MASTEROPPGAVE

Emnekode: ST313L

Navn på kandidat: Øystein Nordvik Arntzen

Kandidatnr. 24

Digitale spill som problemløsningsarena for konseptuell endring i læringsarbeid

Dato: 14.05.2018

Totalt antall sider: 131

NORD universitet

www.nord.no

Forord

Å skrive masteroppgave har vært en utfordrende og lærerik prosess. Det har vært spennende å fordype seg i et fagfelt som kan bidra til tilpasset opplæring i skolen. Mens jeg har arbeidet med masteroppgaven har jeg vært i jobb som lærer. Det har ført til sene kvelder og lange helger ved universitetet. Jeg vil rette en takk til Alstad barneskole som har tilrettelagt, og gitt meg muligheten til å studere i denne perioden. Jeg vil spesielt takke min kollega, Roar Kristiansen, som har vært en inspirator, motivator og en god støttespiller.

Videre må jeg gi en stor takk til min veileder, Trond Lekang ved Nord Universitet, for konstruktiv og god veiledning fra start til mål. Takk til elevene som gjennomførte undervisningsopplegget og var informanter i studiet. Jeg vil videre takke Remi Antonsen og Mikal Arntzen for verdifulle tilbakemeldinger og korrekturlesning på slutten.

En spesiell takk til min kone Kristin Lode Arntzen, som hele tiden har støttet meg.

Øystein Nordvik Arntzen

Bodø, mai 2018

Sammendrag

Denne studien viser hvordan elever på mellomtrinnet kan bruke digitale spill som en problemløsningsarena i undervisning. Studien belyser også i hvilken grad elever kan oppleve en helhetlig konseptuell forståelse eller en konseptuell endring innenfor rammene til et tverrfaglig undervisningsopplegg. Masteroppgaven er blitt til på bakgrunn av ønsket om egen kompetanseheving. Ønsket har utgangspunkt i en rask samfunnsutvikling og behovet for nye kompetanser og arbeidsformer i dagens skole. Studiet har hatt spesielt fokus på å la elever arbeide med problemer i et digitalt spill for å danne seg et helhetlig bilde av en sentral ide i et undervisningsopplegg.

Masteroppgaven har et kognitivt konstruktivistisk læringssyn. Den overordnede problemstillingen og de to forskningsspørsmålene er valgt for å avgrense området. Det teoretiske utgangspunktet er hentet fra teorier som belyser bruk av digitale spill i undervisning, problemløsning og konseptuell endring. Begrepene er sett i lys av tilpasset opplæring der elevens kognitive læringsprosesser står sentralt. Teoriene danner grunnlag for hvordan elever lærer gjennom å bruke digitale spill som problemløsningsarenaer, og hvordan elever kan bruke konseptkart for å danne en oversikt over deres konseptuelle forståelse.

Som forskningsmetode er kvalitativ metode valgt. Empirien er samlet inn ved hjelp av kvalitative gruppeintervjuer og observasjon. I gruppeintervjuene er det valgt et strategisk utvalg av elever som var deltakere i hele undervisningsopplegget.

Noen av de sentrale resultatene fra denne undersøkelsen viser at digitale spill med fordel kan brukes som problemløsningsarenaer i skolen. Gode digitale spill legger til rette for at elever kan bruke både sine deklarative og sine prosedurale kunnskap når de løser problemer. Elevene kan teste hypoteser og løsningsforslag ved å utføre handlinger i virkelighetsnære virtuelle omgivelser.

For å belyse konseptuell endring ble konseptkart brukt som et eksternt verktøy i undervisningen. Konseptkartene bidro til at elevene skapte eksterne representasjoner av deres interne modeller. Undersøkelsen viser at bruk av konseptkart, sammen med problemløsningsoppgaver i digitale spill, kan danne grunnlag for økt konseptuell forståelse i et tverrfaglig undervisningsopplegg.

Synopsis

This study shows how lower secondary school students can use digital games as a problem solving arena in teaching. The study also highlights the extent to which students can experience a holistic conceptual understanding or a conceptual change within the framework of an interdisciplinary curriculum. This master thesis has been created from a desire for self-improvement. This desire is based on rapid societal development and the need for new skills and learning methods in today's school. The study has focused in particular on letting students work on problem-solving tasks in order to form an overall picture of a central idea in a lesson plan.

This master thesis has a cognitive constructivist learning view. The overall issue and the two research questions are chosen to define and limit the area. The theoretical starting point is derived from theories that illustrate the use of digital games in teaching, problem solving and conceptual change. The concepts are viewed from the perspective of individually adapted training of customized training, where the student's cognitive learning processes are central. Theories form the basis for how students learn through using digital games as problem solving arenas as well as how students can use concept maps to provide an overview of their conceptual understanding.

As a research method, qualitative method is chosen. Data is collected using qualitative group interviews and observation. In the group interviews a strategic selection of pupils who participated in the entire teaching plan has been chosen.

Some of the key findings from this survey show that digital games can be used as a problem solving arena in school. Good digital games make it possible for students to use both their declarative and procedural knowledge when solving problems. Pupils can test hypotheses and solutions in real-world virtual environments.

To illustrate conceptual change, concept maps were used as an external tool in the classroom. The concept maps helped the pupils create external representations of their internal models. The survey shows that the use of concept maps, together with problem-solving tasks, can provide a basis for increased conceptual understanding in an interdisciplinary teaching plan.

Innholdsfortegnelse

Forord i
Sammendrag ii
Synopsis iii
Innholdsfortegnelse iv
1.0 Innledning 1
1.1 Bakgrunn for valg av tema 1
1.2 Problemstilling 2
1.3 Formål med oppgaven 3
1.4 Oppgavens struktur 3
2.0 Teorigrunnlag 5
2.1 Problemløsning 5
2.1.1 Å tilegne seg kunnskap for å løse problemer 6
2.1.2 Problemsituasjoner, og muligheter for å teste mentale modeller 9
2.1.3 Faktorer som påvirker problemløsningsprosesser 13
2.1.4 Problemskjemaer og bruk av problemløsningskompetanse 14
2.1.5 Ulike problemtyper 15
2.1.6 Interaktiv problemløsning og dynamiske problemløsningsoppgaver 17
2.1.7 Vurdering av problemløsningskompetanse 18
2.2 Konseptuell forståelse 19
2.2.1 Meningsfull læring 20
2.2.2 Bakgrunnskunnskaper og veien til konseptuell endring 22
2.2.3 Modellering for konseptuell endring 27
2.2.4 Konseptkart i undervisningen 28
2.3 Digitale spill 31
2.3.1 Muligheter i det digitale klasserommet 32
2.3.2 Multimedialæring 33
2.3.3 Spilldidaktiske aspekter og lærerens rolle 35
2.3.4 Å velge spillet som passer 37

2.3.5 Motivasjon i spill-pedagogisk læringsarbeid 40
3.0 Design og metode 41
3.1 Forskningsdesign og vitenskapelige betraktninger om design 41
3.2 Casestudier 44
3.3 Kvantitativ eller kvalitativ tilnærming 45
3.4 Klasseromsforskning 45
3.5 Valg av metode 46
3.5.1 Observasjon 47
3.5.2 Det kvalitative forskningsintervju - Gruppeintervju 49
3.6 Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet 51
3.6.1 Reliabilitet 52
3.6.2 Validitet 52
3.6.3 Generaliserbarhet 53
3.7 Analyse og tolkning av data 53
3.8 Etiske refleksjoner 55
4.0 Rammene for innhenting av empiri - Casebeskrivelsen 56
4.1 Beskrivelse av de eksterne verktøyene i undervisningen 58
4.1.1 SimCityEDU 58
4.1.2 Konseptkart 59
5.0 Analyse og drøfting 61
5.1 Bruk av digitale spill i et undervisningsopplegg 61
5.1.1 Læring i en virtuell kontekst 62
5.1.2 Å eksperimentere med identiteter 64
5.1.3 Motivasjon i læringsarbeid med digitale spill 66
5.1.4 Tilpasninger, veiledning og muligheten for å lykkes i digitale spill 70
5.1.5 Utfordringer og kognitiv belastning 72
5.1.6 Kort oppsummering 74
5.2 Elevenes problemløsningsprosess og variasjonen i problemtyper 75
5.2.1 Problemløsningsarbeid i SimCityEDU 75
5.2.2 Muligheten til å prøve ting ved å utføre handlinger 81

5.2.3 Arbeid med interaktive og dynamiske problemsituasjoner 84
5.2.4 Ulike fremgangsmåter for å nå en løsning 85
5.2.5 Kort oppsummering 86
5.3 Konseptuell forståelse og målet om en konseptuell endring 87
5.3.1 Å bygge en helhetlig forståelse i et tverrfaglig undervisningsopplegg 87
5.3.2 Problemløsningsoppgaver og konseptuell forståelse 89
5.3.3 Elevenes konseptkart 91
5.3.4 Konseptkart – noen eksempler 96
5.3.5 Muligheter for konseptuell endring 100
5.3.6 Kort oppsummering 101
6.0 Konklusjon og oppsummering 103
6.1 Elevenes arbeid med virtuelle problemer 103
6.2 Digitale spill kan føre til problemløsning i et undervisningsopplegg 105
6.3 Konseptkart kan vise til økt konseptuell forståelse og konseptuell endring 106
6.4 Avsluttende refleksjoner 107
Litteraturliste 109
Oversikt over figurer 116
Oversikt over vedlegg 117
Vedlegg 1: Intervjuguide 118
Vedlegg 2: Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet 119
Vedlegg 3: Tilbakemelding på melding om behandling av personopplysninger 121
Vedlegg 4: Vurderingsrubrikk 122
Vedlegg 5: Modulplan 123

1.0 Innledning

Vi lever i et samfunn i stor endring. Dagens og morgendagens samfunn krever andre og nye kompetanser for å kunne delta i arbeid og hverdagsliv. Skolen er en av de viktigste fellesarenaene for å bidra til å bygge kunnskap og kompetanser, som gjør elevene kompetente og rustet til å kunne håndtere den raske samfunnsutviklingen. Nye kompetanseområder dukker opp, og de tradisjonelle arbeidsformene og undervisningsmetodene bidrar i mindre grad til å hjelpe elevene i deres møte med samfunnet som utvikles rundt dem (NOU 2015:8).

Elever bør få mulighet til å møte de samme arbeidsformene, verktøyene og vurderingsformene som de møter i samfunnet rundt og i sitt fremtidige arbeidsliv. Utgangspunktet for min forskning er å belyse arbeidsmetoder som kan bygge kompetanser i fremtidens skole. Det er valgt å forske på arbeidsformen digitale spill i undervisningen, og se på hvordan et digitalt spill kan legge til rette for problemløsningsarbeid i skolen. Det er også valgt å se på elevers konseptuelle forståelse i et tverrfaglig undervisningsopplegg, samt muligheten for konseptuell endring.

1.1 Bakgrunn for valg av tema

Dagens skole inneholder mange emner, og læreplanverket LK06[1] som det undervises etter, begynner å bli av eldre årgang. De senere årene har nye temaer og emner blitt lagt til den eksisterende læreplanen. Behovet for færre emner, nye arbeidsformer og mer dybdelæring, er større.

Kunnskapsdepartementet (2017) viser i den overordnede delen av læreplanverket til verdigrunnlaget i skolen. Her vises det til at elever må opparbeide seg ferdigheter for å beherske handlinger eller prosedyrer for å utføre oppgaver eller løse problemer. Ferdighetene omfatter blant annet motoriske, praktiske, kognitive, sosiale, kreative og språklige ferdigheter. Skolen skal gi rom for dybdelæring, slik at elevene utvikler forståelse av sentrale elementer og ser sammenhenger.

For å lære noe grundig, bør elever få nok tid til å fordype seg. Fokuset på et utvidet kompetansefokus og nye arbeidsprosesser i skolen er tydelig både internasjonalt og nasjonalt. De siste årene har blant annet bruken av digitale spill som læringsaktivitet økt (Breivik, 2015;

[1] https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/

Skaug, Staaby & Husøy, m.fl., 2017). Mayer (2014. s, 133) viser at gode digitale spill er problemløsningsarenaer som kan skape dybdelæring, og kan i mange tilfeller tilføye noe til undervisningen i skolen.

Problemløsning spiller allerede en sentral rolle i utdanningen, og er en av de viktigste kognitive prosessene i hverdagen for elever (Jonassen, 2011). Partnership for 21st century learing (P21, 2015), viser til kritisk tenkning og problemløsning, kommunikasjon, samarbeid, og kreativitet og innovasjon som essensielle kompetanser for læring i det 21. århundre, og som nødvendige kompetanser i dagens og fremtidens arbeidsmarked. Lee & Murcia (2013. s, 196) peker på problemløsning som en prosess som kan føre til konseptuell endring.

Med bakgrunn i egen yrkespraksis som lærer, er det derfor ønskelig å vurdere hvorvidt slike arbeidsformer bidrar til læring for det 21. århundre. Innsamlingen av empiri har skjedd som en casestudie der det har vært forsket på det trinnet hvor jeg var lærer. Elevgruppene som det ble forsket på besto av elever på 7.trinn ved en middels stor barneskole.

1.2 Problemstilling

Masteroppgaven har en problemstilling som er delt opp i to forskningsspørsmål. Forskningsspørsmålene er ment som en operasjonalisering av den overordnede problemstillingen, og kan derfor sees i sammenheng.

Hvordan kan elever på mellomtrinnet bruke digitale spill til problemløsning?

- Hvilke problemløsningsoppgaver møter elevene gjennom bruk av digitale spill?

- Hvordan bidrar arbeid med problemløsningsoppgaver til konseptuell endring i et tverrfaglig emne i norsk og samfunnsfag på mellomtrinnet?

I masteroppgaven utdypes hva som ligger i problemløsningsprosesser. Det blir også vurdert hvordan arbeid med problemløsning kan bidra til en konseptuell endringsprosess hos elevene. For å måle endring er det valgt å bruke konseptkart som eksternt verktøy i læringsarbeidet. De sentrale begrepene problemløsning, digitale spill og konseptuell forståelse blir definert og sett i lys av relevant teori. I arbeidet har alle beslutninger ved innsamling av empiri blitt styrt av problemstillingen.

