
		G	E2 trykker på pil ned. Tekstboksen
39	E2: Ja	H	forsvinner.

E1 sier «Sånn!» (33). Hun løfter arket hun har skrevet på og leser av (A). E1 leser at de først starter med baserekke, også kommer det en tRNA med en aminosyre (34). E2 trykker samtidig ned tekstboksen på skjermen (B), og sier mhm (35) før hun trykker på en ny sirkel og overskriften «Rekkefølgen på aminosyrene» vises (C). Hun trykker på pil opp, og tekstboksen vises (D). E1 begynner å lese at når tRNA kobler (36), men avbryter seg selv og sier at her har hun skrevet noe annet (37). Hun legger arket ned på bordet og skriver (E). Videre løfter hun arket igjen (F), og leser at de kobler seg sammen med baserekke. Så frigjøres tRNA aminosyren, og da bygger aminosyren seg oppover til en aminorekke (38). E1 løfter blikket fra arket (G), og E2 sier ja (39). E2 trykker på pil ned på skjermen, og tekstboksen forsvinner (H).

Basert på det E1 leser, kan det virke som elevene har en oppdelt og blandet forståelse av stegene i syntesen – at det eksisterer en formening om enkeltsteg, men en manglende forståelse for

proteinsyntesen i sin helhet. Forklaringen inkluderer kun de to stegene som det var AR-modeller av, og ingenting om stegene mellom transkriberingen og sluttfasen hvor kjeden av aminosyrer blir til protein. Ettersom E2 eller E3 verken fyller på eller korrigerer underveis, er det også vanskelig å si hvor godt de forstår innholdet i det E1 presenterer. På spørsmål om hvordan det var å forklare syntesen ved hjelp av AR, svarte E2 at de i brukte modellen mye underveis:

E2, GR.1 «Ja, vi brukte den. Vi brukte den mye egentlig. Vi hadde-. Vi så på de der
S8 informasjonsgreiene i appen. Også gikk vi mye ut ifra de egentlig. For det det var veldig greit på en måte, for da hadde du liksom hva som skjer der og hva som skjer der. Også kunne du bare trykke på de-, også får du informasjonen. Så det var egentlig den vi brukte mest på det. Også hvis vi trengte litt mer utdypning, så så vi på de arkene som lå ved siden av. For der sto det mer. Så vi brukte mye appen til det ja, for da var det veldig sånn, som jeg sa, det var veldig sånn - ikke for mye informasjon. Så du skjønnte, det var liksom rett på sak. Og du skjønnte hva som skjedde. Så vi brukte den mye».

I intervjuet trekker E2 frem at de brukte tekstboksene aktivt, og i større grad anvendte beskrivelsen av proteinsyntesen som en sekundær kilde til informasjon. Hun bemerket at sirklene var rett på sak og ikke for mye informasjon, og at elevene sjekket beskrivelsen *hvis* de ønsket mer utdypende informasjon. Dette kan indikere at elevene vektla og relevantgjorde de tilgjengelige ressursene forskjellig. Ved at elevene brukte tekstboksene som primærkilde og beskrivelsen som sekundærkilde, kan potensielt gi en indikasjon på hvorfor elevene kun beskrev stegene med modeller. E2 utdypet bruken av tekstboksene litt senere i intervjuet:

E2, GR.1 «Ja, vi så jo litt på den og de tre forklarende tekstene som hørte til. Også
S9 prøvde vi jo å sette det her i rekkefølge med litt i bakhodet det vi hadde lært i klasserommet rett før da. Så det funka egentlig greit å bruke modellen. Også så vi jo at, at de koblet seg sammen og slapp ut aminosyrer, og vi fikk liksom-. Vi skjønnte hva modellene gikk ut på da, og synes de var greie å bruke.»

I sitatet påpeker E2 at de forsøkte å relatere AR-innholdet til undervisningstimen i forkant, og gir uttrykk for at de forsto hva modellene gikk ut på. Dette indikerer at E3 sin opplevde forståelse ikke fullstendig samsvarer med den faktiske forståelsen til gruppen, gitt oppsummeringen til E1 i utdraget. Gruppen beskrev kun stegene som hadde en modell, men

beskrev samtidig enkeltstegene relativt i detalj. Dette kan indikere at elevene har lært mer om de delene av proteinsyntesen som hadde en modell, men at den helhetlige forståelsen likevel uteble.

6.2.2 Gruppe 2/B

Den andre gruppen brukte tid på å komme i gang med AR-instruksene. Til tross for at E1 innledningsvis leste hele oppgavebeskrivelsen høyt, fikk heller ikke gruppen med seg at de skulle løse oppgave 3 i tillegg til å utforske AR-innholdet. Dette kom til uttrykk i dialogen når elevene tidvis eksplisitt spurte hverandre hva de skulle gjøre, men og i intervjuet dagen etter. På spørsmål om hvordan gruppen hadde gått frem for å løse oppgaven, svarte E1 «Uten oppgave? [...] Var den ikke bare å lese og finne ut hva dette og dette betyr?». Gruppen kom likevel raskt inn i en god flyt der de begynte å utforske modellene på iPaden og prate fag, noe som gjorde at sekvensen ikke ble stoppet eller korrigert. E3 fortalte på sin side at spesielt plasseringen av modellene var forvirrende:

E3, GR.2 «Vi prøvde jo å følge instruksjonene så godt som mulig. Først hvordan
S10 satt opp, og etter hvert så begynte vi å se på modell og prøve å forstå hva
akkurat den betydde. [...] Vi synes det var litt forvirrende da at første
modellen også var på den første siden, beskrev det siste stadiet av
prosessen. Også den som var på neste side, var den som var på et tidligere
stadier hvor de først ble kopiert. Ja, første delen handler da om protein
blir bygget, også den andre handlet om da det ble kopiert. Det var motsatt
rekkefølge for hvordan den går gjennom i teksten».

Sitatet indikerer at E3 opplevde plasseringen av modellene ulogisk, noe som skapte forvirring i gruppen. Forvirringen kan indikere at E3 hadde en forventning om at modellene lå i logisk rekkefølge. E3 illustrerer samtidig en forståelse for både modellen og stegene ved å utdype forskjellene intervjuet.

I forkant av det første utdraget har elevene jobbet seg igjennom AR-instruksene. E1 har fysisk flyttet seg til å stå imellom E2 og E3, og holder iPaden med utstrakte hender fremfor seg. Elevene ser på skjermen:

UTDRAG 2.1

	Dialog		Handling
40	E1: Her er RNA, er det ikke?		
41	E3: Jo		
42	E1: Den? Siden den bare er en halv?	A	K: Ikke mulig å observere hvor E peker.
43	E2 og E3: Mmhm		
44	E1: Og tRNA er?		
45	E1: Litt vanskelig å forstå, tror jeg	B	E3 drar fingeren horisontalt over skjermen.
46	E1: Fra aminosyre til protein. Så-		
47	E3: Mmhm	C	Trykker på en av de hvite sirklene. Overskriften for tRNA kommer opp.
48	E1: tRNA. mRNA		
49	E1: De tar og plasserer noe der	D	E1 drar fingeren langs nedre del av skjermen.
50	E2: Hva er? Hva er de andre?	E	3D-modellen roteres noe.
51	E1: Er ikke det? Ja, aminosyrene?	F	E2 trykker på den hvite sirkelen lengst til høyre. Overskriften «Fra aminosyre til protein» kommer opp.
52	E1: Det er det-. Hva het det igjen? De som kommer. Er ikke det?		

E1 spør om det de ser på skjermen er RNA (40). E3 svarer jo (41). E1 peker på skjermen og spør igjen om det er den, fordi det kun er en halv (42, A). E2 og E3 svarer mhm (43). Videre spør E1 hvor tRNA er samtidig som han roterer på modellen (44, B), og sier at det er litt vanskelig å forstå (45). Han leser av overskriften «Fra aminosyre til protein» fra iPaden (46, C). E3 beveger hånden over skjermen, roterer på modellen, og trykker en gang midt på skjermen (47, D). Overskriften «tRNA» vises på skjermen, og E1 sier tRNA, mRNA (48). E1 roterer modellen (E), og sier videre at de plasserer noe der (49). E2 spør hva de andre er (50), og E1 trykker på en av de andre hvite sirklene (F). Skjermen viser «Fra aminosyre til protein». E1 spør om det ikke er aminosyrene (51)? Han starter med å fortelle, avbryter seg selv, og spør hva det het igjen. De som kommer (52).

Utdraget illustrerer både hvordan elevene bruker AR-modellen som en referanse når de stiller spørsmål, men og hvordan animasjonen i modellen stimulerer til nysgjerrighet og utforskning for å finne svar på egne spørsmål. En indikasjon på nytteverdien av en felles visuell modell er

blant annet når E1 og E3 bruker referanser som «her er», «den» og «de andre» samtidig som elevene viser til modellen. Ved at E1 sier «den» og peker på modellen, gis E2 og E3 mulighet til å følge spørsmålet og resonnementet til E1 visuelt. Tilsvarende når E3 senere spør «Hva er de andre?». Han mangler ord, men klarer likevel å formidle hva han lurer på ved å vise til modellen på iPaden. I intervjuet dagen etterpå trakk E3 frem enkelheten på spørsmål om hvordan det var å forklare proteinsyntesen ved hjelp av AR:

E3, GR.2 «Som jeg nevnte, det hjalp mye å kunne få en 3D-modell og det. Så da
S11 var de mye lettere å forklare til andre det som skjer».

Her viser E3 til 3D-modellen og muligheten til å enklere forklare det som skjer. Det kan indikere at modellen har en nytteverdi ved forklaring til andre. Samtidig virker det som E1 blir oppmerksom på deler av hendelsesforløpet i steget som tRNA/mRNA-modellen gjenspeiler via animasjonen. Han sier i ytring 49 at «de tar og plasserer noe der» uten å peke på skjermen. E3 videre spør «hva de andre er» i ytring 50, og kan indikere at deling av oppdagelsen stimulerer til nysgjerrighet blant elevene for hva de observerer. E1 svarer spørrende aminosyrer parallelt som E3 klikker på de hvite sirklene. Dette kan igjen indikere at elevene forsøker å komme frem til et svar, blant annet ved å utforske tekstboksene.

En tredje bemerkning er at alle tre elevene interagerer med iPaden undervis i utdraget. E1 holder, men både E2 og E3 berører skjermen under diskusjonen om hva de observerer. Berøring av skjermen på tvers av elevene indikerer at alle de tre elevene følger med og er aktive deltakere i gruppearbeidet, men og at de til dels er interessert eller utforsker innholdet på iPaden.

Etter at E3 plasserer transkripsjonsmodellen i AR og gruppen beveger seg rundt bordet, diskuterer elevene videre hvordan et DNA slutter. Gruppen står samlet rundt iPaden E2 nå holder, der E1 står nærmest. E3 ser på beskrivelsen av proteinsyntesen på ark. I utdraget nedenfor oppdager E1 detaljer på transkripsjonsmodellen:

UTDRAG 2.2			
	Dialog		Handling
53	E1: Også passer fargene opp mot seg selv, eller bokstavene.		
54	E1: C med... Hvorfor er? Nei, det er U med A. Ja, siden det er forskjellig.		

55	E3: Mhm		
56	E1: Det vises i samme farge, men her så er det forskjellig. Den ene er T, men her blir det U.	A	K: Ikke mulig å se hvor E1 peker.
57	E1: Kan du flippe den opp ned?	B	E2 holder iPad vertikalt.
58	E1: Nei, det kan du vel ikke?	C	E2 roterer iPad horisontalt.
59	E1: Kan du ikke?		
60	E1: Sånn, så kan vi lese.	D	E2 roterer iPad tilbake til vertikalt. K: E1 trykker på iPad, men ikke mulig å se skjerm.
61	E1: Når det er A her, så blir det U. Men R, så når det er A så blir det T.	E	E1 peker på skjermen. K: Ikke mulig å se hvor E1 peker.
62	E2: Jaa		
63	E1: Det er ikke noe annet som endres, er det det?	F	E2 drar to fingre fra hverandre på skjermen. K: Ikke mulig å se hva E2 zoomer inn på.

E1 sier at fargene passer mot seg selv, eller bokstavene (53). Han fortsetter og sier C, før han avbryter seg selv og spør hvorfor? Videre sier han at det er U med A, siden det er forskjellig (54). E3 sier mhm (55). E1 peker på skjermen og sier at det vises i samme farge, men at blir forskjellig. Den ene er T, men at det blir U (56, A). E1 spør om E2 kan flippe den opp ned (57) og videre at nei, det kan du vel ikke (58)? Kan du ikke? E2 holder iPaden vertikalt, roterer den horisontalt og tilbake til vertikalt (B, C, D). E1 sier at sånn, så kan vi lese (60). Videre peker E1 på skjermen og sier samtidig at når det er A her, så blir det U. Men R, så når det er A blir det T (61, E). E2 sier ja (62), og zoomer inn på transkripsjonsmodellen (F). E1 spør om det ikke er noe annet som endres (63)?