1.3 Formål med oppgaven

Formålet med masteroppgaven er å finne relevante problemløsningsprosesser gjennom bruk av et digitale spill, samt belyse elevenes konseptuelle forståelse og eventuelt konseptuell endring i et tverrfaglig undervisningsopplegg. Elevens egne meninger gjennom bruken og inntrykkene av læringsprosessen knyttet til gjennomføringen har vært sentrale. I masteroppgaven blir det tatt utgangspunkt i et digitalt spill som elevene har gjennomført som en del av et helhetlig undervisningsopplegg. Spillet hadde et relevant tverrfaglig innhold, som belyste flere sentrale begreper og konsepter elevene skulle lære.

Det var ønskelig å kartlegge hvorvidt elevene opplevde, eller hvorvidt det kunne observeres konseptuell endring i undervisningen. I arbeidet sees det som viktig å observere og lytte til elevenes oppfattelse av læringsprosessen. Oppgaven omhandler i hovedsak elevenes syn på læring. Observasjon og intervju er brukt som metodiske valg i innhenting av empiri for å styrke masteroppgaven.

1.4 Oppgavens struktur

Oppgaven inneholder 6 kapitler. Kapittel 1inneholder en innledning som har som formål å vise til oppgavens relevans, samt snevre inn feltet. Med utgangspunkt i egne erfaringer og kompetanser, er formålet å danne ny kunnskap om hvordan elever på mellomtrinnet kan lære gjennom bruk av digitale spill som problemløsningsarenaer. I innledningen vises det til en problemstilling med to underliggende forskningsspørsmål. Disse forskningsspørsmålene sees i sammenheng med problemstillingen.

Kapittel 2 inneholder en teoretisk forankring av oppgaven. Teorikapittelet er delt i tre deler for å belyse oppgavens sentrale begreper. I den første delen er det valgt å definere problemløsning på et generelt grunnlag, og som en spesifikk arbeidsmetode i skolen. Den andre delen definerer elevers konseptuelle forståelse av ny kunnskap. Her blir det også vurdert hvordan konseptuell endring kan forekomme i undervisning. Den tredje teoridelen definerer bruk av digitale spill for læring, i et teknologirikt klasserom.

I kapittel 3 skisseres det et design for forskningen. Designet blir forankret gjennom vitenskapelige betraktninger og hensiktsmessig teori. Videre drøftes metodiske valg for innhenting av empiri. Her blir det spesielt sett på observasjon og intervju som kvalitative metoder. Som en del av kapittelet blir også reliabilitet og validitet vurdert med utgangspunkt i

relevant teori. Generaliserbarheten av forskningen og etiske refleksjoner blir avslutningsvis vurdert i design og metodekapittelet.

I kapittel 4 beskrives rammene for innhentingen av empiri. Oppgaven bygger på en casestudie der trinnet som det ble forsket på skapte casen. I denne delen er det spesielt valgt å se på de eksterne verktøyene som lå til grunn for elevarbeidet. Elevene arbeidet digitalt i alle fasene av undervisningsopplegget. Beskrivelsene har som hensikt å gi oversikt over hvordan elevene arbeidet og hvordan undervisningen fremsto.

I kapittel 5 er det valgt å analysere, og drøfte empirien. I denne delen presenteres observasjonsnotater som er samlet inn gjennom feltdagbok og transkriberte intervjusitater hentet fra de fire kvalitative gruppeintervjuene som ble gjennomført. Nye fagbegreper settes i kursiv første gang for å kunne relateres til relevant teori og annen forskning. Siden kapittelet analyserer og drøfter empirien er det valgt å oppsummere de viktigste aspektene etter hver del. Kapittelet blir sett i lys av de teoretiske rammene presentert i teorikapittelet.

I kapittel 6 er det avslutningsvis valgt å sammenfatte det som oppfattes som sentrale funn. Oppsummeringen av masteroppgaven baserer seg på tolkninger og analyse av teori og empiri.

2.0 Teorigrunnlag

Kapittelet belyser relevant teori og forskning knyttet opp mot de sentrale begrepene problemløsning, konseptuell forståelse og digitale spill. Begrepene er valgt for å i størst mulig grad skape en teoretisk forankring av problemstillingen. I teoridelen blir det først sett på problemløsning som arbeidsmetode og læringsaktivitet i skolen. Masteroppgaven belyser individuell problemløsningskompetanse. Deretter defineres bruk av digitale spill som en interaktiv læringsaktivitet der elever arbeider med problemer i en virtuell verden. Teoridelen belyser videre hva konseptuell forståelse er, og vurderer i hvilken grad konseptuell endring kan forekomme i undervisning. Teorigrunnlaget er i størst mulig grad knyttet opp mot et læringsperspektiv der elevens kognitive læringsprosess er i sentrum.

2.1 Problemløsning

Begrepet problemløsning blir i denne oppgaven definert som en kognitiv aktivitet. Kognitiv aktivitet og tenking er en sentral egenskap som gjør oss menneskelig, det er noe som skjer naturlig og spontant. Problemløsning blir i teoridelen spisset for å belyse hvordan arbeid med problemer fremstår i digitale spill. Problemene som elevene møtte i undervisningen blir definert å være interaktive og dynamiske problemer. Det er likevel valgt å se på karakteristikker av problemløsning i generell forstand. Formålet er å danne et teoretisk bakteppe.

Problemløsning spiller en rolle i elevers skolehverdag, og er et av flere sentrale trekk i samfunnsutviklingen (NOU 2015:8, 2015, s. 19-20). Kompleksiteten i dagens samfunn og den teknologiske utviklingen skaper muligheter for nye problemløsningsarenaer (New Media Consortium & Consortium for School Networking, NMC/CoSN, 2017, s. 10). Oppgaver i skolen gjør at elever må lære å ta kunnskap og ferdigheter i bruk på en ny måter (Meld. St. 28., 2016, s. 13). Dagens samfunn har behov for innovasjon, forskning, nyskaping og kompetanse for å løse sammensatte oppgaver og utfordringer. Dette skaper et behov for at elever lærer kompetanser som «*kreativitet, innovasjon, kritisk tenkning og problemløsning*» (NOU 2015:8, 2015). Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2017[2]) setter problemløsning på dagsorden, og viser til læringsformen som en viktig kompetanse for det 21. århundre.

> The skills considered most essential in our modern societies are often called 21st-century skills. Problem solving is clearly one of them. Students will be expected to work in novel environments, face problems they have never seen and apply domain-general reasoning skills that are not tied to specific contents
>
> (OECD, 2017[2], s. 19)

Partnership for 21st Century Learning (P21[2], u.å.) viser til problemløsning og kritisk tenkning som viktige faktorer i dagens og morgendagens skole. P21 peker blant annet på elevenes evnen til å kunne analysere hvordan deler av en helhet samhandler med hverandre, som en av flere viktige faktorer i problemløsningsarbeid. Ved å se sammenhenger kan elever blant annet løse problemer i komplekse systemer.

2.1.1 Å tilegne seg kunnskap for å løse problemer

For å kunne definere hvordan elever arbeider med problemløsningsoppgaver i skolen, er det valgt å skille mellom kunnskap og kompetanse (Kristiansen, 2014, s. 16-18). I følge Utdanningsdirektoratet (2016) må forståelsen av kompetansebegrepet ligge til grunn før læringsarbeid og vurdering skal finner sted. Utdanningsdirektoratet (2016) definerer kompetanse som:

> ..evnen til å løse oppgaver og mestre komplekse utfordringer. Elevene viser kompetanse i konkrete situasjoner ved å bruke kunnskaper og ferdigheter til å løse oppgaver. Det kan handle om å mestre utfordringer på konkrete områder innenfor utdanning, yrke- og samfunnsliv eller på det personlige plan
>
> (Utdanningsdirektoratet, 2016)

Sitatet peker på at elever kan vise kompetanse i konkrete situasjoner ved å bruke kunnskap og ferdigheter til å løse oppgaver. National Research Council (NRC, 2012, s. 32-34) definerer tre overordnede kompetansefelt som har betydning i skole og hverdagsliv. *Kognitiv kompetanse* omhandler kognitive prosesser og strategier, kunnskap og kreativitet. *Intrapersonlig kompetanse* omhandler intellektuell åpenhet, arbeidsetikk, ansvarsbevissthet og kjerneevaluering mens *interpersonlig kompetanse* omhandler teamarbeid og samarbeid, og lederskap (Kristiansen, 2014, s. 18). I denne masteroppgaven vises det i hovedsak til kognitiv kompetanse som et utgangspunkt for problemløsningsarbeid i digitale spill.

Hattie og Yates (2014[1], s. 126) deler kunnskapstyper i to deler: *deklarativ kunnskap* og *prosedural kunnskap*. Den prosedurale kunnskapen relateres til kunnskap vist i form av handlinger. Denne typen av kunnskap omfatter kognitive ferdigheter, fysiske ferdigheter og

[2] http://www.p21.org/about-us/p21-framework/260

motoriske ferdigheter. Den deklarative kunnskapen kan relateres til kunnskap som potensielt kan uttrykkes med ord.

I følge Novak (2010, s. 113) trengs deklarativ kunnskap for å konstruere prosedural kunnskap. Den deklarative kunnskapen deler Hattie og Yates (2014[1], s. 127) i fem underkategorier: *sensorisk gjenkjennelse*, *kunnskapstråder*, *ideer*, *skjemaer* og *mentale modeller* (Kristiansen, 2014, s. 16)

Kunnskapstråder baserer seg på serielle rekkefølger eller assosiasjoner. Denne typen av kunnskap kan relateres til rim og regler og blir i undervisning ofte sammenlignet med «pugging». En slik type kunnskap tar form av en sekvens som man lett kan øve inn på kort tid og resultatene av denne kunnskapstypen sees som lett målbare (McFarlane, 2015, s. 64). Kunnskapstråder tilegnes som regel gjennom bevisst konsentrasjon og repetisjon. I arbeidet med masteroppgaven er det hovedsakelig valgt å belyse elevenes bruk av ideer, skjemaer og mentale modeller.

Ideer er kunnskap hvor elever knytter sammen ting eller enheter gjennom spesielle egenskaper. Kunnskapsformen defineres som forbindelsen mellom betydninger på begrepsmessig nivå, i motsetning til enkeltstående kunnskapstråder. Nye ideer skapes hos elever gjennom eksponering for faktainformasjon muntlig eller skriftlig. Informasjonen må oppleves *meningsfull* (Hattie & Yates, 2014[1], s. 129; Howland, Jonassen & Marra, 2012, s. 5-6) før kunnskapstilegnelse kan finne sted. For at eleven skal oppleve læring, må de nye ideene virke meningsfulle i situasjonen og kunne knyttes til tidligere kunnskaper.

Skjemaer kan sees som de grunnleggende enhetene hvor elever organiserer og strukturerer kunnskapen (Jonassen, 2011; Imsen, 2014; Novak, 2010). Skjemaer bygger på ideer. Gjennom å etablere skjemaer får elevene en dypere mening enn det de tilegner seg gjennom de enkeltstående ideene (diSessa, 2013). I følge Piagets (1972) kognitive læringsteori er skjemaene det som sitter igjen på det indre, mentale planet. De blir ikke til statiske minnespor eller kunnskapstråder, men et aktive handlingsmønster. Slike handlingsmønstre blir ofte knyttet sammen til lengre handlingssekvenser og derfor kalt skjemaer. Skjemaer gjør det mulig for eleven å forstå helheter, samt ha kompetanse i å kunne se *«det store bildet»* (Novak, 2010, s. 51-55; Hattie og Yates, 2014[1], s. 130; Kristiansen, 2014, s. 16)

De kognitive skjemaene er ikke avhengig å ytre stimulering for å bli utløst, og blir derfor sett på som råmaterialet for tenkning. Skjemaene er de grunnleggende enhetene der vi organiserer og strukturerer kunnskapen vår, og kan sees på som rammene vi trenger for å skape mening i

ideer og fakta. Når en elev lærer innholdet i et begrep, dannes et skjema som dekker flere ideer og tanker. Eksempelvis kan elever lære om begrepet by. Eleven kan, ved hjelp av egne bakgrunnskunnskaper knytte sammen flere begreper og lære at byen har skoler, rådhus, veier, tjenester, næringer og mennesker. Slik har eleven utvidet sitt skjema til å inneholde flere ideer.

Hattie & Yates (2014[2], s. 187) peker på skjemaer som høyere ordens *strukturer* som gjør at *fakta*, *konsepter* og også *sekvenser* kan få en dypere mening. Når en elev står ovenfor nye og ukjente situasjoner eller fenomener, og prøver å forstå eller tolke fenomenet, kalles det *assimilasjon* (Imsen, 2014, s. 151-152; Novak, 2010, s. 58). Eleven prøver å forstå fenomenet gjennom kunnskapen eller skjemaene han eller hun har fra før. I tilfeller der tolkningen til eleven ikke er tilstrekkelig, og det oppleves et gap mellom de etablerte skjemaene og de nye fenomenene, oppleves det som en ubalanse (Halldén, Scheja & Haglund, 2013, s. 72-73; Hattie & Yates, 2014[2], s. 187)

Når en elev får spørsmål om hvorfor det blir flo og hvorfor det blir fjære kan det oppstå en *kognitiv ubalanse* (Halldén, Scheja & Haglund, 2013, s. 73). Eleven kan ha ideer gjennom å ha sett vannet stige og synke. Eleven kan også ha erfaringer med at det ikke er lurt å fortøye båten til land når det er fjære. Likevel kan han eller hun ikke forklare grunnen til tidevann. De gamle skjemaene og elevens ideer er derfor ikke tilstrekkelig. Det må en reorganisering og en utvidelse av skjemaene til. I de tilfeller der nye fenomener tilpasses gamle skjema kalles det assimilasjon. Hvis de gamle skjemaene forandrer de kognitive strukturene og skaper en ny tolkning, kalles det *akkomodasjon* (Piaget, 1972; Imsen, 2014, s. 151-152). Når eleven lærer at månen har påvirkningskraft på tyngdekraften på jorden, og at månen går i bane rundt jorden, skapes nye reorganiserte skjemaer, som kan føre til konseptuelle endringer (Vosniadou, 2013, s. 14), hos eleven.

Elever tolker og forklarer, restrukturerer eller finner alternative forklaringer til problemer og utfordringer de møter. I følge Jonassen (2011, s. 241) og Kristiansen (2014, s. 30) kan elever tilegne seg *problemskjemaer* som inneholder semantisk informasjon og situasjonsforståelse av problemer de skal løse. Problemskjemaene viser til fremgangsmåter som eleven kan bruke for å løse en type av problemer. Noen elever kan utvikle gode problemskjemaer. Dette blir det sett nærmere på i kapittel 2.1.4. *Mentale modeller* (Seel, m.fl., 2013, s. 12-13; Hattie & Yates, 2014[1], s. 130-132; Trilling & Fadel, 2009, s. 32; Kristiansen, 2014, s. 16-17;

Nersessian, 2013, s. 397-399) bygger på skjemaer, som på det mentale plan er våre erfaringer fra den ytre verden. De mentale modellene kan tilegnes gjennom handling og hypotesetesting.

2.1.2 Problemsituasjoner, og muligheter for å teste mentale modeller

I følge Hattie & Yates (2014[2], s.187-188) og Nersessian (2013, s. 397-398) gjør de mentale modellene det mulig å simulere virkeligheten for å løse innviklede og alvorlige problemer. Mentale modeller sees som en del av elevens deklarative kunnskap. For å kunne teste de mentale modellene kan elever bruke sin prosedurale kunnskap. Med andre ord kan elever utføre handlinger for å teste sine hypoteser i en problemsituasjon (Kristiansen, 2014, s. 112). Handlingene påvirker hvordan elevenes mentale modeller utvikler seg. I undervisningsopplegget, som la grunnlaget for empiriinnsamlingen, skulle elevene simulere en virtuell virkelighet. Gjennom interaktive handlinger fikk elevene mulighet til å teste sine mentale modeller.

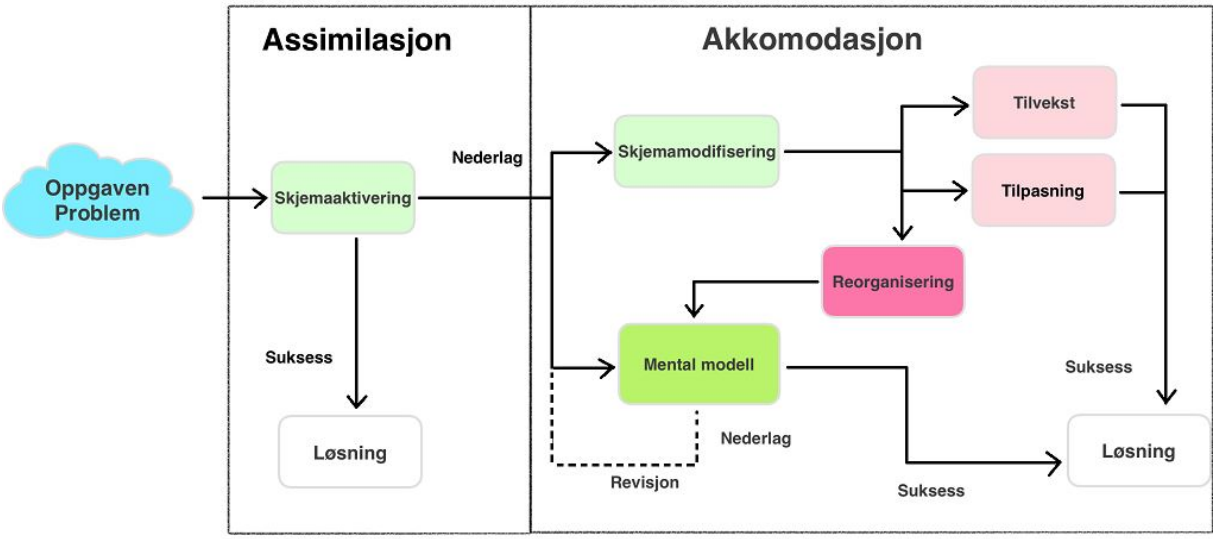
Mentale modeller er plassert i elevens egen bevissthet og er basert på deres bakgrunnskunnskaper (Seel, Infenthaler & Pirnay-Dummer, 2013, s. 12; Greca & Moreira, 2010). De mentale modellene gjør elevene i stand til å engasjere seg i varianter av hypotetisk eller fantasifull tenkning, som kan føre til at de kommer frem til en løsning på et problem (Kristiansen, 2014, s. 79). Ifølge Imsen (2014) og Novak (2010, s. 52) utvikler barn og unge sin hypotetiske tenking, spesielt i den formaloperasjonelle perioden av deres kognitive utvikling. Den formaloperasjonelle perioden starter ca. fra elleveårsalderen, og bidrar til at elevenes ideer ikke trenger fotfeste i virkeligheten. «*Elevene kan forestille seg det mulige, ikke bare det virkelige*» (Imsen, 2014, s. 161). Eleven i denne undersøkelsen gikk på mellomtrinnet, og kan defineres å være i den formaloperasjonelle perioden.

Det mentale rammeverket til elever består av organiserte enheter som representerer kunnskap (Nersessian, 2013, s. 397-398). Elevenes mentale rammeverk er i denne oppgaven definert som deres konseptuelle forståelse. Kvalitet på tenkningen avhenger av skjemaene og ideene som er tilgjengelig for hver enkelt. Uten god tilgang på informasjon i form av organiserte skjemaer, kan ikke problemer løses (Jonassen, 2011, s. 241). Selv om elevenes mentale modeller kan løse problemer ved hjelp av hypotetisk tenkning, må slike prosesser også knyttes opp mot virkeligheten (NRC, 2012, s. 84-85; Nersessian, 2013, s. 396).

Assimilering kan betraktes som grunnlaget for tolkningen av en oppgave eller problem, og er avhengig av skjemaaktivering slik at ny informasjon blir integrert i eksisterende kognitive

strukturer (Imsen, 2014; Seel, Infenthaler & Pirnay-Dummer, 2013, s. 13-14). Så raskt et skjema blir aktivert blir det automatisk brukt for å regulere assimileringen (Ifenthaler & Seel, 2011). I noen tilfeller kan elever finne løsninger på problemer ved kun å aktivere skjemaer som allerede er dannet. Slike oppgaver eller problemer er som regel strukturerte, og har en mindre grad av kompleksitet (Jonassen, 2011, s. 242-243). Om aktiveringen av skjemaer ikke er tilstrekkelig, må eleven gjøre en skjemamodifisering eller skape en mental modell (Seel, Infenthaler & Pirnay-Dummer, 2013, s. 15; Howland, Jonassen & Marra, 2012).

Figur 1 viser veien fra elevens møtet med et problem, eller en oppgave, til løsningen. Skjemamodifisering krever at eleven tilpasser skjemaet til et tidligere skjema, eller danner en tilvekst. Eleven kan også skape en reorganisering for å finne en hensiktsmessig løsning på problemet. Om problemet ikke lar seg løse gjennom bruk av skjemaer, er eleven også nødt til å reorganisere skjemaene og skape en mental modell. De mentale modellene kan gjennom bruk av prosedural kunnskap, som testing og modifisering, revideres slik at eleven til slutt kommer frem til en løsning (Hattie & Yates, 2014[1]; Seel, Infenthaler & Pirnay-Dummer, 2013; Mayer, 2009; Clark & Mayer, 2016). I denne prosessen kan eleven med fordel bruke eksterne verktøy som kan hjelpe dem (Kristiansen, 2014, s. 113-114). Eleven trenger også tid til å teste sine hypoteser og eventuelt revidere hypotesene (Howland, Jonassen & Marra, 2012; McFarlane, 2015; Mayer, 2014).



Figur 1: Kognitive funksjoner av assimilasjon og akkomodasjon (Seel, Infenthaler & Pirnay-Dummer, 2013). Oversatt og bearbeidet i samarbeid med Roar Kristiansen.

Säljø (2006) viser til menneskets bruk av intellektuelle verktøy og fysiske redskaper. Disse redskapene kan defineres som *interne verktøy* og *eksterne verktøy* (Waale & Kristiansen, 2017, s. 187).

Hensiktsmessige interne verktøy kan være ideer, skjemaer og mentale modeller (deklarativ kunnskap), samt prosedural kunnskap som handlinger og strategier (Hattie og Yates, 2014[1], s. 132-133; Kristiansen, 2014, s. 19). Eksterne verktøy kan være artefakter eller eksterne representasjoner (Jonassen, 2011, s. 13). I dette studiet brukte elevene sine interne verktøy og eksterne verktøy i problemløsningsarbeidet. De eksterne verktøyene var det digitale spillet og konseptkartet som elevene skulle arbeide med. Undervisningens eksterne verktøy blir beskrevet nærmere i kapittel 4.1.

En oppgave eller en problemsituasjon oppstår når elever møter en barriere eller en vanskelighet for å oppnå en løsning (OECD, 2013, s. 121; Jonassen, 2011). Kristiansen (2014, s. 19) og Waale og Kristiansen (2017, s. 186) peker på at utgangspunktet for problemet kan være manglende bakgrunnskunnskaper eller mangel på eksterne verktøy for å kunne nå en løsning umiddelbart. For å kunne reorganisere skjemaer og teste mentale modeller kan eksterne verktøy, som eksempelvis systemdynamiske modeller, bidra til at den kognitive belastningen hos den enkelte minsker (Lee, 2010). I søken etter løsningen kan det være hensiktsmessig å bruke et eksternt verktøy eller en handling, som enten kan bryte eller gå rundt barrieren, slik at en løsning blir overkommelig.

For å kunne løse komplekse problemer må problemløseren i første omgang innhente data for å kunne teste hypotesene sine. Problemløseren må også vurdere hvorvidt hypotesene er tilstrekkelig for å finne en løsning. Hattie og Yates (2014[2]) peker på to faktorer som problemløsningsarbeid er sterkt avhengig av:

a) Hvor tilgjengelig nøyaktig kunnskap er
b) Hvor lett arbeidsminnet kan håndtere lagret kunnskap

(Hattie & Yates, 2014[2], s. 188)

I undervisning avhenger disse aspektene av tilgjengeligheten på nøyaktig kunnskap. Dette kan sees som kvaliteten i selve undervisningen og andre faktorer som påvirker problemløsningsarbeidet (Wilson, 2013). Her kan det oppleves store forskjeller fra undervisningstime til undervisningstime, eller fra klasserom til klasserom.

Kunnskapen som elever tilegner seg lagres i minnet. Hvor lett *arbeidsminnet* (Hattie & Yates, 2014[1], s. 121) kan håndtere ny kunnskap er individuelt betinget. Hjernens lagringsfunksjon

består av minst tre deler: *Sanseregisteret*, *arbeidsminnet* eller *korttidsminnet* og *langtidsminnet* (Novak, 2010; Mayer, 2014; Imsen, 2014).

Fra sanseregisteret går informasjonen til behandling i arbeidsminnet. Arbeidsminnet er ikke et permanent lager for kunnskap, men filtrerer hva som skal gjøres med informasjonen. Korttidsminnet har begrenset kapasitet, noe som innebærer en flaskehals for innlæring av ny informasjon. Informasjonen som korttidsminnet kan holde på, er begrenset til noen få elementer av gangen, og informasjonen går raskt tapt fra systemet (Kester, Kirschner & Merrienboer, 2005; Miller, 1994; Becker, 2017).

I filtreringen, fra sanseregisteret, sammenligner arbeidsminnet informasjonen med hva som allerede er lagret i langtidsminnet (NRC, 2012). Dette kan relateres til assimilasjonsteori nevnt tidligere. Prosesser i korttidsminnet kan føre til endringer i langtidsminnet. Slike endringer av gamle kunnskapsstrukturer kan relateres til akkomodasjonsteori.

Lagret kunnskap i langtidsminnet sees i undervisningssammenheng som varig læring. Hattie og Yates (2014[2]) viser til tre hovedproblemer med lagring av kunnskap i langtidsminnet:

a) Selve problemet med å laste informasjon inn i systemet
b) Behovet for å utvikle effektive kodingsstrategier som gjør det mulig å bearbeide og tolke informasjon fullstendig og på en måte som er relevant til det man allerede har lagret i hukommelsen
c) Behovet for å bruke gjenhentingsstrategier som gjør det lett å få tak i lagrede minner

(Hattie & Yates, 2014[2], s. 177)

Aspektene påvirker hvorvidt kunnskap blir permanent lagret i langtidsminnet. Hukommelsen og bakgrunnskunnskapene til elevene avgjør hvem de er, hva de kan gjøre, og hvordan deres verden ser ut. Elevenes hukommelse og bakgrunnskunnskaper spilte en sentral rolle i læringsarbeidet til dette studiet, siden det var utgangspunktet for den konseptuelle endringen.

Elevenes oppfattelse av om en opplevelse gir mening, avhenger av hva som allerede er lagret i deres hukommelsen (diSessa, 2013; Seel, Infenthaler & Pirnay-Dummer, 2013). Slik kan hver enkelt elev ha en illusjon om hvorvidt en oppgave, eller løsningen på et problem, kan være «lett eller vanskelig». Dette basert på deres individuelle læringshistorie og hva som ligger lagret i langtidsminnet. Informasjonen som er lagret i langtidsminnet kan deles i to. Den semantiske informasjonen forteller «*hvordan verden er*» mens den prosedurale informasjonen forteller «*hvordan ting gjøres*» (NRC, 2012, s. 76). For å løse problemer i undervisningen, er det av betydning at elevene kan bruke grader av deres semantiske informasjon hentet fra langtidsminnet. Elevene trenger også å bruke sin lagrede prosedurale informasjon for å kunne utføre virtuelle handlinger.

Utfordringen i innlæring av ny kunnskap er å flytte kunnskapen fra arbeidsminnet til langtidsminnet. I følge NRC (2012, s. 75) er ikke elevens kapasitet i arbeidsminnet det som gir varig læring, men heller hvorvidt eleven kan anvende kunnskap som er lagret i langtidsminnet for å sammenligne denne kunnskapen med det de møter i nye problemsituasjoner.

Hatte & Yates (2014[2]) viser at problemløsning i liten grad er en effektiv metode hvis elevene skal lære kunnskapsskjemaer. Bruk av problemløsningsoppgaver kan derfor frata eleven muligheten til å oppnå et sikkert nivå av automatikk. Problemløsningsaktiviteter innebærer tung kognitiv belastning, og kan medføre at elevene opplever grader av kognitiv belastning. Den kognitive belastningen kan reduseres ved å gi utarbeidede eksempler for å gi veiledning i læringsarbeid. Eksempler som bidrar til at den kognitive belastningen minsker, er en form for modellering av vellykkede prosedyrer og produkter (Warren & Wakefield, 2013; Clark & Mayer, 2016; McFarlane 2015).