I utdraget oppdager E1 at DNA-tråden i transkripsjonsmodellen har bokstaver og farger som samsvarer med hverandre. DNA-tråden har baseparene T-A og G-C, men hvor T byttes ut med U når tråden blir kopiert. Fargen på basen forblir den samme i animasjonen, men bokstaven endres. Tilsvarende oppdagelse virker E1 å gjøre i ytring 56 når han påpeker at fargen er lik, men at bokstavene er forskjellige. Ingen av elevene uttrykker om de forstår hvorfor bokstavene endres, men fargen på baseparene virker å være sentralt for at sammenhengen mellom T og U blir oppdaget. E1 utyppet bokstavene til basene i intervjuet:

E1, GR. 2 S12 «Jeg tror vi nevnte at A gikk opp med U, selv om når det står- eller når det var eh. Når det var A på- hva var det det het igjen? På DNAet. [...] Så kopierte den en U som vi var forklart tidligere. Men også når det var T, så gikk det til A, så at man kunne se forskjellen mellom hva som var hva».

Her viser E1 til en forklaring av kopieringsprosessen som de har fått tidligere. Han gir uttrykk for og ha gjenkjent detaljer i modellen som samsvarer med kjent teori, og illustrerer parallelt at elevene er utforskende i læringsprosessen sin og studerer detaljer. Samtidig påpeker E1 at han kunne skille mellom hva som var hva ved at basen T ble kopiert til basen A. Her viser han til flere detaljer i bokstavrekkefølgen på mRNA. Basen A kopieres til U, mens base T fortsetter å kopiere til base A (se figur 3). Det kan indikere at E1 bruker modellen til å veilede forståelse for hva de ser, men og potensielt at modellen veileder og hjelper eleven å huske hva steget innebærer.

I det siste utdraget har en av elevene nylig spurt når tRNA kommer inn i bildet og hvordan tRNAet vet at det skal ha de spesielle fargene. Elevene blir stille en stund, før de fortsetter:

UTDRAG 2.3			
	Dialog		Handling
64	E1: Messenger- transager? Nei, hva var t'en for? Siden m'en var for messenger og t var for?	A	E1 snur seg og ser på E3.
65	E2: Var det ikke transfer?		
66	E3: Transport.		
67	E1: Transport. Ja, det var det.		
68	E1: Siden det transporterer?		
69	E3: Informasjon?		
70	E1: Kanskje		

E1 ser på E3 og sier først messenger og deretter spørrende transager? Videre spør E1 hva t'en står for – siden m'en var for messenger og t var for (64, A)? E2 spør om det ikke var transfer (65), mens E3 sier transport (66). E1 sier transport og ja, det var det (67), for deretter å spørre om det er fordi det transporterer (68)? E3 foreslår transport (69), og E1 svarer kanskje (70).

Utdraget illustrerer hvordan gruppen forsøker å etablere begrepsforståelse for mRNA og tRNA. Elevene samarbeider, og bygger på hverandre for å komme frem til korrekte begreper og sammenhenger. I utdraget ovenfor er hele gruppe delaktige underveis, og bytter på å komme med forslag til sine egne spørsmål – først ved at E1 kobler m til messenger, og stiller spørsmål om t'en åpent til gruppa. Deretter ved at E2 og E3 kommer med hver sine forslag. Når E1 videre spør hva som transporteres, bygger han videre på forslaget fra E3 – at t'en står for transport. Han resonnerer ved å koble t og transport med funksjonen av at noe transporteres. E1 beskrev samarbeide med gruppen slik:

E1, GR. 2 «Å kunne samarbeide med andre og kunne ta i forskjellige ideer med hvordan
S13 å fortsette framover, var ganske bra. Og det var mye enklere enn hvis jeg hadde gjort det helt selv».

E1 sin opplevelse samsvarer med gruppedynamikken i utdraget. Ved å parallelt tenke høyt, gir han E2 og E3 muligheten til å henge med i tankegangen sin. Det igjen gjør det mulig for E2 og E3 å fylle inn underveis der E1 mangler begrep, eksempelvis når E3 foreslår informasjon i ytring 69. Samtidig, ved at elevene kommer med hver sine forslag, deler de kunnskap seg imellom og gir medstudentene sine mulighet til å lære noe nytt.

6.2.3 Gruppe 3/C

Gruppe 3 anvender AR-innholdet relativt lite i selve oppgaveløsningen og nyttegjør seg i større grad av beskrivelsen av proteinsyntesen på ark. iPaden med AR-innholdet ligger tidvis lenge på bordet uten å bli særlig brukt. Det er E1 og E3 som prater mest gjennom oppgaveløsningen, mens E2 er relativt stille og stiller noen få spørsmål underveis. E2 utforsker innholdet i applikasjonen relativt grundig midtveis, men verken deler eller utdyper noe særlig av dette med gruppen etterpå. På spørsmål om hvordan gruppen gikk frem for å løse oppgaven, svarte E3 i intervjuet:

E3, GR. 3 «Altså, først hadde vi de arkene hvor det stod at vi kunne bruke iPaden til å
S14 skanne en QR-kode. Også-. Komme inn på et program, da hvor det var den AR-saken. Også, husker jeg ikke noen av spørsmålene nå, men-. [...] Også sto det jo hva de forskjellige prosessene var. Det kunne man se.»

Gjennom det første utdraget ligger iPaden på bordet fremfor E1 og blir liggende når han interagerer med skjermen. E3 har beskrivelsen av proteinsyntesen fremfor seg, mens E2 skriver

på baksiden av et ark. iPad-skjermen viser 3D-modellen av tRNA/mRNA-modellen opp ned, og tekstboksen er nede. Gruppen jobber med oppgaven hvor de skal forklare proteinsyntesen (Oppgave 3b), og har til nå skimlet gjennom beskrivelsen av proteinsyntesen og så vidt undersøkt tekstboksene knyttet til tRNA/mRNA.

UTDRAG 3.1			
	Dialog		Handling
71	E1: Så det der, er tRNA-greiene? De der?	A	E1 peker på tRNA. Dobbeltklikker på skjermen. Skjer ingen ting.
72	E1: De blå greiene?	B	Dobbeltklikker igjen. Skjer ingen ting.
73	E3: Det virker jo sånn.		
74	E1: Også de der rød, er de aminosyrene? Fordi de transporterer dem dit?	C	E1 beveger pekefingeren opp og ned langs syrekjeden.
	E3: Ja, det er jo sant.	D	E1 peker videre på ribosomet.
75	E1: Også det der er den-	E	E1 zoomer inn på ribosomet, og zoomer ut igjen.
76	E1: Hva heter den der greia igjen?	F	E1 drar pekefingeren opp og ned, og ribosomet roter frem og tilbake.
77	E3: Ribo-, ribosom.	G	E1 peker på ribosomet.
78	E1: Et eller annet. De der fargerike		
79	greiene? Den streken der. E3: Den streken der?	H	E1 zoomer inn på mRNAet i ribosomet.
80	E1: Ja, det er et eller annet annet.	I	E3 peker langs mRNA-et.
81	E3: Ja		
82	E1: En greie. En sånn greie.		
83	Gruppen ler.	J	E2 lener seg frem. Zoomer inn og ut på skjermen, og ribosomet blir større og mindre.
84	E3: Okei, det er bra. Det er kult.		
85		K	Dobbeltklikker. Skjer ingenting.

E1 peker på tRNA på i 3D-modellen (A) og spør om de er de tRNA-greiene (71). Han presiserer med å referere til «de blå greiene» (72) og dobbeltklikker samtidig på skjermen to ganger etter hverandre (B). Det skjer ingen endring på skjermen. E3 svarer at det virker slik (73). E1 beveger pekefingeren langs den voksende aminosyrekjeden i en gjentakende oppover-nedover-

bevegelse (C), og spør om «de røde» er aminosyrene fordi de blir transportert dit (74). E3 svarer at det er sant (75), parallelt som E1 peker, roterer og zoomer inn og ut på ribosomet (D, E). E1 sier at det der er den- (76), og drar pekefingeren opp og ned slik at ribosomet roterer frem og tilbake (F). Videre spør han hva «den greia» heter (77) og peker på ribosomet (G). E3 svarer ribosom (78). E1 sier at det er et eller annet, og spør videre om «de der fargerike greiene» og «den streken der» (79). Han zoomer samtidig inn på mRNA i ribosomet og peker langs mRNA (H). E3 gjentar den streken der (80, I)? E1 svarer at den er et eller annet (81). E3 sier ja (82), og E1 svarer at det er en sånn greie (83). Gruppen ler (84). E2 lener seg frem mot iPaden og zoomer inn og ut på skjermen (J). Ribosomet blir større og mindre. E2 dobbeltklikker, men det skjer ingenting (K). E3 avslutter sekvensen med å svare E1 og si at det var bra og kult (85).

Utdraget illustrerer hvordan elevene bruker AR-modellen for å sette fagbegreper i system. De har fått kjennskap til flere fagbegreper gjennom timen i forkant og beskrivelsen av proteinsyntesen på ark, men det er ikke dermed sagt at de vet hvilken rolle disse har i det store bildet. Delene i modellene er heller ikke navngitte, slik at elevene må selv finne ut hva de serforutsatt at de velger å ta i bruk modellen i oppgaveløsningen, noe de gjør her. I utdraget refererer E1 spesifikt til deler av modellen ved å si «de blå greiene» eller «de røde». Samtidig gir han uttrykk for å ha en viss formening om hva de enkelte delene er når han spør om «de blå greiene» er tRNA eller «de der røde» er aminosyrer. Verken E2 eller E3 svarer eller utdyper spørsmålene til E1 noe særlig, men E3 viser enighet med resonnetet til E1 når hun svarer at «det virker jo sånn» og «ja, det er jo sant». På den måten bekrefter, og gir fremdrift til arbeidet ved at E1 beveger seg videre til neste spørsmål. Ved at E1 stiller spørsmålene høyt selv om ingen av de andre medlemmene ikke nødvendigvis helt med, gir det også mulighet for E2 og E3 til å følge tankerekka til E1. Både via dialog, men også når E1 refererer til farge, fysisk struktur på deler, bevegelser i animasjonen.

På spørsmål om hvordan det var å interagere med appen svarte E3:

E3, GR. 3 «Jeg syns det var enkelt å finne frem egentlig, til de forskjellige tingene. Det
S15 var-. Man måtte bare liksom bare ta seg tid til å lese på ting. Jeg tror vi slet litt med de-. Etter at vi hadde skannet koden og kommet inn i appen, så skulle vi ut av det vi var. Og så var det to sånne-. Nesten tenkelige ting. Jeg tror jeg i hvert fall skjønnte det ikke med en gang. Sånn, hva skal jeg trykke på nå? Men utenom det så var det jo ganske greit. Det var veldig greit egentlig.»

Hun trekker frem at noe hadde vært litt uklart i begynnelsen, men at det gikk seg til. Dette indikerer at E3 opplevde appen som grei å samhandle med etter litt bruk. Elevene gir heller ikke uttrykk for å ha noen problemer med applikasjonen i utdraget.

I de neste to utdragene jobber elevene med oppgaven hvor de skal greie ut muntlig for seg selv eller andre om hva som skjer i proteinsyntesen (Oppgave 3c). Det første er en dialog mellom E1 og E3, der elevene fortsatt sitter rundt hjørnet av bordet med E2 i midten. Spørsmålet på oppgavearket innledes av E1, og E3 fortsetter:

UTDRAG 3.2		
	Dialog	Handling
86	E3: Ja, okei. Så inni kjernen har vi jo DNA-molekylet	
87	E1: Ja?	
88	E3: Og det kan ikke gå ut av kjernen, for da blir det ødelagt. Så det lager en kopi, som fyker ut i cytoplasmaen og ribosomet og ja	
89	E1: Altså. tRNA-greiene transporterer syre-greiene. Transportmiddel. En buss, liksom	
90	E3: Ja, sånn buss	
91	E1: Også bringer det aminosyren inn på riktig plass. Den mRNA-greia	
92	E3: Men mRNA var før tRNA	
93	E1: Også blir alle glad. Happy. Happy life. Happy ending	
94	E3: Også blir alle glad, og plutselig så er det et protein liksom	
95	E1: Ja	
96	E3: Ja	
97	E1: Slik får du muskler	
98	Gruppen ler	

E3 sier at DNA-molekylet finnes inne i kjernen (86). E2 svarer med et ja (87), før E3 sier at det ikke kan gå ut av kjernen, for da blir det ødelagt. Derfor lager det en kopi som fyker ut i cytoplasmaet (88). Videre sier E3 at tRNA transporter syrer. Den er som et transportmiddel – som en buss (89). E3 gjentar ordet buss (90), og E1 forteller videre at den mRNA-greia bringer aminosyren inn på riktig plass (91). I neste setning sier E3 at mRNA kommer før tRNA (92). E1 sier videre at «så blir alle glade» (93). E3 gjentar at alle blir glade og at det plutselig er et protein (94). Både E1 og E3 sier ja på tur (95, 96). E1 avslutter med å si at slik får man muskler (97), og gruppen ler (98).