2.1.3 Faktorer som påvirker problemløsningsprosesser

Jonassen (2011, s. 1) mener problemer må ha en *sosial*, *kulturell* eller *intellektuell* verdi før de kan kalles et problem. I denne masteroppgaven blir hovedsakelig de kulturelle og intellektuelle verdiene belyst. Kulturelle og intellektuelle faktorer skulle bidra til at problemene var verdt å løse.

Halldén, Scheja og Haglund (2013) peker på forskjellen mellom en oppgave og et problem. En oppgave blir definert som «*what is presentet to the students by the teacher with the intention that they are to do something and/or that they are to learn something*» (Halldén, Scheja & Haglund, 2013, s. 79). I matematikk kan elevene bli stilt ovenfor et problemer som en del av et oppgaveark med flere like oppgaver. For å automatisere regnearter, kan elever bruke kunnskapstråder som bidrar til at de kan sitte en hel matematikktime å regne like oppgaver. Kunnskapen blir automatisert. For mange gir ikke dette den samme meningen som å løse et hverdagslig matematiske problemet som har større grad av kompleksitet. Elever som møter kulturelle eller intellektuelle faktorer i problemløsningsarbeidet kan i større grad oppleve motivasjon for å løse problemene (Jonassen, 2011).

Problemløsning inneholder *eksterne* og *interne faktorer* (Jonassen, 2011, s. 5; Robertson, 2005). Eksterne og interne faktorer må ikke sammenlignes med bruk av interne og eksterne verktøy. Eksterne faktorer i problemløsningsarbeid sees på som strukturer (tverrfaglighet,

kompleksiteten av løsningen, relasjonell kompleksitet), vanskegraden, konteksten, kontinuiteten (hvorvidt et problem er statisk eller dynamisk) og perspektivet (hvem som opplever problemet) (Jonassen, 2011, s. 5-6). I arbeidet med denne oppgaven var det flere eksterne faktorer som påvirket elevenes problemløsningsarbeid. Siden elevene arbeidet digitalt i alle fasene av undervisningen, hadde kompleksiteten av løsningene, konteksten, kontinuiteten og perspektivet spesiell betydning for elevenes arbeid.

For å kunne legge til rette for problemløsning, er eksterne faktorer viktig å ta hensyn til i planlegging og gjennomføringen av undervisningen (Tan, 2013, McFarlane, 2015, s. 67-68). Interne faktorer sees på som elevenes bakgrunnskunnskapene, erfaringer, resonnerende ferdigheter, epistemisk tro og kognitive stiler (Jonassen, 2011, s. 5), noe som også har betydning for å kunne vurdere elevenes konseptuelle forståelse eller opplevelsen av konseptuell endring.

2.1.4 Problemskjemaer og bruk av problemløsningskompetanse

Elevene bruker spesifikke problemskjemaer for å kunne gjenkjenne, forstå og løse problemer (Jonassen, 2011, s. 241, Jonassen, 2013, s. 290). Problemskjemaer defineres som organiserte skjemaer på det mentale plan som sier noe om elevenes forhold til problemene de møter. I følge Marshall (2012) har slike problemskjemaer fire karakteristika.

- De er organisert slikt at eleven raskt kan identifisere nye opplevelser som ligner dem problemskjemaet ble grunnlagt på
- De er generelle maler som også har lenker til bestemte erfaringer som samsvarer med gjeldende problemskjemaer.
- De hjelper eleven til å lage estimater og hypoteser for å løse problemet
- De er forbundet med viktige ferdigheter eller prosedyrer som eleven allerede har og kan fra før.

(Marshall, 2012)

I følge Jonassen (2011, s. 241-242) åpner den skjema-teoretiske tankegangen for at det finnes forskjellige problemtyper. Elever kan skape problemskjemaer, basert på ideer, ut fra hvilke problemer de har møtt tidligere. En erfaren bilmekaniker kan være ekspert på å løse motorrelaterte problemtyper. Han eller hun har spesifikke problemskjemaer som passer til problemtyper de er kjent med. En lege kan være ekspert på å diagnostisere medisinske problemer ut fra de spesifikke problemskjemaene legen har opparbeidet seg over flere års erfaring. Det finnes stor variasjon i problemtyper som igjen krever at elever kan bruke spesifikke problemskjemaer for å løse problemene i ulike situasjoner. Overføringen av disse skjemaene, fra en problemsituasjon til en annen, lar seg ikke direkte gjennomføre. Overføringen av problemskjemaer kan likevel forekomme innenfor samme domene

(Kristiansen, 2014, s. 23-24). Jonassen (2013, s. 288) viser at problemskjemaer kan overføres når elever møter lignende problemtyper. Det påpekes at problemskjemaene må være robuste nok før overføringen kan finne sted.

> ..conceptions of transfer vary dramatically, problem-solving transfer means that learners can solve similar problems when encountered. In order to transfer problem-solving skills, it is essential to develop robust schemas for different kinds of problems
>
> (Jonassen, 2013, s. 290)

Den erfarne bilmekanikeren hadde mest sannsynlig kommet til kort om han ble plassert på legekontoret uten tidligere å ha løst medisinske problemer. Likevel peker Kester m.fl. (2005) på eksperter som innehar god problemløsningskompetanse, noe som kan gjøre dem bedre på å gjenkjenne problemtyper, og igjen finne visse løsninger.

God problemløsningskompetansen innebærer at eksperter, som har opparbeid seg robuste problemskjemaer, lettere kan navigere i sine erfarte problemskjemaer. Spesielt innen meget strukturerte problemtyper må eleven bygge problemskjemaer som består av *strukturell*, *prosedural* og *strategiske modeller (problemskjemaer)* av problemtypen som blir lært (Jonassen, 2011, s. 291-292).

Evnen til å kunne *kode* og *organisere* problemskjemaene hjelper eksperter til å tolke ny informasjon, samt legge merke til meningsfylte mønstre av informasjon som kan oversees av andre (NRC, 2012, s. 79). Eksperter kan overføre generelle problemløsningsstrategier eller spesifikke problemløsningsstrategier når problemene har eksterne faktorer som ligner det problemløsningsekspertene er vant til (Kristiansen, 2014, s. 23-24). I denne oppgaven møtte elevene problemer i et digitalt spill. Problemene i spillet varierte i struktur og kompleksitet, men kan sies å være problemer innenfor ett domene. Elevene skapte problemskjemaer basert på problemer de møtte tidlig i gjennomføringen. De som hadde opparbeidet seg problemløsningskompetanse gjennom å ha spilt digitale spill tidligere, kunne benytte seg av de erfarte problemskjemaene i arbeidet på skolen. Slik kunne elevene, gjennom å ha erfart handlinger, overføre læringen til lignende problemer i undervisningen.

2.1.5 Ulike problemtyper

Jonassen (2011) differensierer problemtypene i skole og hverdagsliv fra meget strukturerte problemtyper til mindre strukturerte problemtyper. Det pekes også på fem karakteristikker som differensierer problemtyper: *Struktur, kontekst, kompleksitet, dynamikk og fag og emner* (Jonassen, 2011, s. 11; Kristiansen, 2014, s. 24-25). Med utgangspunkt i disse

karakteristikkene har Jonassen (2011, s. 24) delt problemer i seks separate problemtyper. Denne fordelingen kan sees som en pendel som går fra meget strukturert til mindre strukturert.

Tekstproblemer sees på som en av de vanligste problemtyper elever møter i skolen. Disse problemene har utspring i en muntlig eller skriftlig tekst. Slike problemer varierer i kompleksitet fra fakta-spørsmål eller matematiske utregninger, til mer komplekse analyseoppgaver i for eksempel norskfaget. En fellesnevner er at svarene som oftest er korrekt eller feil.

Beslutningsproblemer oppstår når eleven eller personen som skal løse problemet, blir stilt ovenfor valg som han eller hun må vurdere. Denne problemtypen krever evne til *kausal resonering* (Hung & Jonassen, 2006), samt evnen til å kunne vurdere mellom goder eller onder. I hverdagslivet møter vi denne problemtypen hele tiden. Hvilken matrett skal velges fra denne menyen, hvem skal det stemmes på ved neste kommunevalg o.l. Problemtypen inneholder gjerne en del av andre problemtyper (gjerne mindre strukturerte problemer som gir åpning personlige valg).

Feilsøkingsproblemer og diagnoseproblemer er gjerne knyttet til problemer som omhandler fysiske, mekaniske eller elektriske systemer. I denne problemtypen søker problemløseren årsaken til at noe ikke fungerer. I skolen kan slike problemer oppstå når en datamaskin plutselig mister internettilkoplingen, en elev får store magesmerter o.l. Slike problemer varierer i kompleksitet og sees som relativt ustrukturert.

Strategiproblemer inneholder gjerne flere beslutningsproblemer som er sammensatt. Personen eller eleven som løser slike problemer må kunne vurdere alternativer, konstruere senarioer og vurdere løsningene sine ut fra disse senarioene. I skolen kan elever møte denne problemtypen når det oppstår sosiale problemer (Hvem bør jeg leke med i dette friminuttet?), eller når de på en strategisk måte strukturerer fremlegget som de skal ha foran resten av klassen.

Policyproblemer er gjerne avhengig av en case som skal løses. Slike problemer krever analysearbeid, og får gjerne konsekvenser for flere om den ikke løses tilstrekkelig godt nok. I skolen kan elever møte denne problemtypen i elevrådsarbeid, eller i arbeid med klasseregler. Elevene kan her jobbe med caser fra lokalmiljøet som i større grad gir dem mulighet til å løse mer autentiske problemer. Denne problemtypen sees på som mer kompleks og mindre strukturert.

Designproblemer omhandler problemer der eleven skal skape noe ut fra et behov. Kreativitet og innovative ferdigheter kommer godt med i slikt arbeid. Slike problemer sees som meget komplekse og mindre strukturerte. Gode bakgrunnskunnskaper kan være viktig for å løse slike problemer (Kristiansen, 2014, s. 109). I skolen kan elever møte denne problemtypen i for eksempel musikk, kunst, arkitektur, dekorering og håndverksfag.

De seks problemtypene blir i undervisningssammenheng sett på som separate problemtyper, men i hverdag og arbeidsliv vil nok disse kunne overlappe hverandre og til en viss grad flettes sammen. Problemtypene baseres på Kristiansens (2014, s. 24-28) tolkninger av Jonassens (2011) teorier. I undervisningsopplegget ble problemene som elevene møtte definert å inneholde grader av problemtypene nevnt over. I analyse og drøftingsdelen blir problemtypene konkretisert.

2.1.6 Interaktiv problemløsning og dynamiske problemløsningsoppgaver

Denne masteroppgaven ser på problemløsningsoppgaver gjennom bruk av et digitalt spill som et eksternt verktøy. I følge McFarlane (2015, s. 64) har den teknologiske utviklingen åpnet for nye problemområder i hverdagsliv og skole. Den interaktive problemløseren må i dagens teknologirike klasserom også mestre den digitale enheten problemet opptrer i. Det er i samspillet mellom problemet, verktøyet og problemløseren at mestringen av oppgaven finner sted (Jonassen, 2011). Ifølge OECD (2017[2], s. 94) har mange av problemløsningsoppgavene i skolen flyttet seg fra å være statiske, fra den tiden elevene arbeidet med penn og papir, til å bli dynamisk og interaktive gjennom bruk av teknologi.

Dynamiske problemløsningsoppgaver bygger på elevenes evne til blant annet bruke resonerende tenkning (Wüstenberg, Greiff & Funke, 2012). Ifølge Jonassen (2011, s. 10) er det innen dynamiske problemløsningsoppgaver variabler eller faktorer som endres over den tiden problemløseren bruker på å løse et eller flere av problemene. En fotballspiller kan for eksempel møte mange dynamiske problemer i løpet av en fotballkamp. Problemene endres og er dynamiske på bakgrunn av faktorer og variabler, samt valgene fotballspilleren tar underveis.

Interaktiv problemløsning baserer seg på kontakten mellom problemløseren og det eksterne verktøyet. Dynamiske og interaktive problemløsningsoppgaver kan kreve andre kognitive operasjoner siden eleven ikke er direkte i interaksjon med problemsituasjonen (OECD, 2017[2], s. 95). Problemsituasjonen i dynamiske og interaktive problemløsningsoppgaver endres hele

tiden på bakgrunn av de interaktive valgene elevene tar, og er styrt av tilbakemeldinger som eksempelvis datamaskinen gir for å tilegne eleven ny kunnskap (Fisher, m.fl., 2015).

OECD (2017[2]) sine teorier om den interaktive og dynamiske problemløsningen kan i undervisningsøyemed sees i lys av Jonassen (2011) og Kristiansens (2014) tanker om karakteristikker på problemer. Alle problemløsningsoppgaver inneholder som nevnt faktorer som struktur, kontekst, kompleksitet, dynamikk og fag og emner.

I undervisningen som denne masteroppgaven bygges på, arbeidet elevene digitalt i alle fasene av undervisningen. Det er derfor valgt å definere elevenes problemløsningsarbeid som interaktivt problemløsning som inneholder dynamiske problemløsningsoppgaver. I et av problemene som elevene møtte skulle de redusere luftforurensningen i en virtuell by. De kunne endre etablerte næringer og erstatte dem med mer miljøvennlige alternative næringer. De kunne også endre kraftproduksjonen i byen fra å være basert på kullkraftverk, til å være basert på mer miljøvennlig kraftproduksjon.

Problemene var dynamisk i den forstand at variabler og faktorer endret seg underveis i gjennomføringen, og var påvirket av valgene som elevene tok. Problemene kan defineres som interaktive siden elevene jobbet på en datamaskin og ikke var i direkte interaksjon med problemsituasjonen.

2.1.7 Vurdering av problemløsningskompetanse

I 2003 ble de første PISA-undersøkelsene som målte elevenes problemløsningskompetanse lansert (OECD, 2003). Her ble beslutningstaking, systemanalyse, design og feilsøking vurdert som viktige problemløsningskompetanser. Kompetansefeltene gjenspeiler flere av kompetansene elevene i denne undersøkelsen skulle bruke for å beherske elementene i undervisningen. OECD har igjennom flere rapporter (OECD, 2003; 2010; 2017[1,2]) definert og videre revidert begrepet for å danne en definisjon av problemløsningskompetanse. Den siste definisjonen er hentet fra OECD (2017[2]) sin siste rapport.