E1 og E3 samarbeider om å beskrive stegene i prosessen, og kan sees blant annet ved at de bytter på å forklare stegene. Elevene beskriver og nevner stegene i korrekt rekkefølge, men forklaringen er enkel og mangelfull. Eksempelvis forklarer ikke elevene hvordan DNA-tråden blir kopiert, og heller ikke at det er kjeden med aminosyrer som til slutt blir et protein. I stedet avsluttes dialogen med at det «plutselig» blir et protein i ytring 94. Dette kan indikere at elevene har noe kunnskap om deler av syntesen, men at den helhetlige forståelsen fortsatt er uklar. Samtidig kan man se at E1 assosierer funksjonen til tRNA med en buss i ytring 89 – der en buss frakter mennesker, frakter tRNA aminosyrer. E1 prosesserer og omformulerer steget til å bli sitt eget, og klarer å relatere deler av teori til en kjent kontekst. Dette kan indikere at noen av stegene i syntesen er forstått. Ved å i tillegg dele sammenligningen med gruppen, gis også E2 og E3 mulighet til å tenke tRNA likt.

I det tredje og siste utdraget samhandler og interagerer E2 med iPaden individuelt, mens E1 og E3 fortsetter å jobbe med oppgaven om hva som skjer i proteinsyntesen:

UTDRAG 3.3			
	Dialog		Handling
99	E1: Han der «viber».	A	E2 strekker seg etter iPaden, klikker på
		B	AR i menylinja nederst.
		C	Trekker iPaden nærmere seg selv, langs bordet.
		D	Løfter iPad og holder den over førstesiden av proteinsyntesen i AR-instruksen.
		E	E1 nikker retning E2.
		F	

100	E1: Ja, tRNA-greia. Driver og tar med, hva heter det, de aminosyrene. Transporterer dem, bort til et eller annet greie.	G H I J K L	E2 får opp mRNA/tRNA-modellen i AR. Finner knappen for «place object». Får opp sirkelen for å plassere objekt. Plasserer rett fremfor seg. Klikker på en av de hvite sirklene. Får opp tekstboksen for tRNA. Trykker tekstboksen ned igjen. Drar ned på skjermen, zoomer ut. Skyver pekefingeren sidelengs. Skjer ingenting på skjermen. Plasserer modell på nytt. Zoomer, snur og vender på modellen.
101	E1: Bra du har fin skrift. Nå kan folk lese. Om jeg hadde skrevet, hadde ingen klart å lese det.	M N	E1 ser retning E3. E2 plasserer modell på nytt.
102	E3: Aminosyrer, hallo? Aminosyrer.	O	Flytter iPaden nærmere bordet. Modellen blir større. Ser på modellen
103	E1: Alle.		ovenfra og ned. Justerer på selve iPaden
104	E3: Alle?		fra side til side. Legger iPad ned på
105	E1: Alle. Jeg vet ikke.		bordet. Skyver to fingre sammen. Skjer ingenting på skjermen.
106	E1: De ulike aminosyrene binder seg nå til en annen type RNA, tRNA. Leser om tRNA, mumler.	P Q R S T U	E2 plasserer objektet på nytt, nærmere bordet. Legger hånden som holder iPad på bordet og plasserer modell. Zoomer nærmere på ribosomet. Skyver to fingre sammen på skjermen, og modellen blir noe mindre. E1 ser ned på arket om proteinsyntesen og mumler lavt. E2 plasserer modellen på nytt. Legger hånden med iPad på bordet og plasserer modell igjen.

			Løfter iPad og zoomer inn samtidig med motsatt hånd. Zoomer inn på aminosyrekjeden og videre inn i kjernen av enzymet.
		V	Klikker tilbake til content, og finner igjen modellen av mRNA/tRNA i 3D.
		W	Legger iPad tilbake, midt på bordet.

E2 strekker seg etter iPaden (A), klikker på AR i menylinja nederst (B). Han trekker iPaden nærmere seg langs bordet (C), før han løfter og holder den over førstesiden av proteinsyntesen i AR-instruksen (D). E1 sier at han der viber (99), og nikker retning E2 (E). E2 får opp mRNA/tRNA-modellen i AR på skjermen (F). Han finner knappen for å plassere objekt, og får opp objekt-sirkelen (G). E1 sier tRNA-greia driver og tar med aminosyrene, og at de transporteres til en eller annen greie (100). E2 plasserer modellen rett fremfor seg (H), og klikker på en av de hvite sirklene (I). Skjermen viser tekstboksen for tRNA, og E2 trykker tekstboksen ned igjen (J). Han drar fingeren i en nedoverbevegelse på skjermen, og zoomer ut slik at modellen blir mindre (K). Modellen vendes (L). E1 ser retning E3 og sier at du har fin skrift og at hvis han hadde skrevet, hadde ingen klart å lese det (101, M). E2 plasserer modellen på nytt, zoomer inn igjen, snur og vender på modellen (N, O). Han plasserer modell på nytt (P). iPaden plasseres nærmere bordet og modellen blir større. Modellen justeres slik at iPaden viser modellen ovenfra og ned. E2 gynger selve iPaden fra side til side, for deretter å legge iPaden ned på bordet (Q). Han skyver to fingre sammen på skjermen, og modellen blir noe mindre (R). E3 sier aminosyrer, hallo? Aminosyrer (102). E1 sier alle (103). E1 spør alle (104)? E1 sier alle og at han ikke vet (105). Han fortsetter å si at de ulike aminosyrene binder seg nå til en annen type RNA, tRNA (106). E1 ser ned på arket om proteinsyntesen og mumler lavt (S). E2 plasserer modellen på nytt, nærmere bordet. Han legger hånden med iPad på bordet og plasserer modell igjen (T). E2 zoomer nærmere inn på ribosomet, og løfter iPaden og zoomer inn på skjermen samtidig. Han zoomer inn på aminosyrekjeden og videre inn i kjernen av enzymet (U). Deretter klikker E2 tilbake til content, og finner på nytt modellen av mRNA/tRNA i 3D (V). Han legger iPaden i fra seg, midt på bordet (W).

I utdraget utforsker E2 innholdet på iPaden parallelt som E1 og E3 diskuterer hva som skjer i proteinsyntesen. E1 sier høyt at tRNA-greia driver og tar med, transporterer, aminosyrene til en eller annen greie. Han mangler begrep for «en eller annen greie», men kobler likevel tRNA med

aminosyrene og at de fraktes et sted. Parallelt velger E2 å interagere med iPaden når den ikke har vært i bruk på ei stund, og kan indikere at han er nysgjerrig selv om han ikke er delaktig i dialogen mellom E1 og E3. Hvorvidt E2 følger diskusjonen er usikkert, men gruppen diskuterer høyt og det er mulig å følge dialogen. Ved at E2 først ser på AR-instruksen, deretter løfter på iPaden og beveger den over beskrivelsen av proteinsyntesen, indikerer at han følger AR-instruksen. Mot slutten blir også modellen zoomet inn ovenfra og ned, og så nære at man kan se at det er tomt «inni» ribosomet. Den gjentakende plasseringen av modellen, roteringen og zoomingen inn og ut på modellen indikerer at E2 studerer og utforsker innholdet. Han blir og en aktiv deltaker i gruppearbeidet, selv om han nødvendigvis deler observasjonene med resten av gruppen. På spørsmål om hvordan det var å løse oppgaven i gruppe, svarte E3:

E3, GR. 3 «Altså, nå er ikke jeg så stor fan av gruppearbeid egentlig. Så jeg var litt sånn
S16 der, ja -. Jeg merket jo at jeg pleier å bare liksom-. At jeg blokker ting litt ut og så bare gjør det. Kanskje, men det funket jo bra å samarbeide, for da kunne vi liksom hente-. Eller starte på forskjellige steder da. Når du har en del informasjon, eller noe informasjon du skal gjennom, så kan man fordele det på alle tre. Ikke sant, så kan man lese seg opp på de forskjellige tingene, og så kan man diskutere det etterpå, liksom snakke om hva man fant ut av sammen».

E3 påpeker at hun ikke er veldig glad i gruppearbeid, men at hun likevel opplevde samarbeidet å fungere bra. Hun trekker frem fordelene ved å kunne dele arbeidet mellom seg og diskutere etterpå. Det kan indikere at E3 hadde foretrukket å jobbe med oppgaven alene, og kanskje ikke var så oppmerksom på bidraget fra øvrige gruppemedlemmer. E2 interagerer eksempelvis med iPaden i utdraget, men han deler ingenting med gruppen og gruppen spør heller ikke om hva han observerer.

6.3 Oppsummering av analysemateriale

Med utgangspunkt i observasjonene og de supplerende intervjuene fra klasseromsdiskusjonen, viser det seg at elevene opplevde sine kunnskaper om proteinsyntesen som minimale i forkant av oppgaveløsningen. Dette kommer først og fremst til uttrykk gjennom intervjuene med de fire elevene når de skal beskrive sine opplevde forkunnskaper, men også gjennom antydninger i dialogene under oppgaveløsningen. Samtidig trekker elevene i intervjuene frem at de hadde hatt en gjennomgang rett før oppgaveløsningen, og kunnskapen var i så måte relativt fersk. Nytteverdien av undervisningstimen i forkant av oppgaveløsningen, gjorde at en av elevene

følte å ha bedre styring på det faglige. En annen trekker frem at det var godt med en forklaring av deler og prosessen i sin helhet først, før man etterpå kunne fordype seg i et spesifikt område.

Analysen av observasjonene fra gruppe 1/A viser at elevene spør hverandre høyt hva de observerer i AR-verktøyet. Noen av elevene peker på skjermen samtidig som de spør, mens andre lager bevegelser i luften. Forskjellige gruppemedlemmer foreslår svar på spørsmålene til den som spør. I de tidlige utdragene anvender elevene ord som «disse greiene» og naturfaglige begreper om hverandre når de prater med hverandre. Innholdet på tvers av dialogene indikerer at elevene har en oppdelt og blandet forståelse av proteinsyntesen mot slutten. Dette kommer spesielt til uttrykk ved at elevenes opprømsing i den siste oppgaven er ufullstendig. Elevene bruker gradvis mer fagbegreper utover oppgaveløsningen, og til dels på korrekt sted i forklaringene. Eleven på intervju forteller at hun følte å få en dypere forståelse for hvordan syntesen kan se ut, og sammenligner det stillestående bildet i klasserommet med muligheten til å flytte på 3D-modellene for å kunne se hva som skjer.

Analysen av observasjonene fra gruppe 2/B viser at elevene er utforskende og nysgjerrige på det de observerer. Det kommer til uttrykk ved at de spør hverandre hva som skjer i modellen, og samtidig peker, roterer og klikker på tekstboksene om hverandre. Nøye utforskning av transkripsjons-modellen kommer også til uttrykk på intervjuet dagen etterpå, når en av elevene forteller hvordan bokstavene i modellen samsvarer med det de lærte i timen rett før. Elevene samarbeider for å svare på hverandres spørsmål, og uttrykkes ved at de øvrige gruppemedlemmene kommer med forslag til svar og bygger videre på disse. I beskrivelsen av gruppas samarbeid, forteller en av elevene at det var bra å kunne samarbeide med andre og ta i forskjellige ideer.

Analysen av observasjonene fra gruppe 3/C viser at elevene peker på skjermen når de utforsker modellen, og refererer til utseende til modellene i form av farge og form. To av elevene viser samarbeid, og kommer til uttrykk ved at en elev spør og forslår hva de observerer. Det andre medlemmet avkrefter/bekrefter forslaget eller kommer med et forslag. Den tredje eleven er stille, men viser at det er rom for forskjellige typer deltakelse utover å delta i dialog.. Det kommer til uttrykk ved at eleven samhandler og utforsker AR-innholdet når iPaden ikke er i bruk. Eleven på intervju trekker frem muligheten til å fordele arbeidsoppgaver under samarbeid. Et tredje funn omhandler hvordan den ene eleven relaterer funksjonen av tRNA til en buss.