> Problem solving competency is an individual's capacity to engage in cognitive processing to understand and resolve problem situations where a method of solution is not immediately obvious. It includes the willingness to engage with such situations in order to achieve one's potential as a constructive and reflective citizen.
>
> (OECD, 2017[2], s. 6)

Masteroppgaven belyser individuell problemløsningskompetanse og elevenes egen læring. Det er derfor ikke valgt å se på definisjonen av problemløsningskompetanse gjennom samarbeid.

Den teknologiske utviklingen har ifølge OECD (2017[2]) skapt et behov for å vurdere problemløsningskompetanse på nye måter. OECD (2017[2]) skiller, i sine tester og kartleggingsprøver, mellom tre former for vurdering av problemløsningskompetanse. I den første vurderingsformen vurderes elevenes problemløsningskompetanse ut fra tradisjonelle statiske tester. Dette kan være prøver eller tester der elevene svarer med penn og papir. Den andre formen åpner for bruk av nye formater. Det kan være seg bruk av multimodale tekster, konstruert respons eller gjennom bruk av automatiske poengsystemer. Den siste vurderingsformen tar utgangspunkt i hvordan eleven interagerer med komplekse simuleringer og dynamisk elementer i endring. Denne siste formen åpner for ulike måter å komme frem til en løsning på problemene.

I undervisningen ble det valgt å vurdere elevene med bakgrunn i OECD (2017[2], s. 96) sine tanker om vurdering av interaktiv problemløsningskompetanse. I masteroppgaven er det spesielt tatt utgangspunkt i vurderingsformer som åpner for bruk av nye formater og vurderinger ut fra interaksjonen med de dynamiske problemløsningsoppgavene. I det digitale spillet ble elevene blant annet vurdert fra et ferdig-generert poengsystem og en vurderingsrubrikk (vedlegg 4), skapt av lærer.

2.2 Konseptuell forståelse

Konseptuell forståelse bygger på elevenes skjemaer og mentale modeller. Skjemaene og de mentale modellene defineres som deler av elevers bakgrunnskunnskaper. I masteroppgaven blir konseptuell forståelse og endring sett i sammenheng med bruk av problemløsningsoppgaver. Arbeid med slike oppgaver kan føre til konseptuelle endring (Lee, Jonassen & Teo, 2009) og må sees i lys av hverandre. Elevenes bruk av ideer, skjemaer og mentale modeller har påvirkning på hvordan forståelsen og endringen forekommer. Begrepet konseptuell endring stammer fra det engelske betegnelsen *conseptual change* (Vosniadou, 2013, s. 1), og er i denne oppgaven oversatt til konseptuell endring. Det er valgt å vise til hvordan elevers bruk av ideer, skjemaer og mentale modeller konstruerer en konseptuell forståelse, og hvordan undervisning kan bidra til en konseptuell endring.

2.2.1 Meningsfull læring

Alle erfaringer mennesket gjør seg involverer former av *tenkning*, *følelser* eller *handlinger* (Novak, 2010, s. 41). Meningen av hendelser eller objekter vi observerer avhenger av hva vi allerede vet. Meningen for en person avhenger fult og helt av hva personen har erfart gjennom tenkning, følelser og handlinger i et livslangt perspektiv.

> Think of any domain of knowledge where you can relate what you know to how that knowledge operates to make sense out of experience in the domain and you have an example of knowledge you have learned meaningfully
>
> (Novak, 2010, s. 38)

Kunnskap som bygger på erfaringer og bakgrunnskunnskaper lagret i hukommelsen er kunnskap som eleven kontrollerer, og som han eller hun kan føle et eierskap til (Howland, Jonassen & Marra, 2012). Et av hovedelementene i D. P. Ausubels læringsteori om *meningsfull læring* er at elevenes bakgrunnskunnskaper er et av de viktigste utgangspunktene for ny læring (Ausubels, 1968; Novak, 2010, s. 23; Imsen, 2014, s.135).

Når elever oversetter ny informasjon i en form som gir mening, eller har mening, kobler han eller hun den nye informasjonen til relaterte og eksisterende konsepter (Ausubel, 1968; Novak, 2010, s. 23-25). Elevenes skjemaer danner grunnlag for at konsepter kan få en dypere mening (Hattie & Yates, 2014[2], s. 187).

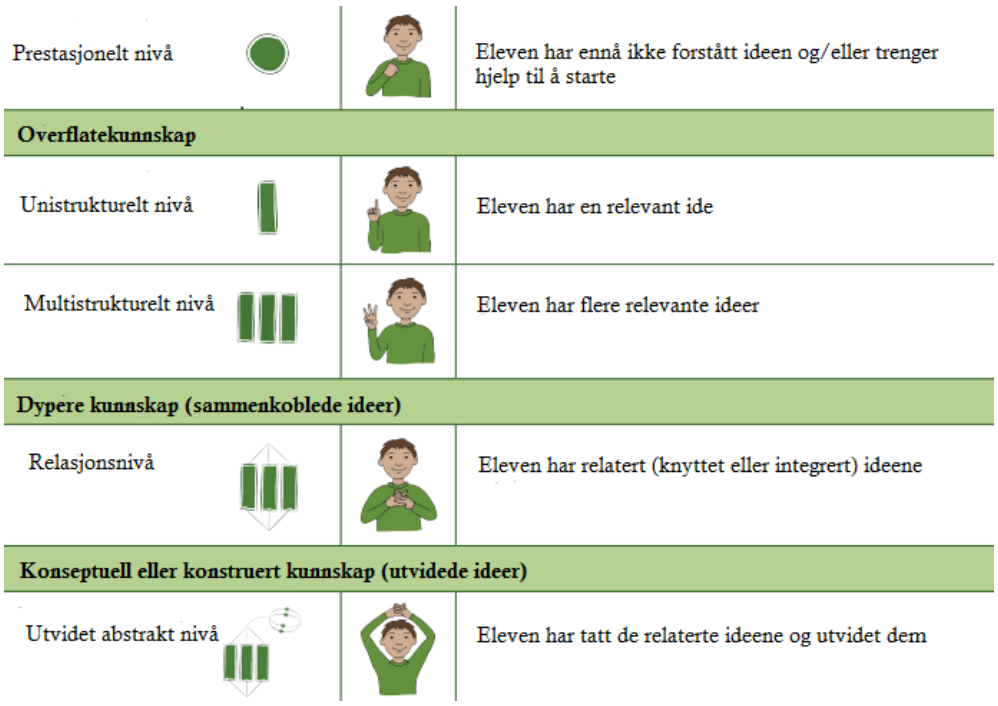
Den organiserte kunnskapen på det mentale plan, refereres til som *kognitive strukturer*, og sees som forståelsen av både eksisterende kunnskap og ny kunnskap (Ausubel, 1968, s. 38). Teoriene om meningsfull læring kan sees i lys av Seel, Infenthaler & Pirnay-Dummer (2013) teorier om kognitive funksjoner av assimilasjon og akkomodasjon vist i figur 1.

I følge Ausubel (1968) gjør meningsfull læring det mulig for eleven å organisere kunnskap i en sammenhengende helhet. Det er denne sammenhengende helheten som tillater det signifikante forholdet mellom ny informasjon og den tidligere eksisterende kunnskapen å bli anerkjent hos hver enkelt (Novak, 2010). Dermed lærer eleven en *dypere forståelse* av kunnskapen (Getha-Eby, m.fl, 2014, s. 495; Trilling & Fadel, 2009; Costa & Kallick, 2015).

Dypere forståelse gir utgangspunkt for konseptkunnskap, i motsetning til overflate eller faktabasert kunnskap (Hattie, 2009; Bellanca, 2015). I følge Ausubel er den konseptuelle forståelsen delt i *primær konsepter* og *sekundære konsepter* (Hyerle, 2009, s. 94). Det som skiller de primære konseptene fra de sekundære konseptene er muligheten elevene har til å røre ved og/eller se de konkrete ideene og konseptene som ellers er abstrakte og usynlige i

undervisningen. «*Models are representations of consepts that otherwise cannot be held in the hand for whatever reason*» (Hyerle, 2009, s. 94).

Hattie & Brown (2004) differensierer overflatelæring, dybdelæring og konseptuell eller konstruert kunnskap.



Figur 2: About SOLO Taxonomy (Essential resources). Oversatt og bearbeidet.

Figur 2 viser Essential Resources[3] tolkning av SOLO-taksonomien til John Biggs[4]. Taksonomien kan relateres til *Bloom`s-taksonomi* (Hattie, 2009, s. 29) som har fire lignende nivåer. Modellen kan brukes som et verktøy i planlegging, gjennomføring og evaluering av undervisning. For å forstå modellen ligger fire grunnleggende premisser: *kapasitet* (hvor mye av arbeidsminnet må elevene aktivisere i undervisningen, eller hvilke tenkestrategier eleven bruker), *forhold* (forholdet mellom emnet, undervisningstimen og vurderingen eleven får), *konsistens* (hvor godt eleven kan takle tvetydighet og forstyrrelser) og *struktur* (relevante opplysninger eller modeller eleven bruker for å nærme seg oppgaven) (Hattie & Brown, 2004, s. 28). Overflatelæring på et unistrukturelt eller multistrukturelt nivå anses ikke å være «dårligere læring». Elever som automatiserer kunnskap bruker gjerne repetitive strategier, memorerer fraser eller faktakunnskap for å huske læringsstoff som de har bruk for.

[3] http://pamhook.com/2013/11/02/essential-resources-solo-flyer/
[4] http://www.johnbiggs.com.au/academic/solo-taxonomy/

Psykolog Bob Bjork viser at strategier for å automatisere kunnskapstråder er effektive for å oppnå gode resultater på prøver og eksamener, men elever har en overaskende tendens til å glemme denne typen av fagstoff raskt (Freemark & Smith, 2014). Den rette balansegangen mellom overflate og dybdelæring er mer hensiktsmessig. "*You need to have surface and deep knowledge and understanding in a context or set of domain knowledge*" (Hattie, 2009, s. 29).

Figur 2 viser at elever som oppnår dypere forståelse i et emne, kan relatere ideene sine til andre ideer for å danne seg en mer helhetlig forståelse. I den konseptuell eller konstruerte forståelsen kan eleven utvide de relaterte ideene til et abstrakt nivå, som igjen kan knyttes opp mot andre emner.

Dybdelæring og konseptuell forståelse bidrar til at elevene kan overføre læringen fra en situasjon til en annen situasjon innenfor samme emne eller domene (Mayer, 2014, s. 63; NRC, 2012, s. 82-84), og defineres som meningsfull læring av Novak (2002, s. 552). Masteroppgaven vurderer ikke overføringsverdien av kunnskapen og kompetansen til andre domener, men vurderer heller hvorvidt elevene kunne bruke sin konseptuelle forståelse i møte med de spesifikke interaktive og dynamiske problemløsningsoppgavene de skulle løse. Elevene ble også utfordret til å se sammenhenger innenfor domenet som undervisningen utgjorde. Formålet var at elevene skulle kunne relatere ideene sine og utvide dem.

2.2.2 Bakgrunnskunnskaper og veien til konseptuell endring

Barn og unge skaper kunnskap gjennom sine egne naive forestillinger (Hattie & Yates, 2014[2]). Helt fra de blir født organiseres mangfoldet av sensoriske erfaringer under påvirkning av kultur, til smale men relativt sammenhengende skjemaer. Disse sammenhengende skjemaene danner semantiske nettverk av informasjon (Jonassen & Easter, 2013, s. 585). Slik skapes den konseptuelle meningen med verden rundt.

I læringssituasjoner kan målet være å skape skjemaer, mentale modeller og organisere kunnskapsstrukturer som blir brukt for å assimilere eller akkomodere nye erfaringer og ny kunnskap (Mayer, 2014, s. 65-66). For å kunne vurdere elevenes konseptuelle forståelse og deres oppfattelse av en konseptuell endring, er det av betydning at de blir bevisst sine bakgrunnskunnskaper før nytt læringsstoff blir presentert (Lee & Murcia, 2013, s. 199-200).

Elevene som var informanter til denne undersøkelsen gikk på mellomtrinnet. Imsen (2014, s. 160-162) peker på at elever i den konkret-operasjonelle perioden (ca. 7-11 år) kan klassifisere

og organisere begreper i rekkefølger. Denne perioden bidrar til at elever kan systematisere begreper i over- og underordnete systemer. I den formaloperasjonelle perioden (fra ca. 11 år) kan elever gjøre kritiske vurderinger og utlede praktiske konsekvenser ut fra sin forståelse. I undervisningsopplegget var det av betydning at elevene kunne klassifisere og organisere begreper for å belyse sin konseptuelle forståelse, siden bakgrunnskunnskapene skulle belyses ved hjelp av et konseptkart. Når elevene hadde vist til sine bakgrunnskunnskaper skulle det nye fagstoffet, eller de konseptuelle modellene, presenteres.

Konseptuelle modeller sees på som en ekstern representasjon av et konsept. En konseptuell modell kan være selve målet for undervisningen, eller undervisningens sentrale ide. I naturfagundervisningen hvor elever, eksempelvis, skal lære om fotosyntesen, danner fotosyntesen den konseptuelle modellen. Fotosyntesen som et konsept, inneholder lavere ordens-konsepter som energi, sollys, karbondioksid o.l.

De konseptuelle modellene er skapt av forskere, lærere, ingeniører o.l. (Greca & Moreira, 2010). Modellene har som formål å forenkle forståelsen, eller kan sees på som undervisning i systemer eller tilstander (Greca & Moreira, 2010, s. 5-7). Elever møter konseptuelle modeller i undervisning og må bruke sin konseptuelle forståelse for å forstå modellene. I denne oppgaven var formålet med undervisningen å lære elevene hvilke faktorer som påvirket en by. For å presentere den konseptuelle modellen ble eksterne verktøy som digitale spill og konseptkart brukt. Målet var å vurdere elevenes konseptuelle forståelse, samt se på hvilken grad av konseptuell endring elevene opplevde etter å ha blitt presentert den konseptuelle modellen.

I følge Vosniadou (2013) finnes det to retninger innenfor ontologiske domener som bidrar til en konseptuell endring hos elever. De *naive fysiske* domenene (som omhandler mekaniske lover) og de *naive psykologiske* domenene (som omhandler kausalitet) (Vosniadou, 2013, s. 13-14). Disse domenene sees på som skjelettet som danner ontologiske forestillinger om hvordan verden rundt blir forstått. Når kunnskapen er kategorisert som fysiske eller psykiske kan andre objekter lagres ut fra kjennetegn og egenskaper til enheter som tilhører samme kategori. Kunnskapen lagres i et spenn fra svært brede og svake til mer detaljert og rikere strukturer.

Elever som for første gang lærer om konseptet jorden, kategoriserer dette som et fysisk objekt. De lærer at jorden er solid, stor og stabil. Etterhvert som de lærer nye ting må de re-kategorisere konseptet fra å være et fysisk objekt til å bli et fysisk-astronomisk objekt (Slezak,

2005; Vosniadou, 2013). Slik re-kategorisering skjer gjennom epistemologiske endringer (Crotty, 2010), og kan sammenlignes med reorganiseringen av skjemaer til mentale modeller vist i figur 1. Kategoriseringen av jorden som et astronomisk objekt der planeten roterer og er en del av et solsystem, lar eleven utvide sin forståelse fra å først ha et bilde av jorden som et stabil og flatt objekt med solen som henger over.

Et annet eksempel kan være at barn i barnehagealder ser på planter (som et konsept) og kategoriserer dem som livløse objekter, mens i barneskolealder re-kategoriseres de ontologiske kategoriene til en forståelse av at planter er levende objekter som puster, trenger næring og sollys for å vokse. Barna i barnehagen presenteres konseptuelle modeller som de knytter til sine bakgrunnskunnskaper. De konseptuelle modellene bidrar til at de ser sammenhenger. Som følge av re-kategoriseringen går eleven gjennom en konseptuell endringsprosess.

Misoppfattelser kan forekomme i slike endringsprosesser. I søken etter sammenhenger kan elever feiltolke informasjon og bygge denne feiltolkede informasjonen på sine bakgrunnskunnskaper. Misoppfattelser kaller Vosniadou (2013, s. 18) *syntetiske konsepsjoner*. De syntetiske konsepsjonene kan ofte gi feil men likevel kreative løsninger på problemer. Barn kan skape en forståelse om at solen går ned bak fjellene når det blir natt og kommer opp igjen når det blir morgen (som en opp-ned bevegelse). Likevel er det noe som «skurrer» for barnet når solen ikke kommer opp på samme plass som den gikk ned.

Syntetiske konsepsjoner sees på som mellomstadiet av kunnskap, eller en bro mellom den første konseptuelle forståelsen og den senere vitenskapelige forståelsen av konseptet. *Syntetiske modeller* skapes når elvene deltar i formelle undervisningssituasjoner (Vosniadou, 2013, s. 18-19). Disse syntetiske modellene bygger på de konseptuelle modellene som blir presentert i undervisning. Gjennom intuitiv resonnering bygges et konseptuelt rammeverk for hver enkelt. Rammeverket kan sees som en utvidet forståelse. Den utvidede forståelsen, eller elevenes konseptuelle rammeverk, gjør det mulig å se nye sammenhenger og helheten av erfaringer (Evans, 2013; Clark & Mayer, 2016).

Utfordringer kan forekomme når konseptuelle modeller er utenfor rekkevidden av elevenes bakgrunnskunnskaper eller deres erfaringer. Fotosyntesen, som en kjemisk prosess, kan være et eksempel på en slik konseptuell modell som utfordrer den konseptuelle forståelsen til elever. Konseptet om at planter og trær omdanner karbondioksid til organiske forbindelser, trenger ikke å være direkte knyttet til elevenes erfarte hendelser og kan derfor virke abstrakt

og vanskelig. I slike tilfeller trenger eleven hjelp til å kunne knytte bakgrunnskunnskapene sine til de nye konseptuelle modellene.

I tilfeller hvor de konseptuelle modellene er utenfor rekkevidden, har elever behov for stillasbygging (*Scaffolding*) (Novak, 2010, s. 80-81; Martin & Schwartz, 2013, s. 454; Imsen, 2014, s. 194); slik at eleven kan bygge sitt eget konseptuelle rammeverk, og få hjelp til å strukturere innlæringen av de konseptuelle modellene. I denne oppgaven blir bruk av konseptkart sett på som en stillasbygger som skulle hjelpe elevene med å få oversikt over egne bakgrunnskunnskaper og de nye konseptuelle modellene som ble presentert. Siden problemløsningsoppgavene skulle danne utgangspunkt for den økte konseptuelle forståelsen, eller den konseptuelle endringen, var ikke læreren i klasserommet ment å bidra som kunnskapstilegner, men heller en veileder i arbeidet med problemløsningsoppgaver.

I læringsarbeid er det viktig å tenke på mulige konseptuelle misoppfatninger elever kan ha. Når elever misoppfatter konsepter bruker de sine *alternative referanserammer* (Vosniadou, 2013, s. 1; Halldén, Scheja & Haglund, 2013, s. 74; Duit, m.fl., 2013, s. 488). Elevenes alternative rammeverk kan i for eksempel arbeid med å lære fotosyntesen defineres som «*the views of the world and meanings for words that children tend to acquire before they are formally taught science*» (Halldén, Scheja & Haglund, 2013, s. 74).

Alle elevene sitter med sine egne rammeverk basert på deres bakgrunnskunnskaper (NRC, 2012). For å oppnå konseptuell endring, må læreren hjelpe eleven til å kunne bytte sitt alternative rammeverk til et vitenskapelig godkjent konsept, eller en konseptuell modell (Halldén, Scheja & Haglund, 2013). Den konseptuelle endringsprosessen ble tidlig skissert som en lineær modell som gikk fra elevenes alternative rammeverk (A), til et vitenskapelig godkjent konseptuell modell (B). Målet var å avdekke misoppfattelser av konsepter for så å lære vitenskapelig godkjente konsepter.

Figur 3: En lineær modell av konseptuell endring

Tanken om konseptuell endring som en lineær modell ble revurdert av diSessa og Sherin (1998). I deres forskning ble tanken om konseptuell endring bearbeidet til å omhandle koordinerende klasser av informasjon som hver enkelt elev tilegner seg gjennom systematiske

måter å få informasjon fra verden rundt (diSessa & Sherin, 1998, s. 1171). Fokuset på å endre elevens syn på ting og avdekke elevens misoppfattelse, eller deres alternative rammeverk, ble sett på som en negativ pedagogisk tankegang som i for stor grad handlet om å avdekke misoppfattelser.

Fokuset ble endret til en positiv pedagogisk tankegang som så på hvordan læreren kunne legge til rette for, og gi relevante læringsaktiviteter. Det i stedet for å fokusere på misoppfattelser som en barriere for å skaffe seg utvidet konseptuell forståelse (Halldén, Scheja & Haglund, 2013).

Figur 4: En ikke-lineær modell av konseptuell endring

Lærerens rolle blir i den ikke-lineære modellen å veilede eleven fra (A) til (B). Undervisningsopplegg kan ifølge Hattie (2015), Vosniadou (2013) og Mayer (2014) fører til en konseptuell endringer. Med utgangspunkt i elevenes alternative rammeverk blir ruten lagt gjennom læringsaktiviteter. Variasjonen i bruken av læringsaktiviteter er stor. I undervisningen som danner grunnlag for empirien, falt valget på problemløsningsoppgaver og bruk av konseptkart for å skape en ekstern representasjon av elevenes konseptuelle forståelse. I følge Lee, Jonassen og Teo (2009) og Lee (2010) kan slike arbeidsmetoder med fordel brukes for å bidra til konseptuelle endringsprosesser hos elever. Halldén, Scheja og Haglund (2013) peker på at slike endringsprosesser kan ta tid.

> This can make the process of conceptual change a relatively slow one, sometimes involving the construction of synthetic models as intermediate steps towards genuine conceptual change. So, from this perspective, the core problem of conceptual change is not the direct transition from a conception A to another conception B. Rather, «It is the presuppositions that are difficult to change and resistant to instruction and not the misconceptions per se.
>
> (Halldén, Scheja & Haglund, 2013, s. 78; Vosniadou, 1994)

I forskningsarbeidet var det spennende å se hvorvidt de to ukene som var satt av var tilstrekkelig for å kunne vurdere konseptuelle endringsprosesser hos elevene. For å måle konseptuelle endring ble det tatt utgangspunkt i elevenes konseptkart. Konseptkartene ble sett på som en representasjon av deres ideer, skjemaer og deres mentale modeller. I tilfeller hvor elevene hadde reorganisert konseptkartene kunne det tyde på konseptuelle endringsprosesser.

2.2.3 Modellering for konseptuell endring

I følge Jonassen & Easter (2013) oppleves konseptuell endring mest meningsfull når den er tilsiktet. For å oppnå tilsiktet konseptuell endring må eleven se et behov for å endre sine ideer, skjemaer og mentale modeller (Greca & Moreira, 2010). Ideene, skjemaene og de mentale modellene danner grunnlag for den konseptuelle forståelsen. I følge Jonassen og Easter (2013) og Novak (2010) må eleven ha et personlig mål for endringen samt være i stand til å selv-regulere (planlegge, overvåke og vurdere) endringsprosessen. For å planlegge, overvåke og vurdere sin konseptuelle forståelse og sin konseptuelle endring, skulle elevene konstruere konseptkart som en ekstern modell av deres tenkning.

> Model building is a powerful strategy for engaging, supporting, and assessing conceptual change in learners because these models scaffold and externalize internal, mental models by providing multiple formalisms for representing conceptual understanding and change.
>
> (Jonassen, 2013, s. 291)

Konseptuell endring krever høy grad av kognitiv engasjement, og fordrer at eleven kan analysere informasjon og vurdere argumenter og motargumenter. Å kunne konstruere modeller av fenomener er en av de mest effektive strategiene for å oppnå meningsfull læring ifølge Howland, Jonassen & Marra (2012) og Clark & Mayer (2016). Når eleven bygger en modell, eller en representasjon av problemet, hjelper det eleven i å uttrykke seg, eksternalisere tenkningen, visualisere og teste komponenter av deres egne teorier (Vosniadou, 2013, s. 5; Lee, Jonassen & Teo, 2009; Jonassen & Easter, 2013, s. 582).

Ved å skape en modell, eller ved å kunne skape en representasjon av et problem, får også eleven mulighet til å evaluere og sammenligne sine egne modeller opp mot andres. Eleven kan også sammenligne modeller opp mot hvordan problemet ser ut i virkeligheten. Modeller sees på som «*conceptual systems consisting of elements, relations, operations, and rules that are used to construct, describe, or explain the behavior of systems*» (Howland, Jonassen & Marra, 2012, s. 192).

Lee, Jonassen og Teo (2009, s. 248-249), Jonassen og Easter (2013, s. 581-582) og Kristiansen (2014, s. 30-31) viser til at modeller gjerne er delt inn i to grupperinger, de *interne modellene* (ideer, skjemaer og mentale modeller) og de *eksterne modellene.* De interne modellene blir brukt for å organisere kunnskapen (Hattie & Yates, 2014[2], s. 129-132) og gir grunnlag for arbeid med de eksterne modellene.

Interne modeller beskrives av Jonassen og Easter (2013, s. 582) som «*human beings understand the world by constructing models of it in their minds*». Modellene er individuelt

betinget og baserer seg på imaginære situasjoner, hendelser eller prosesser. De interne modellene består av både deklarativ kunnskap og prosedural kunnskap (Kristiansen, 2014, s. 31). Sterke former av konseptuell endring krever stor grad av omstrukturering i elevenes interne modeller. Gjennom bruk av eksterne modeller som *tenkeverktøy* (Hveem, 2005, s. 9-18; Kristiansen, 2014, s. 31-33) *mikroverdener*, *visualiseringsverktøy*, *systemdynamiske modeller*, *konseptkart* o.l. kan elevene konstruere eksterne modeller av sine interne modeller (Howland, Jonassen & Marra, 2012).

> Bulding and manipulating external models, whether they`re physical ones (wood or LEGO blocks, robotic parts, and the like) or virtual ones (drawings on paper or screens, computer simulations like The Sims or Spore, virtual worlsds like Secon Life, video games, and so on) helps us visualize and further develop our internal mental models. Both visceral (hands-on) and virtual (on-screen) modeling activaties provide ways to make thinking visible, reflecting the internal model making and learning going inside our heads
>
> (Trilling & Fadel 2009, s.32)

Å skape en ekstern modell av de interne modellene, hjelper eleven gjennom konseptuelle endringsprosesser, siden graden av omstrukturering på det mentale plan blir lavere, ifølge Jonassen og Easter (2013, s. 581). Bruken av konseptkart i undervisningen skulle bidra til at elevene kunne oppleve eller selv erfare en økt konseptuell forståelse. Elevene kunne også i dette arbeidet vurdere sin egne konseptuell endringsprosess.

2.2.4 Konseptkart i undervisningen

Konseptkart blir sett på som en god måte å hjelpe elever til å strukturere sine interne modeller, samt en god måte for elever å finne nøkkelkonsepter og prinsipper i undervisning, lesing og instruksjonsmateriale (Novak, 2010, s. 128-129; Howland, Jonassen & Marra, 2012; Waale & Kristiansen, 2017, s. 187).

I denne oppgaven blir konseptkart, brukt i undervisning, definert som en læringsstrategi som bidrar til at elever er aktiv i tilpasningen av fagene, og kan utvikle seg til å bli mer selvstendig når de lærer (Udir, 2018[5]). Konseptkart kan være en grafisk representasjon av de konseptuelle modellene som eleven lærer (Hattie, 2009, s. 168). Konseptkart blir spesielt nevnt av Hung og Jonassen (2006) som et tenkeverktøy som gir: «*very positive effects on facilitating conceptualization process related tasks, such as mental model building, meta-cognition, self-regulated learning and conceptual change*» (Hung, 2013, s. 181).

[5] https://www.udir.no/laring-og-trivsel/tilpasset-opplaring/laringsstrategier/

Hyerle (2009) viser til konseptkart som et dynamisk skapt skjematisk intern modell som er utarbeidet i samarbeid mellom eleven og læreren. Gjennom å skape konseptkart får elever muligheten til å vise de primære konseptene sine, og gjøre dem synlig for andre. I følge Novak (2010, s. 118-119) kan samarbeidsoppgaver eller gruppeoppgaver med konseptkart føre til læring. Dette på grunn av diskusjonene som kan forekomme. Det kan i slike tilfeller oppstå diskusjon rundt hva som skal legges til, og hvordan nye konsepter med krysslenker og lenkeord kan knyttes til allerede etablerte konsepter.