For å oppsummere funnene på tvers av de tre gruppene, virker elevene å bli gradvis mer fagorienterte ved å øke bruken av fagbegreper i dialogene sine. Spesielt tidlig i sekvensene er

elevene upresise i språket og bruke lite fagbegreper. Elevene refererer i stedet til modellene gjennom å vise til form, farge og bevegelse. Underveis i oppgaveløsningen virker elevene å være utforskende, og illustreres ved at de peker og roterer, studerer detaljer, og utforsker de tilhørende tekstboksene til modellen. Elevenes samarbeid uttrykkes deriblant ved at elevene kommer med forslag, deler egen forståelse, og bygger videre på hverandres kunnskap for å besvare oppgaven. På bakgrunn av masteroppgavens omfang, vil diskusjonen avgrenses til å inkludere funnene som fortrinnsvis omhandler 1) hvordan elevene gradvis anvender mer fagspråk i dialogene, 2) elevenes måte å referer til modellen, og 3) samarbeid.

7 Diskusjon

Jeg vil i den neste delen ta for meg hvert av forskningsspørsmålene og drøfte de opp mot det teoretiske rammeverket for oppgaven fra kapittel 2 og den tidligere forskningen fra kapittel 3. Deretter drøftes problemstillingen på bakgrunn av den foregående diskusjonen.

7.1 Hvordan samhandler elevene med AR-verktøyet i oppgaveløsningen?

7.1.1 Et foreløpig kommunikasjonsverktøy

Funnene fra analysen viser at elevene på tvers av gruppene samhandler med verktøyet på flere måter. De utforsker funksjonene i appen, klikker seg imellom innholdet, og roterer og justerer størrelsen på modellene. AR-verktøyet blir også brukt som argument i diskusjon for å underbygge egne resonnement. Noen av gruppene bruker verktøyet mye underveis i oppgaveløsningen, mens andre lar iPaden bli liggende. Analysen viser også at elevene på tvers av de tre gruppene studerer modellenes detaljer i form av farger, bevegelser og bokstaver.

Funnene fra analysen viser at flere av elevene refererer til modellene på forskjellige måter. På tvers av de tre gruppene, bytter elevene på å anvende uspesifikke referanser som «her er», «den», og «de andre», men også mer spesifikke som «den lange streken» eller «de røde greiene» og «de blå greiene». Enkelte av elevene refererer også ved å peke eller etterligne bevegelsene i modellen. Matcha og Rambli (2013) trekker frem peking som en måte for elevene å gjøre gruppemedlemmene sine oppmerksomme på en delt referanse, men også som en slags koordinering. Tilsvarende virker også å gjelde for elevene i masterprosjektet. Når elevene anvender og viser til delene av modellen, gis de øvrige gruppemedlemmene mulighet til å rette oppmerksomheten dit det pekes. Dette kommer eksempelvis til uttrykk i utdrag 3.1 når E1 spør

om «det der» er de «tRNA-greiene» i sitat 72. Samtidig peker han på skjermen, og gir E2 og E3 mulighet til å rette oppmerksomheten dit han peker for å avkrefte eller bekrefte. I så måte kan man si at AR-verktøyet anvendes som et sted hvor elevene kan rette oppmerksomhet og dele ideer og observasjoner seg imellom (Matcha & Rambli, 2013).

Derimot og i motsetning til Matcha og Rambli (2013), inkluderer begge modellene i masterprosjektet korte animasjoner. Animasjonene illustrerer til dels hva som skjer i steget, og tillegger de digitale representasjonene en ytterligere informasjon sammenlignet med kun et statisk bilde eller en statisk figur. I stedet for å peke på modellen for å kommunisere med gruppelemmene i utdrag 1.1, refererer E1 til formen på modellen og etterligner bevegelsen med hendene (7, D). Etterligningen kan tolkes å ha samme formål som eksempelet ovenfor, bare at selve måten å referere på er ulik: E2 og E3 gis mulighet til å rette oppmerksomheten til den delen av modellen hun mangler ord for. I lys av forskningsspørsmålet, kan det videre forstås som at animasjonen i modellene skaper alternativ måte for elevene å referere til modellene på, og prate rundt og om dem. Samtidig kan man si at formen å referere på er mindre presis, i den forstand at E1 ikke peker direkte på modellen. Det gjør at E2 og E3 til en viss grad må gjenkjenne etterligningen til E1 for å kunne svare på spørsmålet.

Dialogene og handlingsmønstrene fra analysen indikerer at elevene finner alternative måter å snakke rundt modellene i fravær av fagbegreper. I lys av språk som verktøy for læring, skiller Vygotsky (1978) mellom bruk av hverdagspråk og utvikling av fagspråk. På en side er utviklingen av et vitenskapelig språk i naturfag viktig for at elever skal kunne prate om fenomener presist og nyansert, og utvikle en strukturert og systematisk måte å tenke på. På en annen side kan hverdagslige begreper hjelpe å elever å skape mening og sammenheng til det vitenskapelige språket. Ved at elevene er relativt uspesifikke tidlig i utdragene, kan det indikere at stoffet er nytt for elevene. Samtidig, ved at de forsøker å sette ord på det de observerer og begynner å relatere fagbegreper til modellene, indikerer det i lys av et sosiokulturelt perspektiv at elevene har begynt å danne et naturvitenskapelig språk for å kunne prate om proteinsyntesen. Læring ansees som en gradvis prosess. Når enkelte av elevene mot slutten av oppgaveløsningen klarer å anvende noen av fagbegrepene korrekt, kan det antyde at elevene har kommet litt lengre i læringsprosessen for å utvikle et naturfaglig språk. Ved å kunne referere til andre måter frem til begrepene er noe mer utviklet og kjent for elevene, kan det antyde at verktøyet medierer elevenes læring i form av å være et foreløpig kommunikasjonsverktøy.

Samtidig og i lys av teorien, kommer AR-verktøyet kontekstuelle forankring til uttrykk når referanser som «her er», «den» og «de andre» blir meningsbærende ord og kommunikatorer.

Tilsvarende når elevene peker og etterligner former i modellene. Fra et sosiokulturelt perspektiv, kan det forstås som at referanseordene gir mening til de øvrige gruppemedlemmene fordi de er en del av den samme konteksten og kan se hva den enkelte sikter til. Ved at modellene medierer en virkelighet om hvordan proteinsyntesen kan se ut, skaper verktøyet en felles arena for samhandling og elevene gis et felles utgangspunkt for å kommunisere i fraværet av fagbegreper. Et felles visuelt punkt utdypes senere i diskusjonen.

7.1.2 Et felles visualiseringsverktøy

Videre kan funnene fra analysen og handlingsmønstrene indikere at elevene anvender AR-verktøyet som en felles visualiseringsarena. Utover å skape et visuelt bilde og illustrativt rammeverk for den enkelte elev Yen et al. (2013), gir modellene det samme billedlige inntrykket for alle elevene når verktøyet anvendes i plenum. Hva den enkelte ser eller tolker ut ifra representasjonen kan derimot variere, men stimuliene er i utgangspunktet lik. Fremfor at hver enkelt elev forestiller seg en egen modell for hvordan proteinsyntesen ser ut, skaper modellene et felles visuelt utgangspunkt for elevene når de jobber sammen for å forklare stegene i syntesen. På tvers av datamaterialet fra intervjuene, trekker elevene frem muligheten til å visualisere proteinsyntesen. En elev sier hun følte modellene ga «en dypere forståelse» for hvordan syntesen kunne se ut, mens to andre fortalte at «det hjalp mye å få en 3D-modell», og at «(jeg) følte det ga meg en dypere forståelse». Utsagnene indikerer at elevene følte modellene hadde en nytteverdi, og antyder at modellene hjalp elevene å illustrere og konkretisere proteinsyntesen (Akçayir & Akçayir, 2017; Bacca et al., 2014; Sontay & Karamustafaoglu, 2021; Yen et al., 2013).

En annen av elevene trekker også frem at tilgangen til en 3D-modell gjorde det enklere å forklare til andre (S11). Eleven utbroderer ikke videre, men svaret kom i sammenheng med hvordan eleven synes det var å forklare syntesen med AR. I lys av støttestillas, kan utsagnet forstås som at verktøyet utgjør en støttefunksjon for E3 sin forståelse (Ludvigsen & Arnseth, 2017; Wood et al., 1976). At ved hjelp av en visuell modell, klarer han å forklare teori om proteinsyntesen til andre. Fra et datastøttet samarbeidslæring-perspektiv, antyder sitatet at den visuelle representasjonen støtter oppunder E3 sin evne til kompetansedeling (Jeong et al., 2019). Dersom elevene i tillegg deler det de selv observerer, lager de sammen et rom for å dele kunnskap med og lære av hverandre skulle øvrige gruppemedlemmer har alternative perspektiver og nyanser.

Konklusjonen på det første forskningsspørsmålet er at elevene virker å samhandle og anvende AR-verktøyet som et referanseverktøy. Gjennom språklige og billedlige referanser til modellen,

kan det virke som elevene til en viss grad klarer å prate fag på et tidlig nivå, selv om fagbegreper mangler eller ikke er helt på plass.

7.2 På hvilke måter stimulerer AR til samarbeid?

7.2.1 Forskjellige typer deltakelse

Den nevnte visualiseringsarenaen ovenfor, illustrerer også hvordan AR kan stimulere til samarbeid. Ved at elevene gis et felles visuelt utgangspunkt, gis elevene mulighet til å dele kompetanse seg imellom. Når de i tillegg kan prate om modellene uten fagbegreper, kan reduserer det potensielt terskelen for deltakelse ved å minske kompleksiteten i oppgaven (Wood et al., 1976).

Videre antyder funnene fra analysen at AR-verktøyet legger til rette for forskjellige typer deltakelse blant elevene, og mulighet til å være delaktige i samarbeidet utover ren faglig dialog. Dette kommer blant annet til uttrykk når E2 i gruppe 3 blir en tydelig aktiv deltaker i oppgaveløsningen ved å utforske AR-innholdet i utdrag 3.3. Observasjonene viser at E2 gjennomgående sier lite underveis i oppgaveløsningen, og han deler heller ikke noe i etterkant av samhandlingen med iPaden. I lys av det sosiokulturelle perspektivet, blir fraværet av dialog og samhandlingen med de øvrige gruppemedlemmene en utfordring ettersom læring skjer i samhandling med andre (Vygotsky, 1978; Wertsch & Semin, 1991). E2 ikke deler med gruppen, skaper han heller ikke mulighet for de øvrige gruppemedlemmene å ta del i hans læring og motsatt. Gjennomgående i masterprosjektet kommer elevenes læring til uttrykk når elevene stiller og besvarer hverandres spørsmål, avkrefter og bekrefter hverandre, men også bygger videre på det gruppemedlemmene har sagt. Når dette aspektet frafaller, illustrerer det samtidig at AR-verktøyet i seg selv ikke er tilstrekkelig for å tilrettelegge for samarbeidslæring. For at læring skal kunne skje, kan det tolkes som at en eller annen form for kommunikasjon mellom to eller flere må være til stede. Dette er i samsvar med et sosiokulturelt perspektiv på læring, hvor språket er et viktig medierende verktøy for tilegnelse av kunnskap (Wertsch & Semin, 1991).

Likevel kan man likevel argumentere for at selve samhandlingen er faglig relevant. Fordi E2 anvender «Ludenso Explore» er innholdet på skjermen avgrenset til proteinsyntesen. I applikasjonen er det kun de to modellene om transkripsjonsfasen og tRNA/mRNA som er tilgjengelige. Det vil si at når E2 åpner tekstbokser og samhandler med modellene, er selve den interaksjonen mellom E2 og iPaden tilknyttet det elevene jobber med – både tekstboksene og modellene med animasjonene. Denne typen samhandling illustrerer en annen type deltakelse i

oppgaveløsningen som AR-verktøyet virker å tilrettelegge for. For videre forskning kan det eksempelvis være hensiktsmessig å undersøke hvordan man kan inkludere forskjellige typer deltakelse inn i oppgaven – for eksempel gjennom oppgavebeskrivelsen eller utformingen av verktøyet.

7.2.2 Antall enheter tilgjengelig og arbeidsfordeling

I masterprosjektet hadde elevene kun tilgang til en iPad per gruppe. Prosjektet kunne derimot ha inkludert flere antall enheter, men også andre typer som mobiltelefoner eller ikke-mobile enheter (Akçayir & Akçayir, 2017). Funnene fra analysen viser at elevene byttet på å holde iPaden, og samhandlet med AR-verktøyet både i plenum og individuelt. En risiko med kun en enhet tilgjengelig, er at de øvrige elevene som ikke samhandler med enheten mister interessen og engasjerer seg mindre (Akçayir & Akçayir, 2017; Matcha & Rambli, 2013). Noe tilsvarende atferd kunne man tidvis observere hos enkelte av elevene i alle tre gruppene, og kom til uttrykk ved at enkelte var veldig stille eller tidvis satt å så ut i luften. Likevel utøvde alle elevene en deltakende atferd i gruppeløsning på et eller annet tidspunkt under oppgaveløsningen. Mer indirekte kan man også argumentere for at kun enhet tilrettelegger for å trene elevenes kommunikasjonsferdigheter. Dersom noen av elevene ikke kunne se skjermen eller ikke skjønnte hva gruppemedlemmene refererte til, måtte de be om å få se eller om en presisering av det som ble sagt. På den måten trenes også elevenes evne til å kommunisere med hverandre og løse oppgaver i fellesskap.

Konklusjonen på det andre forskningsspørsmålet er at AR-verktøyet legger til rette for deling av kompetanse mellom elevene, og muligheten til å bygge videre på hverandres forståelse. Videre kan funn fra analysen tolkes som at verktøyet legger tilrettelegge for flere typer deltakelse i gruppeløsningen, selv om den ikke nødvendigvis deles høyt med resten av gruppen. Dette er en utfordring i lys av sosiokulturell læringsteori, for læring fortrinnsvis skjer gjennom samhandling med andre. Gjennom å samhandle med andre, gis elevene mulighet til å danne en fortolkning av erfaringen selv. Til slutt kan man også si at AR-verktøyet utover samarbeid ved å indirekte trene elevenes kommunikasjonsferdigheter.

7.3 Hvordan kan bruk av augmented reality tilrettelegge for faglig resonnering under samarbeidslæring i naturfag?

Som nevnt i det første forskningsspørsmålet, er utviklingen av et vitenskapelig språk sentralt for å forstå hva en elev kan om et fagområde i lys av et sosiokulturelt perspektiv. Ved at læring ansees som en prosess, kan begrepsutviklingen si noe om hvor elevene er i den prosessen.

Elevene i masterprosjektet går fra å ha upresise referanser til modellene når de prater med hverandre, til å etter hvert erstatter noen av dem med fagbegreper. Den gradvise endringen i kommunikasjonen, men som fortsatt er ufullstendig, kan indikere at elevene er underveis i en læringsprosess. Som en del av den prosessen, virker AR-verktøy å blant annet bli anvendt som et midlertidig kommunikasjonsverktøy – både språklig og visuelt. AR-verktøyet virker og medierer elevenes læring ved å skape en felles visualiseringsarena – et felles utgangspunkt med lik struktur og organisering. Likevel, viser analysen at elevenes forståelse er påbegynt, men ikke fullstendig.

7.3.1 Utvikling av helhetlig forståelse

I lys av faglig resonering, indikerer dialogen i enkelte av utdragene at elevenes forståelse av proteinsyntesen ikke er fullstendig. Hmelo-Silver i Gregorcic og Torkar (2022) trekker frem at en fremstilling av komplekse strukturer ikke er tilstrekkelig for at elevene skal forstå hvordan komponenter henger og funksjonerer sammen. Samtidig er evnen til å koble deler sammen sentralt for å utvikle en mer helhetlig forståelse av et systems funksjonering (ibid). Funn fra analysen i masterprosjektet, indikerer at dette kan være gjeldende her også. Elevenes delvis ufullstendige forståelse kommer til uttrykk spesielt i dialogen til gruppe 1 og 3 når gruppene leser høyt oppsummeringen av stegene. Den første gruppen (1/A) beskriver i hovedsak kun de to stegene som det er modeller av (utdrag 1.3), mens den tredje (3/C) inkluderer noe mer helhetlig sammenheng (utdrag 3.2). Likevel mangler begge beskrivelsene steg og detaljer for å ha en fullstendig forklaring av proteinsyntesen. Faktisk forståelse krever en forklaring av helheten (Gregorcic & Torkar, 2022).

Samtidig finner Gregorcic og Torkar (2022) i sin studie at elevene som får en video-forklaring av sirkulasjonssystemet i AR, i større grad viser en helhetlig forståelse for hvordan systemet fungerer. AR-verktøyet i masterprosjektet anvender ikke video tilsvarende, men 3D-modellene inkluderer korte animasjoner og illustrerer stegene i praksis. Animasjonene angir en retning for hvordan delene i modellen forholder seg til hverandre og funksjonerer sammen. Ved at elevene i masterprosjektet beskriver stegene med 3D-modeller i forklaringen, kan det indikere at animasjonene har noe tilsvarende funksjon. Likevel, fordi det kun er to modeller, så uteblir den helhetlige forståelsen – i hvert fall på et tidlig nivå når tematikken er ny og fersk for elevene. Her trengs det derimot mer forskning. Funksjonen av animasjoner sammenlignet med videobruk for helhetlig forståelse, kan være et interessant tema for videre forskning. Mer overordnet, hvordan bør AR-verktøy pedagogisk utformes for å skape en læringsopplevelse som optimaliserer skaper helhetlig læring og forståelse? Likevel, og i samsvar med Hmelo-

Silver Gregorcic og Torkar (2022), kan det for masterprosjektet forstås som at modellene alene ikke er tilstrekkelig for å utvikle elevenes forståelse.

For den andre gruppen, 2B, viser observasjonene og transkripsjonen av dialogen at E1 leser oppgaven høyt for gruppen. På intervjuet dagen etter gir derimot både E1 og E3 uttrykk for at de ikke hadde funnet noen oppgave, og at økta i hovedsak gikk til å utforske modellene selv. Likevel viser observasjonen at gruppen undersøkte modellene grundig – deriblant fargene og bokstavene i transkripsjonsmodellen. Under intervjuet dagen etter påpeker E3 at plasseringen av modellene var ulogisk. Dette kan også antyde at helhet er sentralt for elevenes forståelse ved bruk av AR-verktøyet.

7.3.2 Fravær av navn på modeller

En mulig medvirkende årsak til fraværet av helhetlig forståelse, er at delene i 3D-modellene manglet navn. Hver av modellene inkluderte en overordnet tittel for selve modellen, samt overskrifter og utfyllende informasjon i tekstboksene. Utover dette, måtte elevene til dels navngi delene i modellen og gjenkjenne stegene for å kunne anvende modellene som en visualiseringsarena. I samsvar med Wang et al. (2014) brukte elevene mye tid på å relatere naturfaglige begreper til modellene, og kan indikere at elevene opplevde det vanskelig å anvende modellene. Dialogen og handlingsbeskrivelsen for flere av utdragene illustrerer først og fremst hvordan elevene forsøker å sette ord på det de observerer.

Ludvigsen og Arnseth (2017) berører noe av tematikken ved å påpeke at dynamiske visualiseringer og simuleringer både kan synliggjøre og usynliggjøre konseptuelt innhold. Sagt på en annen måte og noe fortolket videre, kan man i utformingen av visualiseringer både fremheve og fjerne innhold avhengig av hva som ansees som relevant. For masterprosjektet, kan modellenes fravær av navn ansees som et fjernet innhold. Forfatterne beskriver videre at elevene må tolke representasjonene for å kunne nyttegjøre seg av dem, og at det er gjerne mest hensiktsmessig å gjøre i små grupper ledet av lærer (Ludvigsen & Arnseth, 2017). På den måten kan elevene hjelpe hverandre i utviklingen av faglig forståelse, og sammen med lærer utfolde den kunnskapen som verktøyet inneholder (ibid).

I motsetning til hva forskerne fremhever, gjenspeiler masterprosjektet et instruksjonsdesign i fravær av lærer. Fra et sosiokulturelt syn på læring, er læreren gjerne den kompetente andre som hjelper og veileder elevenes forståelse underveis (Wood et al., 1976). I åpne og utforskende oppgaver tenderer læreren å ha en viktig fasiliterende rolle i utviklingen av elevenes kunnskaper (Wang et al., 2014). Fraværet gjør at elevene ikke hadde tilgang på en slik støtte, og i større

grad måtte anvende hverandre. En risiko da, er blant annet at elevene navngir delene på modellene feil (Rau, 2017). De har ingen som kan støtte innlæringen og korrigere underveis i oppgaveløsningen, og risikerer å lære seg selv og hverandre feil (ibid). Som nevnt tidligere, viser utdrag fra analysen at elevenes endelige forklaringer av syntesen fremstår som relativt enkle. Alle tre gruppene manglet enten to steg eller sentrale detaljer for å ha gitt en god forklaring av proteinsyntesen i sin helhet. De stegene som ble forklart, var også de som var representert i en modell. En annen risiko ved fravær av lærer, og kanskje spesielt i en tidlig innlæringsfase, er dersom elever opplever oppgaven for vanskelig og mister lærelysten (Wood et al., 1976). Under oppgaveløsningen var det ingen andre enn elevene selv kunne bekrefte og avkrefte hypotesene, eller de spørsmålene de måtte ha underveis. I stedet måtte eleven støtte seg til hverandre og ressursene tilgjengelige. En fordel da, er at elevene gis mulighet til å trene evnen til å resonnerer og hente igjen kunnskapen fra timen før. Samtidig kan det trene evnen til å sammenfatte og anvende de ressursene de har tilgjengelige (Wang et al., 2014).

Tilstedeværelse av lærer som fasiliterte gruppeløsningen, kunne potensielt gjort at elevene hadde kommet enda lengre i læringsprosessen denne timen. For masteroppgaven blir det likevel bare en spekulasjon i lys av tendenser i CSCL-forskning, og man trenger nærmere undersøkelser for å kunne fastslå noe sikkert. Samtidig trenger ikke fraværet nødvendigvis være en svakhet for masterprosjektet, da analysen og funnene i så måte gjenspeiler anvendelsen av verktøyet og samarbeidslæringen elevene imellom i enda større grad.

Forskning på AR i utdanning viser at visualisering hjelper elever å få en bedre forståelse for komplekse temaer. Ved å gjøre noe abstrakt konkret, samtidig som man kan snu og vende på representasjonen, kan elever hjelpes til å strukturere og organisere innhold på tvers av emner. Samtidig virker færre studier å ha undersøkt hvordan man operasjonaliserer denne forståelsen. Både masterprosjektet, Gregorcic og Torkar (2022) og Hmelo-Silver viser at det er en risiko for fragmentert læring, og at den helhetlige forståelsen uteblir. For videre forskning kan det derfor være nyttig å undersøke nærmere hvordan elever utvikler forståelse ved bruk av AR, men også hvordan man kan spesifikt nyttegjøre egenskaper ved AR-teknologien for å få til dette. Hvordan kan man kombinere eksempelvis bilde, lyd, tekst, bevegelse for å skape gode multimodale representasjoner i AR?

8 Konklusjon og avsluttende bemerkninger

8.1 Konklusjon

Som en oppsummerende konklusjon med utgangspunkt i analysen og diskusjonen av forskningsspørsmålene ovenfor, virker AR-verktøyet å tilrettelegge for samarbeidslæring ved at elevene kan prate fag sammen på et tidlig nivå. Verktøyet gir elevene et felles visuelt utgangspunkt for å diskutere og prate rundt modellene i fravær av fagbegreper, og blir et foreløpig kommunikasjonsverktøy i innlæringen av tematikken. Gjennom modellene kan elevene prate, diskutere og utforske det de sammen observerer. Til tross for at fagbegrepene ikke er på plass, kan de sammen observere og utforske innholdet på skjermen – både i form av å dele egen kunnskap og gjøre den visuell for andre, og følge andre gruppe-medlemmers resonnementer.

Når elevene prater om modellene og hva som skjer rundt dem, blir diskusjonen til dels også faglig fordi innholdet elevene samhandler med er faglig. I lys av samarbeid og utover å gi elevene et felles utgangspunkt for å diskutere og dele kunnskap mellom hverandre, tilrettelegger verktøyet for forskjellige typer deltakelse. Det er derimot ikke gitt at denne deltakelsen blir en del av samarbeidet.

8.2 Avsluttende bemerkninger

I denne masteroppgaven har jeg undersøkt hvordan AR kan tilrettelegge for faglig resonnering i lys av samarbeidslæring. For å besvare forskningsspørsmålene, har masterprosjektet samlet data fra en videregående skole i Oslo. Data ble samlet gjennom anvendelse av kvalitativ metode, ved bruk av teknikkene observasjon og intervju. Observasjonen ble analysert ved hjelp av interaksjonsanalyse, mens intervjuene supplerte. Hovedfunnet fra masterprosjektet at AR-verktøyet tilrettelegge for samarbeidslæring ved at elevene kan prate fag sammen på et tidlig nivå. Verktøyet danner et felles visuelt utgangspunkt for elevene, og blir et foreløpig kommunikasjonsverktøy ved at elevene finner andre måter å referer til modellene på i fravær av fagbegreper.

Masterprosjektet har samlet mer data og flere funn enn de som er diskutert. Avgrensningen er gjort for å holde det innenfor hva som er mulig for en masteroppgave, og seleksjonen gjenspeiler de dataene som ble ansett som mest fremtredende overordnet.