Ifølge Hattie (2009, s. 168-169) er ikke forskjellen på læringseffekten av individuelt arbeid med konseptkart og samarbeidende arbeid nevneverdig stor. Den målbare læringseffekten avhenger heller av hvorvidt eleven eller elevene føler at de selv setter betingelsene for hvordan konseptkartet blir konstruert.

Cañas & Novak (2009) peker på konseptkart som et grafisk verktøy for å organisere og representere kunnskap. Kartene inneholder konsepter som vanligvis er innrammet av sirkler eller bokser. Konseptene kan knyttes til bilder eller symboler for å forsterke innholdet. Howland, Jonassen og Marra (2012) poengterer at den visuelle støtten dette gir, kan i noen grad begrense elevenes helhetlige forståelse av konseptene. Søken etter den rette grafiske figuren til hvert konsept kan også ta mye tid.

Konseptene, i et konseptkart, kan være *hendelser* eller *objekter* (Novak, 2010, s. 25; Kristiansen, 2014, s. 38). Disse konseptene bør ikke inneholde flere ord enn høyst nødvendig for å beskrive selve hendelsen, eller objektet eleven ønsker å vise til.

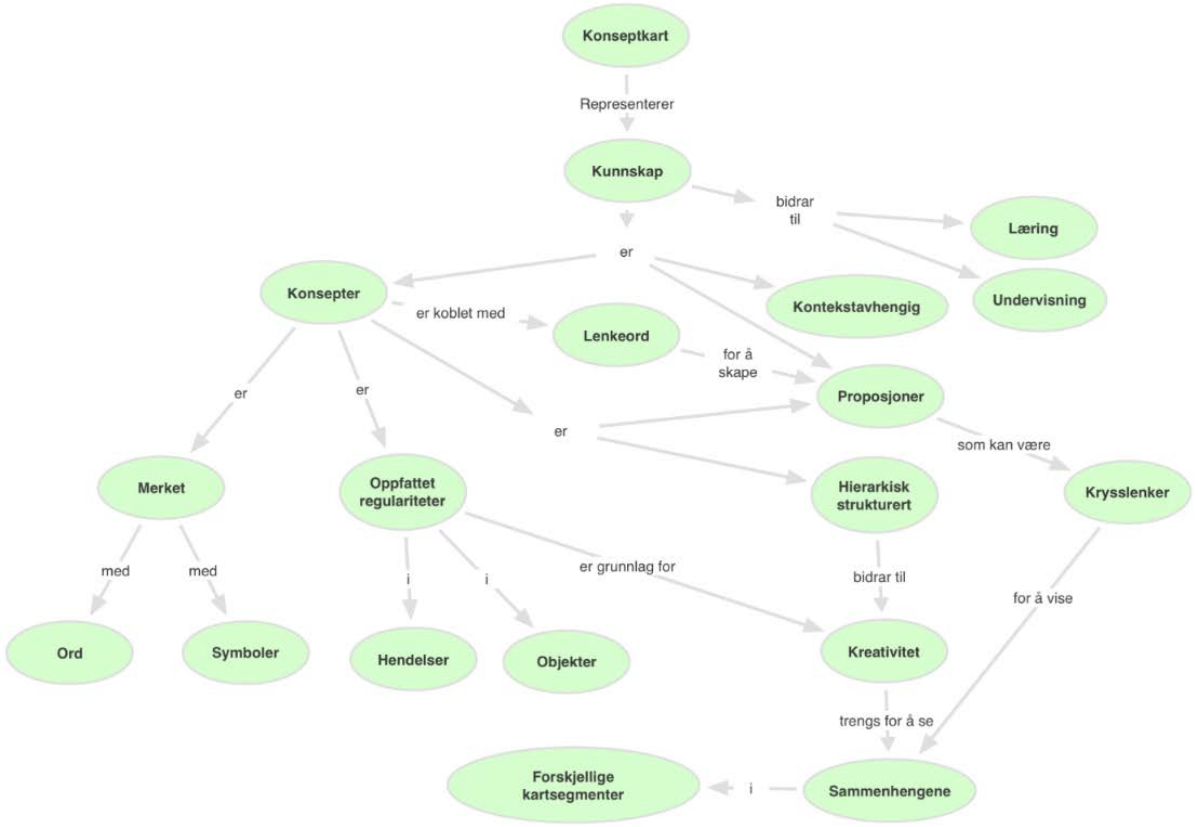
For å koble konseptene sammen brukes krysslenker som igjen inneholder lenkeord. I følge Howland, Jonassen & Marra (2012) gir krysslenker mellom konseptene og lenkeord rom for at elever kan resonere samt argumentere for valg av nye konsepter som blir lagt til. «*The most important intellectual requirement, we belive, is the ability to describe or type the links between concepts*» (Howland, Jonassen & Marra, 2012, s. 194). Slike krysslenker og lenkeord danner grunnlag for diskusjon og argumentasjon. I undervisning kan elever presentere sine konseptkart og begrunne valg av krysslenker og lenkeord for å utdype betydningen av relasjonen konseptene har på hverandre.

Lenkeordene bør være så kortfattet som mulig, og gjerne bare inneholde ett beskrivende ord. Relasjonen mellom to konsepter, som blir koblet sammen, defineres av Novak (2010) som en proposisjon. Begrepet er oversatt fra det engelske ordet *propositions* (Novak, 2010, s. 26) og

må derfor ikke forveksles med den grammatiske betydningene ordet proposisjon har på norsk (Kristiansen, 2014, s. 38).

Krysslenken og lenkeordet representerer en kobling mellom to eller flere konsepter. Krysslenkene kan gå over flere segmenter i konseptkartet, og viser at konsepter i et emne kan ha sammenheng med et konsept i et annet emne. Denne sammenhengen blir av Novak (2010, s. 26) definert som en enhet av mening som er lagret i elevenes kognitive struktur. Graden av mening, som bruk av krysslenker og lenkeord gir, avhenger av hvor presis koblingen er, og hvor spesifikt lenkeordet binner sammen de to konseptene.

Strukturen på konseptene i et konseptkart kan rangeres ut fra et hierarkisk system, fra generelle konsepter på topp, til mer spesifikke og mindre generelle konseptene under (Novak, 2010, s. 23) En hierarkisk fremstilling av konseptkart støttes av Hyerle (2009) som peker på at tradisjonelt sett er det i slike hierarkiske systemer og kategorier tilegnelsen av informasjon blir overført til kunnskap. Figur 5 viser et konseptkart der det overordnede konseptet og den sentrale ideen er å vise hvordan et godt konseptkart kan bygges. Konseptkartet tar utgangspunkt i de sentrale ideene til Hyerle (2009) og Novak (2010).



Figur 5: Viktige ideer i et godt konseptkart (Novak, 2010, s. 36) Oversatt og bearbeidet

Ifølge Hyerle (2009) starter elever som er godt trent i bruk av konseptkart prosessen med å definere konseptet med en sentral ide eller et sentralt begrep. Videre utvider eleven kartet fra topp til bunn med mer generelle konsepter øverst og spesifikke konsepter lengre ned. I og underveis i denne prosessen bygger eleven ut konseptkartet med krysslenker og passende lenkeord. En slik prosess kan pågå over tid ut fra omfanget på konseptet.

Novak (2010, s. 23) peker på konsepter av *høyere orden* og konsepter av *lavere orden.* Når kunnskapsstrukturer er godt organisert og mer generell, sees dette som et høyere ordens konsept. Et eksempel på et konsept av høyere orden kan være at «Norge inneholder 19 fylker». Laver ordens konsepter er mer spesifikke og mindre generelle. «Bodø som fylkeshovedstaden i Nordland» kan defineres som et lavere ordens konsept i denne sammenhengen. Slike konsepter kan sees som detaljkunnskaper.

Evalueringen og vurderingen av konseptkart avhenger av kvaliteten på det hierarkiske systemet. Dette innebærer kvaliteten av konsepter, krysslenker, lenkeord og evnen til å se sammenheng mellom relevante konsepter. Det er ifølge Novak (2010), viktig å bidra slik at elever får en hensiktsmessig start på arbeidet. Novak (2010, s. 263) peker på «*Expert skeleton concept maps*» som en mal på hvordan konseptkart skal konstrueres ut fra et spesifikt domene som eleven skal lære mer om. I undervisningen fikk elevene presentert en slik mal (figur 8) som de skulle bygge videre på.

Maler eller utarbeidede starter på konseptkart hjelper elever å organisere kunnskapen innenfor det spesifikke domenet. Starten på konseptkartet eller malen trenger ikke å inneholde mer enn en sentral idé og noen nye konsepter som veileder elevene i riktig retning. Hyerle (2009) poengterer viktigheten av å la elevene reflektere over prosessen og hvordan deres forståelse øker gjennom byggingen av konseptkartet. I følge Novak (2010, s. 21) kan læreren bruke konseptkart som et alternativ til tester og prøver. I empiriinnsamlingen ble konseptkartene brukt for å synliggjøre elevenes konseptuelle forståelse, samt belyse eventuelle endringer.

2.3 Digitale spill

Denne delen vurderer og ser på hvilke muligheter bruk av digitale spill har i problemløsningsarbeid. Digitale spill engasjerer mange barn og unge i dagens samfunn. Denne graden av engasjement har skapt en interesse for å bruke digitale spill i undervisning (Sigurðardóttir, 2016, s. 6; McFarlane, 2015, s. 95-96). I følge Medietilsynet (2016) oppgir 96 prosent av norske gutter, og 76 prosent av jenter mellom 9 og 16 år at de spiller dataspill.

Dette innebærer at en veldig stor andel av elevene i den norske skolen i større eller mindre grad har kjennskap til bruken.

Senter for IKT i utdanning[6] mener dataspill i skolen kan «*knyttes til rammeverk som 21st century skills og digitale ferdigheter – men også de øvrige grunnleggende ferdighetene (lesing, skriving, regning og muntlige ferdigheter) kan oppøves gjennom å bruke dataspill*» (Skaug, Staaby & Husøy, m.fl., 2017, s. 7).

Digitale spill kan brukes som læringsverktøy i fag, i arbeid med læreplanmål og for å få en dypere forståelse for faglige begreper, fenomener og prosesser. Bruk av digitale spill og simuleringer sees i denne oppgaven som en kognitiv konstruktivistisk pedagogisk arbeidsmåte (Imsen, 2014, s. 146); der eleven er aktiv og engasjert i tilegnelsen av kunnskap.

2.3.1 Muligheter i det digitale klasserommet

Det er elleve år siden bruk av digitale verktøy ble lansert som en grunnleggende ferdighet i Kunnskapsløftet K06 (NOU 2013:2, 2013). Egeberg, Hultin og Berge (2016, s. 9) viser at bruk av digitale verktøy i undervisningen har økt de siste årene, og at elever i større grad sitter igjen med et positivt inntrykk av bruken.

I arbeidet med å definere fremtidens skole pekte Ludvigsen-utvalget (NOU 2015:8, 2015) på hvordan digital teknologi både er en driver for endring, og samtidig muliggjør ny praksis i skolefag. New Media Consortium & Consortium for School Networking (NMC/CoSN, 2017) viser til hovedtrender i den teknologiske utviklingen i barne- og ungdomsskole. Disse trendene mener det amerikanske ekspertpanelet vil drive den teknologiske utviklingen i skolene i årene som kommer. En av de håndterlige mulighetene som ligger i dagens skole er muligheten til å kunne skape autentiske læringssituasjoner gjennom bruk av digitale verktøy (NMC/CoSN, 2017, s. 26; McFarlane, 2015, s. 1-5). Autentiske læringssituasjoner gir elevene mulighet til å møte *virkelighetsnære arbeidssituasjoner*, og kan vise dem hvordan deres arbeid også kan relateres til *problemer* utenfor klasserommet (Warren & Wakefield, 2013, s. 74). Gjennom bruk av teknologisk autentiske læringssituasjoner får elever engasjere seg i undervisningen som er meningsfull og direkte relatert til reelle problemer som de kan møte i fremtiden (Howland, Jonassen & Marra, 2012). Det er i denne oppgaven valgt å definere digitale spill som virtuelt autentiske læringssituasjoner, eller læring i en virtuell kontekst.

[6] https://iktsenteret.no/

Gjennom å bruke digitale verktøy kan elevene operere i virkelighetsnære omgivelser og gjøre interaktive handlinger.

NMC/CoSN (2017, s. 30) peker på lærerens rolle som et annet aspekt i det teknologirike klasserommet. Fra den tiden da lærerens primære oppgave var å tilby kunnskap fra ekspertnivå, har lærerrollen utviklet seg til å bli en tilrettelegger og en bygger av læringsmiljøer som bidrar til at elevene kan tilegne seg kompetanser for det 21. århundret (NRC, 2012). For å skape gode digitale læringsmiljø, må læreren og teamet rundt dra i felles retning (Waale & Kristiansen, 2017, s. 192), samt utvikle sin egen digitale praksis for å gi elevene best mulig forutsetninger for å lære (Trilling & Fadel, 2009; Key & Greenhill, 2013).