9 Litteraturliste

- Akcayir, M. & Akcayir, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational research review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. & Kinshuk, K. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational technology & society*, 17(4), 133-149. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.17.4.133>
- Cai, S., Chiang, F.-K., Sun, Y., Lin, C. & Lee, J. J. (2017). Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction. *Interactive learning environments*, 25(6), 778-791. <https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1181094>
- Derry, S. J., Pea, R. D., Barron, B., Engle, R. A., Erickson, F., Goldman, R., Hall, R., Koschmann, T., Lemke, J. L., Sherin, M. G. & Sherin, B. L. (2010). Conducting Video Research in the Learning Sciences: Guidance on Selection, Analysis, Technology, and Ethics. *The Journal of the learning sciences*, 19(1), 3-53. <https://doi.org/10.1080/10508400903452884>
- Garzón, J. (2021). An Overview of Twenty-Five Years of Augmented Reality in Education. *Multimodal technologies and interaction*, 5(7), 37. <https://doi.org/10.3390/mti5070037>
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J. & Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational research review*, 31, 100334. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>
- Gregorcic, T. & Torkar, G. (2022). Using the structure-behavior-function model in conjunction with augmented reality helps students understand the complexity of the

- circulatory system. *Advances in Physiology Education*, 46(3), 367-374.
<https://doi.org/10.1152/advan.00015.2022>
- Jeong, H., Hmelo-Silver, C. E. & Jo, K. (2019). Ten years of computer-supported collaborative learning: A meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005–2014. *Educational research review*, 28, 100284.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100284>
- Jordan, B. & Henderson, A. (1995). Interaction Analysis: Foundations and Practice. *The Journal of the learning sciences*, 4(1), 39-103.
https://doi.org/10.1207/s15327809jls0401_2
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Framtid, fornyelse og digitalisering: Digitaliseringsstrategi for grunnopplæringen 2017–2021*. Kunnskapsdepartementet.
https://www.regjeringen.no/contentassets/dc02a65c18a7464db394766247e5f5fc/kd_framtid_fornyelse_digitalisering_nett.pdf
- Kvale, S., Brinkmann, S., Anderssen, T. M. & Rygge, J. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Ludvigsen, S. & Arnseth, H. C. (2017). Computer-Supported Collaborative Learning. I E. Duval, M. Sharples & R. Sutherland (Red.), *Technology Enhanced Learning: Research Themes* (s. 47-58). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-02600-8_5
- Matcha, W. & Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory Study on Collaborative Interaction through the Use of Augmented Reality in Science Learning. *Procedia Computer Science*, 25, 144-153. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.018>
- NDLA. (2020, 3. januar). *Øvingsoppgaver - proteinsyntesen*. <https://ndla.no/article/14029>
- Ormrod, J. E. (2016). *Human learning* (7th. utg.). Pearson.
- Personvernloven. (2000). *Lov om behandling av personopplysninger* (LOV-2000-04-14-31). Lovdata. <https://lovdata.no/lov/2018-06-15-38>

- Polit, D. F. & Beck, C. T. (2010). Generalization in quantitative and qualitative research: Myths and strategies. *Int J Nurs Stud*, 47(11), 1451-1458.
<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.06.004>
- Rau, M. A. (2017). Conditions for the Effectiveness of Multiple Visual Representations in Enhancing STEM Learning. *Educational Psychology Review*, 29(4), 717-761.
<https://doi.org/10.1007/s10648-016-9365-3>
- Sontay, G. & Karamustafaoglu, O. (2021). Science teaching with augmented reality applications: student views about ‘systems in our body’ unit. *Malaysia online journal of educational technology*, 9(3), 13-23. <https://doi.org/10.52380/mojet.2021.9.3.218>
- Suthers, D. D. (2006). Technology affordances for intersubjective meaning making: A research agenda for CSCL. *International Journal of Computer-supported collaborative learning*, 1, 315-337. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11412-006-9660-y>
- Syed, T. A., Siddiqui, M. S., Abdullah, H. B., Jan, S., Namoun, A., Alzahrani, A., Nadeem, A. & Alkhodre, A. B. (2022). In-Depth Review of Augmented Reality: Tracking Technologies, Development Tools, AR Displays, Collaborative AR, and Security Concerns. *Sensors (Basel)*, 23(1), 146. <https://doi.org/10.3390/s23010146>
- Tabak, I. & Kyza, E. A. (2018). Research on scaffolding in the learning sciences: A methodological perspective. I *International handbook of the learning sciences* (s. 191-200). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315617572>
- Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitativ metode* (4. utg. utg.). Fagbokforlaget.
- Utdanningsdirektoratet. (2020). (NAT01-04). Kunnskapsdepartementet.
<https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemaal-og-vurdering/kv77?lang=nob>
- Utdanningsdirektoratet. (2021, 27.05.2021). *Digitalisering av skolen og utfordringer for læremiddelfeltet*. Utdanningsdirektoratet. <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/laremidler/kvalitetskriterier-for-laremidler/kunnskapsgrunnlag-kvalitetskriterium-norsk/generelt/digitalisering-av-skolen/>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*

Development of Higher Psychological Processes. Harvard University Press.

<https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>

Wang, H.-Y., Duh, H. B.-L., Li, N., Lin, T.-J. & Tsai, C.-C. (2014). An Investigation of University Students' Collaborative Inquiry Learning Behaviors in an Augmented Reality Simulation and a Traditional Simulation. *Journal of science education and technology*, 23(5), 682-691. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9494-8>

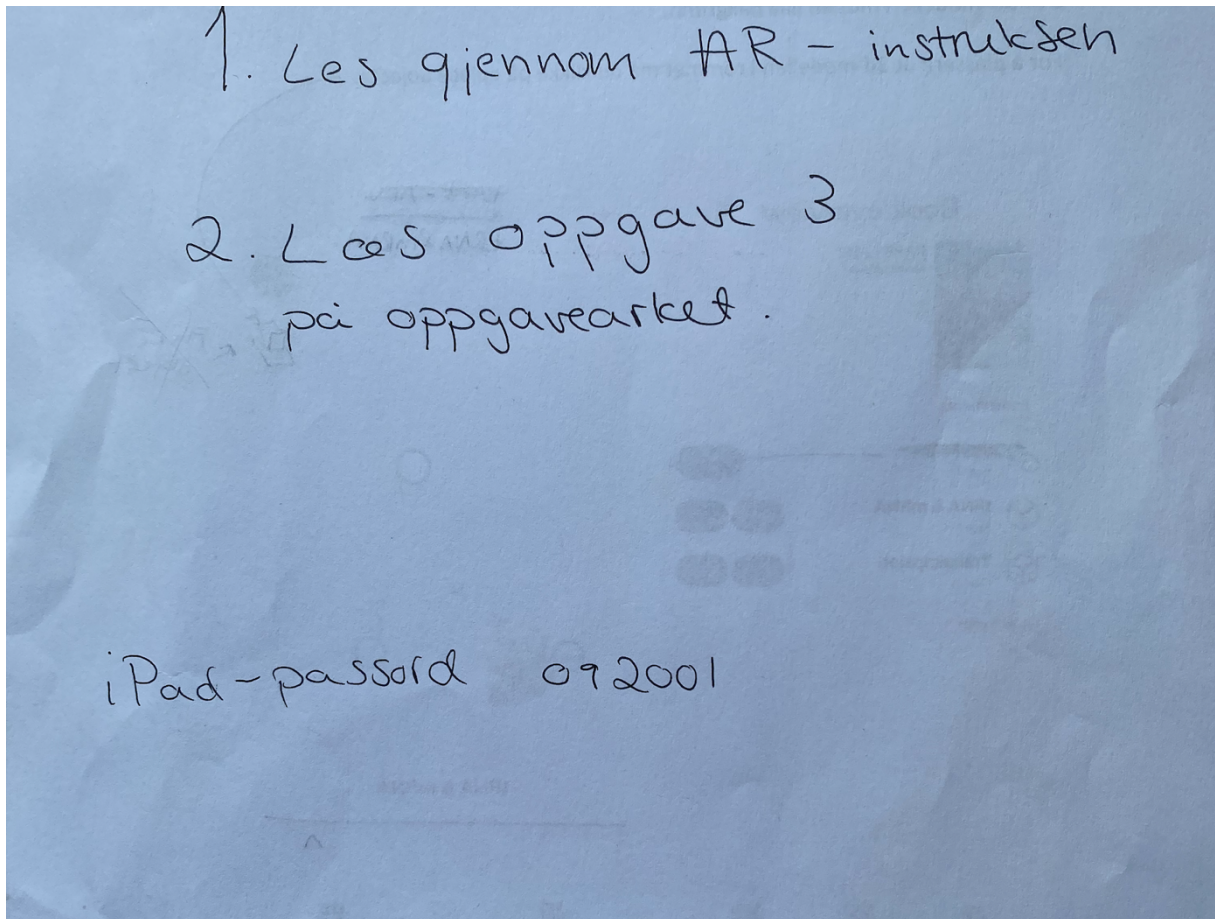
Wertsch, J. V. & Semin, G. R. (1991). *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Harvard University Press.

Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>

Yen, J.-C., Tsai, C.-H. & Wu, M. (2013). Augmented Reality in the Higher Education: Students' Science Concept Learning and Academic Achievement in Astronomy. *Procedia, social and behavioral sciences*, 103, 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.322>

10 Appendiks

10.1 Appendiks A – Instruksjonsark for oppgaveløsning



10.2 Appendiks B – Instruksjonsark for AR

Velkommen til forskningsprosjekt med UiO!

Hvordan teste AR og skolebøker?

Steg 1:

Last ned «Ludenso Explore» appen fra App Store eller Google Play til mobil eller nettbrett

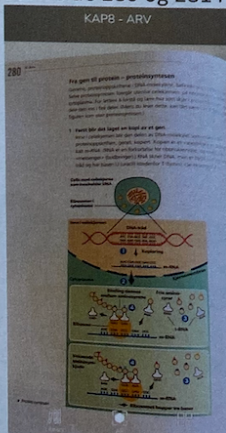
Steg 2:

Scan denne QR-koden med et vanlig kamera. Det vil be deg åpne «Ludenso Explore»-appen



Steg 3:

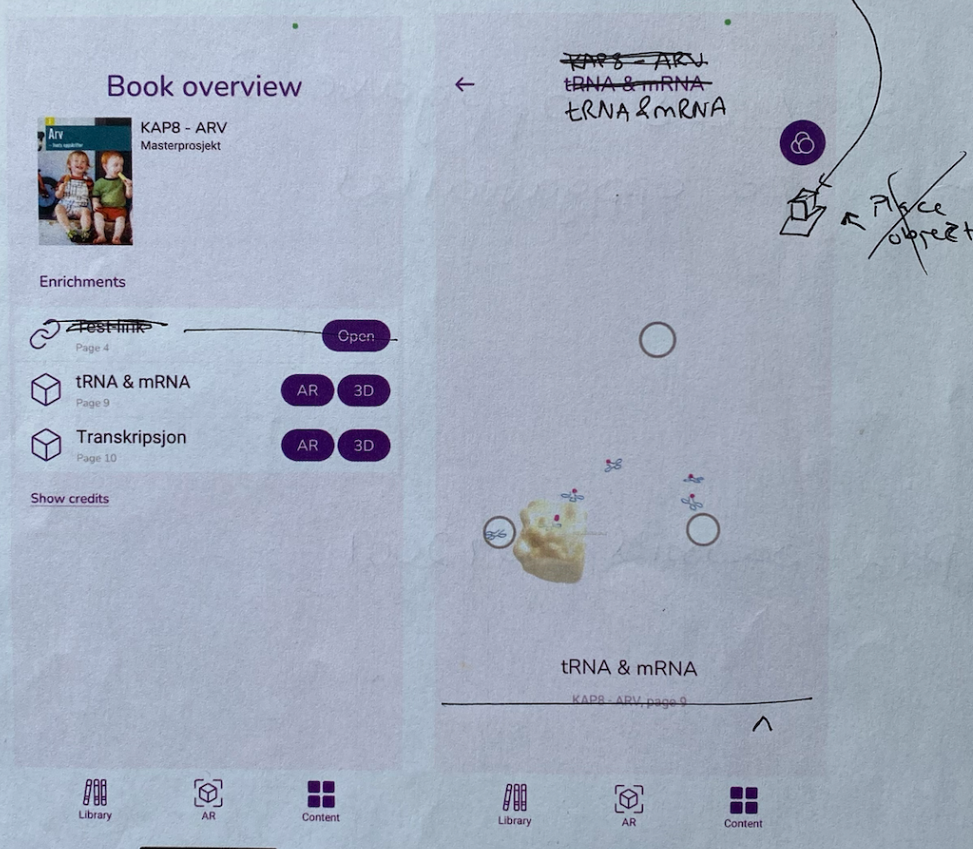
Scan side 280 og 281 i Naturfag SF for å få opp 3D-animasjoner over boken.



Steg 4:

Klikk på «content» nede til høyre for å velge å plassere en 3D-modell i rommet i AR, eller for å se 3D-modellen mot en lilla bakgrunn.

For å plassere ut 3d-modellen i rommet må du klikke på «place object».



Steg 5:

Utforsk modellene ved å klikke på de hvite «ballene», da vil du kunne lese mer om 3D-modellene.

10.3 Appendiks C – Beskrivelse av proteinsyntesen

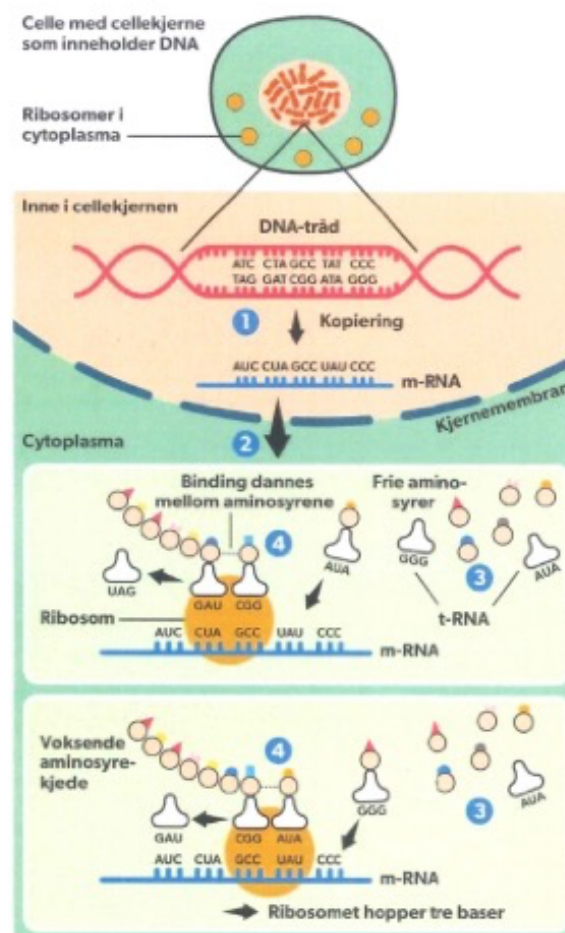
280 8 Arv

Fra gen til protein – proteinsyntesen

Genene, proteinoppskriftene i DNA-molekylene, befinner seg i cellekjernen. Selve proteinsyntesen foregår utenfor cellekjernen, på ribosomene i cellens cytoplasma. For lettere å forstå og lære hva som skjer i proteinsyntesen, kan vi dele den inn i fire deler. (Mens du leser dette, kan det være lurt å følge med på figuren som viser proteinsyntesen.)

1 Først blir det laget en kopi av et gen.

Inne i cellekjernen blir den delen av DNA-molekylet som inneholder proteinoppskriften, genet, kopiert. Kopien er et «speilbilde» av DNA og blir kalt *m-RNA*. (RNA er en forkortelse for ribonukleinsyre, og m-en står for «messenger» (budbringer).) RNA likner DNA, men er bygd som en enkelt tråd og har basen U (uracil) istedenfor T (tymin). (Se eksempel 2.)



► Proteinsyntesen

2 m-RNA-kopien blir deretter sendt ut i cytoplasmaet.

m-RNA beveger seg gjennom porer i kjernemembranen og legger seg på et ribosom i cytoplasmaet. Tre og tre av basene i m-RNA fungerer nå som en kode for en aminosyre. Selve DNA-molekylene blir altså værende inne i kjernen som originaloppskrift, og unngår å bli ødelagt ute i cytoplasmaet.

3 Aminosyrener binder seg til hvert sitt transportmolekyl, t-RNA.

Aminosyrer finnes i store mengder i cellen, for det blir hele tiden tilført aminosyrer fra maten vi spiser. De ulike aminosyrene binder seg nå til en annen type RNA, t-RNA (transport-RNA). Det finnes minst én type t-RNA for hver av de 20 ulike aminosyrene. t-RNA fungerer på en måte som «spesialvogn» som binder og frakter de ulike aminosyrene inn til m-RNA på ribosomet.

4 t-RNA bringer aminosyrene inn på riktig plass på m-RNA.

t-RNA-molekylene har også koder som er «speilbilder» av kodene på m-RNA. På denne måten sørger de for at aminosyrene binder seg sammen i den rekkefølgen m-RNA-tråden bestemmer. Etter hvert som m-RNA-tråden beveger seg bortover ribosomet, tre og tre baser om gangen, vokser kjeden av aminosyrer. Dette foregår helt til det kommer et stoppsignal på m-RNA, og proteinet er da ferdig laget.

EKSEMPEL 2**Transkripsjon – et gen blir kopiert til m-RNA**

I første del av proteinsyntesen blir et stykke av DNA (genet med proteinoppskriften) lest og oversatt til et m-RNA-molekyl. Denne prosessen blir kalt transkripsjon. Det starter med at et enzym åpner DNA-tråden et lite stykke. Enzymet bryter de svake bindingene mellom basene som holder de to DNA-kjedene sammen. Deretter blir nye byggesteiner satt inn på den ene halvdel av DNA-et. Dette skjer også ved hjelp av et enzym.

m-RNA-kopien blir et «speilbilde» av den DNA-tråden som ble kopiert, men inneholder basen U istedenfor T.

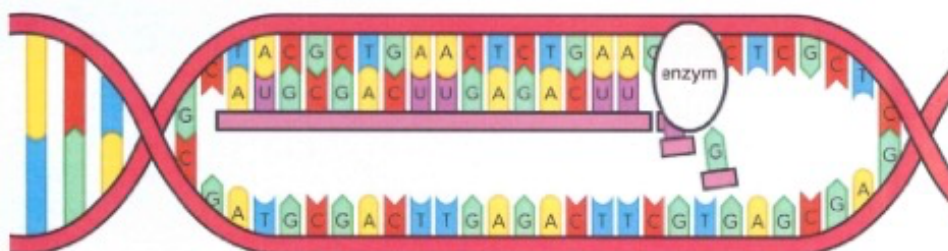
Hvis den ene tråden i DNA-molekylet har denne baserekkefølgen:

T A C G C T G A A C T C T G A A G C, vil m-RNA-kopien ha denne

baserekkefølgen:

A U G C G A C U U G A G A C U U C G

Når kopieringen er ferdig, løsner m-RNA-tråden, og DNA-molekylet lukker seg igjen.



10.4 Appendiks D – Oppgaveark, naturfag

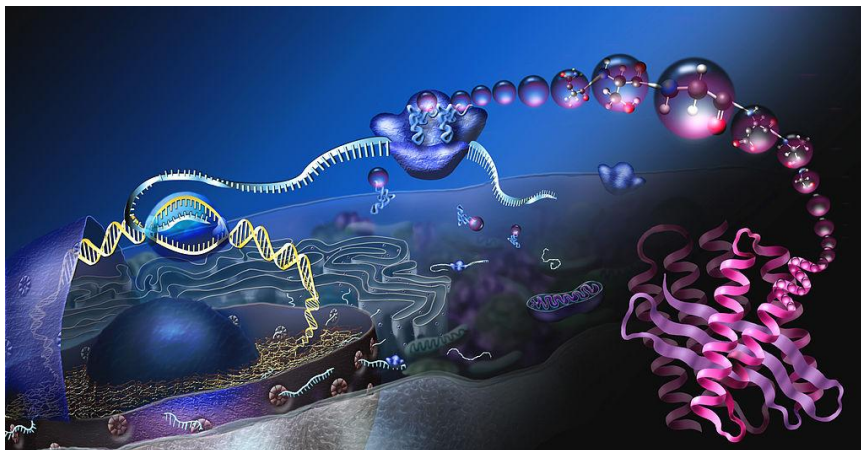
NDLA | Øvingsoppgaver – proteinsyntesen

05.02.2023, 22:38

Øvingsoppgaver – proteinsyntesen

For å løse disse oppgavene må du bearbeide stoffet og kanskje innhente ekstra opplysninger.

[Vis kompetansemål](#)



 Nicolle Rager

[Bruk bildet](#)

Oppgave 1

Lag en liste over alle elementene (organeller, spesielle molekyler og strukturer) som deltar i

prosessen for å få laget et ferdig protein.

Oppgave 2

Hvis du har et protein som består av 600 aminosyrer:

- a) Hvor mange kodon (tripletter) skal til for å lage det proteinet?
- b) Hvor mange nitrogenbaser er det i genet som koder for det proteinet?

Oppgave 3

Beskriv proteinsyntesen:

- a) Lag en skisse.
- b) Grei muntlig ut om hva som skjer i proteinsyntesen, enten for deg selv eller for noen andre.
- c) Skriv ned steg for steg hva som skjer i proteinsyntesen.

Når du er ferdig, kan du repetere proteinsyntesen hvis du har glemt noe.

Sist faglig oppdatert 03.01.2020

 Skrevet av Kristin Bøhle

10.5 Appendiks E – Felles rekrutteringsepost sendt til skoler

Forespørsel om masterprosjekt i pedagogikk



Silje Balsnes Haugan

Til [redacted]



Svar



Svar til alle



Videresend



fre. 25.11.2022 15:33



AR-bilde 1.jpg
214 KB



AR-bilde 2.jpg
151 KB

Hei,

Jeg heter Silje og er masterstudent i pedagogikk ved UiO, og skal nå i gang med masteroppgaven. Fagspesialiseringen min er innen **læring og teknologi**, der jeg blant annet studerer hvordan man kan lage gode læringskontekster/-muligheter parallelt med bruk av teknologi (<https://www.uio.no/studier/program/pedagogikk-master/studieretninger/kdl/>). Planen er å levere masteroppgave våren 2023, og jeg skal undersøke læringsprosessen til elever når de bruker AR i oppgaveløsning.

I den sammenheng leter jeg etter en (naturfags-) klasse som jeg kan studere og få følge en kortere periode (en klasseromstime eller to). Er dette noe som kunne vært interessant for dere å være med på?

Det jeg trenger er først og fremst innpass i et klasserom og kontakt med en lærer som kunne tenkt seg å prøve AR i klasserommet. Lærer styrer timen og underviser som normalt, og jeg tilpasser meg der dere er i undervisningsløpet. Vi kommer sammen frem til noen oppgaver som inkluderer AR, og at jeg (med samtykker) kan få filme og ta lydopptak av enkelte gruppers oppgaveløsning. Gjennomføringen bør aller helst skje i slutten av januar eller ıla februar 2023.

Jeg vil stå for alt praktisk som omhandler å informere, innhente samtykke, AR-teknologi og bøker, datainnsamling (NSD-søknadsprosess o.l.). Jeg har fått med meg Ludenso – en Oslo-basert bedrift som lager AR-innhold for lærerbøker og muligheten for å låne deres teknologi og app (se vedlagte bilder). De har tidligere hatt masterstudenter som har gjort tilsvarende på barneskolenivå.

Jeg har forståelse for at tiden før jul kan være hektisk. Hadde det likevel vært mulig å få til et uforpliktende møte med noen fra dere enten fysisk eller digitalt? Jeg er og tilgjengelig på tlf. og har mulighet til å komme innom.

Håper å høre fra dere, og på forhånd takk 😊

Med vennlig hilsen,
Silje Balsnes Haugan
Tlf: +47 977 23 080
E-post: siljbhau@uio.no

10.6 Appendiks F – Intervjuguide, elever

2

Spørsmål til elever

Rammesetting	<p>Poengtere at jeg ønsker å høre deres opplevelse. Ingen riktige eller gale svar her, kun deres tanker.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si litt om bakgrunn og formål med intervjuet • Forklare hva intervjuet skal brukes til, og forklare taushetsplikt og anonymitet • Spørre om noe er uklart og om informanten har noen spørsmål • Informere om opptak og informere om samtykke til opptak • Starte opptak 	
	Spørsmål	Oppfølging/alternativt
Oppvarming (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Navn og hvilken gruppe du var på i går – 1, 2 eller 3? • Hvordan syns du det var å løse oppgaven i går? • Hadde du noen erfaring med AR eller tilsvarende teknologi fra tidligere? • Hvilken kunnskap hadde du om proteinsyntesen fra tidligere? 	<ul style="list-style-type: none"> • Eksempelvis pokemonGO eller maps?)
Teknologi (3)	<ul style="list-style-type: none"> • Hvordan syns du det er å jobbe med eks. nettressurser sammenlignet med boka? • Hvordan vil du beskrive bruk av teknologi i undervisningen til vanlig? Både naturfag, men og generelt? 	<ul style="list-style-type: none"> •
AR og interaksjon (2)	<ul style="list-style-type: none"> • Kan du fortelle hvordan dere gikk frem for å løse oppgaven? • Hvordan var det å se proteinsyntesen visuelt? • Hvordan syns du det var å jobbe (interagere) med modellen generelt? • Hvordan var det å klikke rundt om i appen? Var det noe du syns var vanskelig? 	<ul style="list-style-type: none"> • Så du noen nye sammenhenger? Hvilke? • Var det noe du syns var vanskelig? Inne i AR-appen kunne man trykke på litt forskjellig. Hva tenker du om de? Var det noe som funka bedre enn annet?
Samarbeid	<ul style="list-style-type: none"> • Hvordan syns du det var å jobbe med syntesen sammen med gruppen din? 	<ul style="list-style-type: none"> • En felles eller en pad hver?

	<ul style="list-style-type: none"> • Foretrekker du vanligvis å jobbe alene eller sammen med andre? Hvorfor? • Hvordan syns du det var å forklare syntesen til gruppen din ved å bruke representasjonen? 	
Avslutning	<ul style="list-style-type: none"> • Hva tenker du om bruk av AR i undervisning, slik som du har prøvd i dag? • Du går på ei realfagslinje – kan du avslutte med å fortelle hvorfor du valgte den? • Har du noe mer du ønsker å tilføye? 	•

10.7 Appendiks G – Intervjuguide, lærer

4

Spørsmål til lærer

Rammesetting	<p>Poengtere at jeg ønsker å høre deres opplevelse. Ingen riktige eller gale svar her, kun deres tanker.</p> <p>Si litt om bakgrunn og formål med intervjuet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forklare hva intervjuet skal brukes til, og forklare taushetsplikt og anonymitet • Spørre om noe er uklart og om informanten har noen spørsmål • Informere om opptak og informere om samtykke til opptak • Starte opptak 	
	Spørsmål	Oppfølging/alternativt
Oppvarming	<ul style="list-style-type: none"> • Kan du starte med å fortelle litt hvor lenge du har vært lærer, og hvilke fag du underviser i? 	
Teknologi/ erfaringer	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilken erfaring har du med bruk av digitale verktøy i undervisning? <ul style="list-style-type: none"> ◦ Har du eksempler på verktøy? • Dere bruker i hovedsak nettressurser – kan du fortelle hvordan du synes det er sammenlignet med bøker? • Hva vil du si er fordelaktig med teknologi og bruk av digitale verktøy i klasserommet? • Hva vil du si er en ulempe? 	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilke verktøy? • Hvordan opplever du at elevene forholder seg til ressursene?
Samarbeid	<ul style="list-style-type: none"> • Hvordan vil du beskrive samarbeid blant elevene i din klasse? • Hvordan vil du si elevene deler kunnskap seg imellom til vanlig? 	
AR-spesifikt	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilke erfaringer har du med AR generelt – også utenfor skolen? • Hva tenker du om AR som et verktøy? • Hvis du skulle tatt i bruk AR i undervisningen, hvordan ville du gjort det? (Forberedelse, underveis, i etterkant). Hvorfor? 	
Avsluttende	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilke utfordringer erfarer du lærere har ved implementering og bruken av digitale verktøy i skolen? 	

10.8 Appendiks H – Søknad om godkjenning hos SIKT



[Meldeskjema](#) / [AR, læring og samarbeid i naturfagsundervisning](#) / Vurdering

Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer
981046

Vurderingstype
Automatisk

Dato
30.12.2022

Prosjektittel

AR, læring og samarbeid i naturfagsundervisning

Behandlingsansvarlig institusjon

Universitetet i Oslo / Det utdanningsvitenskapelige fakultet / Institutt for pedagogikk

Prosjektansvarlig

Anders Kluge

Student

Silje Balsnes Haugan

Prosjektperiode

01.01.2023 - 31.12.2023

Kategorier personopplysninger

Alminnelige

Lovlig grunnlag

Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 31.12.2023.

[Meldeskjema](#)

Grunnlag for automatisk vurdering

Meldeskjemaet har fått en automatisk vurdering. Det vil si at vurderingen er foretatt maskinelt, basert på informasjonen som er fylt inn i meldeskjemaet. Kun behandling av personopplysninger med lav personvernulempe og risiko får automatisk vurdering. Sentrale kriterier er:

- De registrerte er over 15 år
- Behandlingen omfatter ikke særlige kategorier personopplysninger;
 - Rasemessig eller etnisk opprinnelse
 - Politisk, religiøs eller filosofisk overbevisning
 - Fagforeningsmedlemskap
 - Genetiske data
 - Biometriske data for å entydig identifisere et individ
 - Helseopplysninger
 - Seksuelle forhold eller seksuell orientering
- Behandlingen omfatter ikke opplysninger om straffedømmer og lovovertrедelser
- Personopplysningene skal ikke behandles utenfor EU/EØS-området, og ingen som befinner seg utenfor EU/EØS skal ha tilgang til personopplysningene
- De registrerte mottar informasjon på forhånd om behandlingen av personopplysningene.

Informasjon til de registrerte (utvalgene) om behandlingen må inneholde

- Den behandlingsansvarliges identitet og kontaktopplysninger
- Kontaktopplysninger til personvernombudet (hvis relevant)
- Formålet med behandlingen av personopplysningene
- Det vitenskapelige formålet (formålet med studien)
- Det lovlige grunnlaget for behandlingen av personopplysningene
- Hvilke personopplysninger som vil bli behandlet, og hvordan de samles inn, eller hvor de hentes fra
- Hvem som vil få tilgang til personopplysningene (kategorier mottakere)
- Hvor lenge personopplysningene vil bli behandlet

- Retten til å trekke samtykket tilbake og øvrige rettigheter

Vi anbefaler å bruke vår [mal til informasjonsskriv](#).

Informasjonssikkerhet

Du må behandle personopplysningene i tråd med retningslinjene for informasjonssikkerhet og lagringsguider ved behandlingsansvarlig institusjon. Institusjonen er ansvarlig for at vilkårene for personvernforordningen artikkel 5.1. d) riktighet, 5. 1. f) integritet og konfidensialitet, og 32 sikkerhet er oppfylt.

10.9 Appendiks I – Informert samtykke, elever

1

Deltakelse i forskningsprosjektet *«AR, læring og samarbeid i naturfagsundervisning»*

Dette er et informasjonsskriv knyttet til deltakelse i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke bruk av AR (Augmented Reality, utvidet virkelighet) i undervisningssammenheng. Skrivet gir deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med dette prosjektet er å undersøke relasjonen mellom AR, læring og samarbeid i naturfagsundervisning. Problemstillingen omhandler hvordan dere som elever bruker AR for å løse oppgaver, og hvordan det oppleves å ta i bruk et slikt verktøy.

Forskningsprosjektet er datagrunnlaget i en masteroppgave som varer skoleåret 2022/2023.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Institutt for Pedagogikk ved Universitetet i Oslo er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å være med fordi du er videregåendelev på førsteåret og har naturfag som et fag våsemesteret 2023. Din faglærer har vist interesse for å delta i prosjektet på forespørsel fra meg, og som en del av hennes klasse får du derfor spørsmål om du har lyst til å være med.

Hva innebærer det for deg å delta?

Gjennomføringen skjer i en naturfagstime. Læreren din har laget læringsopplegget for timen som normalt. Du mister ingen undervisning og tar del i klassetimen som vanlig, men vil løse oppgaver på et grupperom sammen med andre medstudenter. Etterpå kan du bli spurt om å delta i et ca. 10-20 minutters intervju for å svare på spørsmål knyttet til oppgaven: eksempelvis hvordan du tenkte, opplevde å jobbe i gruppe, og hvordan det var å bruke AR.

Ved å delta sier du ja til å bli observert mens du sammen med gruppen din løser oppgaver på et grupperom, og bli intervjuet etter å ha løst oppgaven. Det vil bli tatt notater og video- og lydopptak under observasjonen og intervjuet.

Det vil ikke bli innhentet historikk om deg utover det som er opplyst i dette skrivet.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg – dette inkluderer din karakter i faget og relasjon til lærer.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Opplysningene om deg vil kun bli brukt til formålene som er fortalt om i dette skrivet. Alle opplysninger vil bli behandlet konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Det er kun jeg og læreren din som vil ha tilgang til informasjon om hvem informantene er og hvilken klasse du tilhører. Videre er det kun jeg som vil ha tilgang på notater, videoopptak og intervjudata før de anonymiseres. Når dataene er anonymisert, vil du ikke kunne gjenkjennes i publikasjonen. Navnet og kontaktopplysningene dine vil erstattes med en kode som lagres på en navneliste adskilt fra øvrige data. Dataene blir lagret på en passordsikret forskningsserver i samsvar med UiO sine retningslinjer for dataoppbevaring, og som kun jeg har tilgang til.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres, og vil etter planen avsluttes juni 2023. All data slettes ved prosjektslutt.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Oslo har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Silje Balsnes Haugan på telefon +47 977 23 080 eller mail siljbhau@uio.no. Eventuelt kan du ta kontakt med Universitetet i Oslo ved Anders Kluge på telefon +47 228 40 710 eller mail anders.kluge@iped.uio.no.

Ved spørsmål knyttet til Personverntjenester sin vurdering av prosjektet, kan du kontakte:

- Personverntjenester på epost (personverntjenester@sikt.no) eller telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen,

Silje Balsnes Haugan
Masterstudent og prosjektleder

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «AR, læring og samarbeid i» og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å bli observert mens jeg enten alene eller sammen med gruppen min løser oppgaver på et grupperom. Det er greit for meg at det blir tatt notater, video- og lydopptak av oppgaveløsningen.
- å delta i intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet.

(Signert av deltaker, dato og sted)

10.10 Appendiks J – Informert samtykke, lærer

1

Deltakelse i forskningsprosjektet **«AR, læring og samarbeid i naturfagsundervisning»**

Dette er et informasjonsskriv knyttet til deltakelse i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke bruk av AR (Augmented Reality, utvidet virkelighet) i undervisningssammenheng. Skrivet gir deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med dette prosjektet er å undersøke relasjonen mellom AR, læring og samarbeid i naturfagsundervisning. Problemstillingen omhandler hvordan videregående elever bruker AR for å løse oppgaver, og hvordan det oppleves å ta i bruk et slikt verktøy.

Forskningsprosjektet er datagrunnlaget i en masteroppgave som varer skoleåret 2022/2023.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Institutt for Pedagogikk ved Universitetet i Oslo er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å være med fordi du er faglærer og underviser en videregående klasse i naturfag vårsemesteret 2023.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltakelse innebærer planlegging av undervisningsopplegg, bli observert i klasseromsundervisning samt under elevenes gruppløsning i samme økt, og et intervju.

- Planlegging av undervisningstime skjer sammen med meg, Silje, for å samkjøre deres undervisningsopplegg med AR-oppgaver.
- Observasjon av din rolle i klasseromsundervisningen og under prosjektdeltakende elevs oppgaveløsning.
- Intervju på inntil 30-40 minutter.

Det vil bli tatt feltnotater under observasjonen og lydopptak av intervjuet. Det vil ikke bli innhentet historikk om deg utover det som er opplyst i dette skrivet.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg – dette inkluderer din karakter i faget og relasjon til lærer.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Opplysningene om deg vil kun bli brukt til formålene som er fortalt om i dette skrivet. Alle opplysninger vil bli behandlet konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Det er kun jeg som vil ha tilgang til informasjon om hvem informantene er og hvilken klasse du underviser i. Videre er det kun jeg som vil ha tilgang på notater, videoopptak og intervjudata før de anonymiseres. Når dataene er anonymisert, vil du ikke kunne gjenkjennes i publikasjonen. Navnet og kontaktopplysningene dine vil erstattes med en kode som lagres på en navneliste adskilt fra øvrige data. Dataene blir lagret på en passordsikret forskningsserver i samsvar med UiO sine retningslinjer for dataoppbevaring, og som kun jeg har tilgang til.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres, og vil etter planen avsluttes juni 2023. All data slettes ved prosjektslutt.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Oslo har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Silje Balsnes Haugan på telefon +47 977 23 080 eller mail siljebhau@uio.no. Eventuelt kan du ta kontakt med Universitetet i Oslo ved Anders Kluge på telefon +47 228 40 710 eller mail anders.kluge@iped.uio.no.

Ved spørsmål knyttet til Personverntjenester sin vurdering av prosjektet, kan du kontakte:

- Personverntjenester på epost (personverntjenester@sikt.no) eller telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen,

Silje Balsnes Haugan
Masterstudent og prosjektleder

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «AR, læring og samarbeid i» og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- planlegging av en undervisningstime sammen med meg, Silje, for å samkjøre deres undervisningsopplegg med AR-oppgaver.
- å bli observert mens jeg underviser og hvis deltakende elever trenger hjelp i oppgaveløsningen.
- å delta i intervju.
- at det kan tas notater under observasjonen og lydopptak av intervjuet.

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet.

(Signert av deltaker, dato og sted)