2.3.2 Multimedialæring

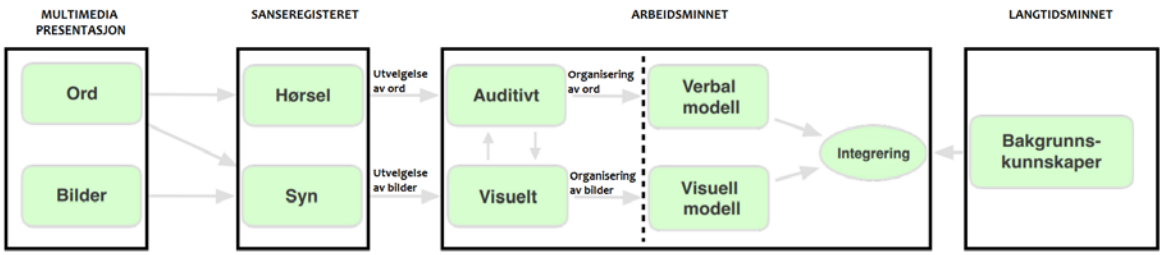
Gee (2007) peker på en utvikling der språk ikke er den eneste formen for kommunikasjon som blir brukt i læringsarbeid. *Bilder, symboler, grafer, diagrammer, artefakter* og *andre visuelle symboler* blir i dag brukt mer enn tidligere (Gee, 2007, s. 17; Clark & Mayer, 2016). Literacy er et begrep som ikke har fått en tydelig definisjon i det norske språket (Fjørtoft, 2014). Begrepet omfatter et sett med kulturelle og språklige praksiser som styrer hvordan vi snakker, tolker, skaper og gjenspeiler meninger, holdninger og verdier (Tkachenko, 2015; Olsen & Nilsen, 2016, s. 8). Dagens læreverk bygger i større grad på multimodale tekster, som defineres som «*sammensatte tekster som kommuniserer ved hjelp av flere meningsbærende ressurser (modaliteter) som for eksempel tekst, bilder og figurer*» (Meliaas & Mørk, 2015, s. 3). Bruk av digitale løsninger og nettressurser erstatter i noen grad bruken av lærebøker i klasserommet. Eksempler på dette kan være adaptiv læring. Adaptiv læring blir av Alseth (2016) nevnt som avanserte dataprogram som tilpasser lærestoff kontinuerlig ut fra hver enkelt elevs kompetanse og utvikling. Digitale spill kan i noen grad defineres som adaptiv læring, siden spill gir raske responser på handlinger og tilpasser seg brukeres handlinger. I følge Becker (2017) skiller digitale spill seg fra andre digitale media på grunn av at brukeren hele tiden må være interaktiv. "*Digital games are among the most highly interactive digital media currently known, and this sets them apart from other media*" (Becker, 2017, s. 7). Spilleren kommer seg videre i spillet ved å gjøre handlinger, og spillet responderer umiddelbart på valg spilleren tar.

Mayer (2014, s. 51-54) viser til sin kognitive teori om hvordan elever lærer ved hjelp av digitale verktøy. Denne kognitive teorien om multimedialæring dekker etter mitt syn også

bruk av digitale spill. Mennesket har ifølge Mayer (2014) separate sensoriske kanaler for behandling av auditivt informasjon, og sensoriske kanaler for behandling av visuell informasjon.

Den auditive informasjonen kommer gjennom ørene, og den visuelle informasjonen kommer gjennom øynene. Mennesker kan bare behandle en viss andel informasjon gjennom disse kanalene om gangen, noe som kan begrense lagringen i arbeidsminnet. Flaskehalsen er arbeidsminnet der bare en viss andel informasjon kan lagres om gangen. For å lære gjennom spill, må eleven behandle informasjon fra bilder og lyd i en aktiv prosess der arbeidsminnet er begrensningen for hva som blir lagret i langtidsminnet.

Om informasjonen når elevens langtidsminne, er den i større grad lagret (NRC, 2012, s. 76). I mange spill er mengden av bilder og lyd stor, dette kan føre til grader av kognitiv belastning i arbeidsminnet til den enkelte. I verste fall kan graden av informasjon blir så stor at deler av informasjonen forsvinner. Figur 6 viser veien informasjonen går fra presentasjonen, gjennom sanseregisteret, til arbeidsminnet for så å eventuelt blir lagret i langtidsminnet.



Figur 6: Kognitiv teori om multimedialæring (Mayer, 2014, s. 51). Oversatt og bearbeidet.

I den første delen av figuren velger elven hvilke relevant informasjon han eller hun skal knytte oppmerksomheten mot. I den andre delen organiseres informasjonen på det mentale plan som kognitive representasjoner. I den siste delen integreres de kognitive representasjonene opp mot erfart kunnskap som allerede ligger i langtidsminnet.

For at elever skal kunne lagre informasjon i langtidsminnet, er det av betydning at de kan relatere informasjonen til tidligere kunnskap og erfaringer (Novak, 2010, s. 27-29). Mennesker lærer, tenker og løser problemer ved å reflektere over hva de har opplevd tidligere, og hva som er lagret i langtidsminnet.

2.3.3 Spilldidaktiske aspekter og lærerens rolle

Ifølge Waale & Kristiansen (2017, s. 191) har lærerens evne til å implementere teknologi i undervisningen påvirkning på elevers læringseffekt. Faktorer som fagområdekunnskaper, samt pedagogisk og teknologisk kunnskap (Letnes, 2016, s. 144), har en helhetlig betydning for hvordan lærerens profesjonsfaglige digitale kompetanse fremstår.

Lærerens rolle blir ikke mindre viktig i undervisningsopplegg som inneholder bruk av digitale spill, tvert imot krever det en god pedagog for å se mulighetene og å veilede elevene i bruken.

> Det kan være utfordrende å balansere feiling, flow og spillteknisk mestring hos elever, og samtidig sørge for at elevene får et faglig utbytte. Et vellykket spillprosjekt ut over helt enkle spill i klasserommet krever ifølge Thorkild Hanghøj (2017) en lærer som både innehar game literacy og som kan fungere som en game master, altså at læreren både må være spillkyndig, og i stand til å utforme, iscenesette, fasilitere og evaluere elevenes bruk av spill i sin undervisning
>
> (Skaug, Staaby & Husøy, m.fl., 2017, s. 10; Hanghøj, 2017)

Som vist i sitatet over, kan det være vanskelig å balansere de ulike elementene spill forårsaker i undervisningen. Elever må oppleve en fremgang og progresjon i spillet (nevnt som feiling, flow og spillteknisk mestring), samtidig som de sitter igjen med et relevant faglig utbytte. Læringsspill som er designet for undervisning, kan ha elementer som forenkler lærerens rolle, sammenlignet med bruk av kommersielle spill. Læringsspill har et tydelig mål om å tilegne elevene spesifikke kunnskaper innen et eller flere fagområder.

I denne masteroppgaven blir det tatt utgangspunkt i et kommersielt spill som er revidert av GlassLabGames[7] for i større grad å kunne anvendes i undervisning. Spillet inneholdt aspekter fra det kommersielle spillet. I undervisningen ble det så langt det lot seg gjøre tatt hensyn til at elevene skulle få prøve og feile, samt oppleve flyten som spillet la til rette for. I tillegg skulle bruken føre til et hensiktsmessig faglig utbytte hos elevene.

Becker (2017, s. 155) viser til fire pedagogiske roller læreren bør tenke over ved bruk av digitale spill i undervisning: *Instructor,* der læreren forbereder elevene på hvorfor spillet blir brukt, hvordan spillet kan knyttes til kunnskapsmål, hvordan elevene operasjonelt bruker spillet og forbereder dem på aktiviteter i spillet. *Playmaker,* som kommuniserer oppgavene, rollene elevene har, målene, dynamikken i spillet og presenterer narrative senarioer fra elevens perspektiv. *Guide,* der læreren er en stillasbygger slik at eleven, gjennom veiledning,

[7] https://www.glasslabgames.org/

kan nå kunnskapsmålene. *Evaluator,* som hjelper elevene å evaluere prosessen, samt vurdere hvorvidt eleven har nådd kunnskapsmålene satt for emnet.

Faglig bruk av digitale spill kan være utfordrende for lærere uten relevant erfaring, men åpner også muligheter for at elevene kan utnytte kunnskap og kompetanse de kjenner seg igjen i fra fritiden (Skaug, Staaby & Husøy, m.fl., 2017, s. 21).

Gee (2007, s. 17-18) viser til *semiotiske domener*. Semiotiske domener kan sees som *områder av menneskelig aktivitet som har sitt gjenkjennbare språk, sine koder, begreper og språkmønstre* (Skaug, Staaby & Husøy, m.fl., 2017, s. 12). Slike områder eller kulturer har sine egne begrepsapparater og atferdsmønstre. Korps, fotball og speideren er eksempler på semiotiske domener som bidrar til et praksisfellesskap. Individer som opptrer innen et semiotisk domene skaper en identitet i praksisfellesskapet og utvikler sitt språk, sine begreper og koder. Digitale spill kan både være et semiotisk domene i seg selv, og et faglig semiotisk domene som har et læringsperspektiv. I empiriinnsamlingen ble det tatt hensyn til at elever i større eller mindre grad hadde kjennskap til digitale spill som semiotiske domene, og digitale spill som et faglig semiotisk domene.

James Paul Gee (2007, s. 54-55) peker på den virtuelle identiteten elever kan skape gjennom å spille spill i undervisning. I naturfagundervisningen kan for eksempel elever, ved å spille spill, flytte sin identitet fra å være en elev som har verdier og ønsker i et klasserom til identiteten til en forsker som har verdier og ønsker i et laboratorium.

> ..både lærere og elever som har kjennskap og identitet investert i dataspill som semiotisk domene, kan ha et annet utgangspunkt enn de som ikke har det. Elever med stor spillerfaring har lettere for å lære seg nye spill, og kan derfor raskere gjøre seg spillerfaringer som er relevant for læring. Disse elevene kan også føle økt motivasjon ved at deres interesser blir en ressurs i egen skolegang. Det er imidlertid en fare for at noen elever, særlig i de tidlige skoleårene, kan bli mer opptatt av å demonstrere egen 'ekspertise', enn av å bruke spillerfaringene som utgangspunkt for læring.
>
> (Skaug, Staaby & Husøy, m.fl., 2017, s. 12)

Digitale spill og simuleringer kan defineres som *situert læring* (Becker, 2017, s. 81-83; Warren & Wakefield, 2013, s. 84) eller læring i en virtuell kontekst, siden situasjonsavhengigheten og valg som spilleren gjør har en sentral rolle. I følge Lave & Wenger (2000, s. 181) er situert læring definert ved en karakteristisk prosess som kalles *legitim perifer deltagelse*. Deltakerne er del av et praksisfelleskap som kan diskutere aktiviteter, identiteter, artefakter og felles oppfattelse av praksis. Lave & Wengers (2000) teorier om situert læring og legitim perifer deltagelse kan knyttes opp mot Gees (2007) teorier om semiotiske domener. I undervisningen ble det ikke lagt nevneverdig vekt på å utvikle den

sosiokulturelle praksisen. Elevene ble heller ansett å være legitim perifere deltagere i et virtuell handlingsrom, som det digitale spillet utgjorde.

I interaksjonen med digitale spill får elever ofte direkte tilbakemeldinger om hvordan problemene blir løst. Dette kan defineres som *formative vurderingsformer* (Imsen, 2014, s. 268), siden vurderingen foregår løpende i læringsprosessen og blir en naturlig del av den. Skaug, Staaby & Husøy, m.fl. (2017, s. 17) peker på tilbakemeldingene og vurderingene elevene får gjennom å mestre deler i et spill, ikke trenger å si noe om elevenes mestring av de fagspesifikke målene. Det er i slike tilfeller viktig å ha en overordnet plan for den helhetlige vurderingen av elevene. Digitale spill blir derfor et eksternt verktøy på linje med andre eksterne verktøy i undervisningen.

2.3.4 Å velge spillet som passer

Senter for IKT i utdanning[8] deler spill i skolen i tre kategorier: *Læringsspill, kommersielle dataspill* og *spillifisering*. Læringsspill har et utdanningsformål eller et formål for å lære opp spesifikke ferdigheter eller fagstoff. Kommersielle spill er laget først og fremst for underholdning, der produsenten gjerne har større budsjett, bedre grafikk og skaper en dypere spillopplevelse. *Spillifisering* vill si å benytte spill-lignende belønnings- og motivasjonssystemer som ikke nødvendigvis er knyttet til dataspill som medium (Skaug, Staaby & Husøy, m.fl., 2017, s. 8). Ifølge Sigurðardóttir (2016, s. 7) kan *digital game-based learning* (DGBL) med fordel brukes som et verktøy for læring, samt som en arbeidsform som engasjerer og gjør undervisningen mer interessant for elevene.

Bruk av digitale spill i undervisning blir av Mayer (2014, s. 87) og Clark & Mayer (2016) brutt ned til tre viktige faktorer: Hvilken *verdiskapning* gir bruken av spill, hvilke *kognitive konsekvenser* får dette for elevene, og hvordan står spill sammenlignet med *annen type media.* Denne oppgaven belyser i hovedsak hvorvidt elever opplever konseptuell endring i en problemløsningsprosess der digitale spill blir brukt. De kognitive konsekvensene ved bruken av digitale spill er derfor sentrale.

Mayer (2014, s. 57) viser til fire kognitive kunnskapstyper som kan tilegnes gjennom å bruke spill i undervisningen. *Faktakunnskap, konseptuell forståelse, prosedural kunnskap* og *strategisk kunnskap*. I et naturfaglig spill-basert undervisningsopplegg der formålet er at

[8] https://iktsenteret.no/sites/iktsenteret.no/files/attachments/spill_i_skolen_-_notat_-revidert_2018.pdf

eleven skal lære Ohm`s lov, er eksempelvis faktakunnskaper kunnskap om hvorvidt eleven sitter igjen med forståelse om at Georg Ohm står bak Ohm`s lov, og at loven handler om elektrisk flyt. Konseptuell forståelse kommer frem ved at eleven kan redegjøre for prinsippene i Ohm`s lov der spenning, strøm og motstand alle påvirker hverandre. Prosedural kunnskap er kunnskap som eksempelvis kommer frem i algoritmiske utregninger eller handlinger og strategisk kunnskap er kunnskap som viser hvor flink eleven er til å velge alternative ruter eller løse problemet på alternative måter. Slik teoriene til Mayer (2014) blir vurdert kan digitale spill inneholde elementer som inneholder flere av disse kunnskapstypene. I utvelgelsen av et digitalt spill, som har som formål å ha et relevant faglig innhold, er det interessant å se hvilke digitale spill som kan dekke kunnskapstypene som er hensiktsmessig for å lære det relevante fagstoffet.

Figur 7 viser kunnskapstypene i lys av elementene som inngår, beskrivelse av kunnskapstypene og eksempler hentet fra undervisning om elektrisitet. Figuren viser også til typiske spill der disse kunnskapstypene kan læres.

Type kunnskap	Elementer	Beskrivelse	Eksempel	Typisk spill
Faktakunnskap	Fakta	Egenskaper og tilstander	Ohm finner Ohm`s lov I =V/R	Quiz
Konseptuell forståelse	Skjemaer, modeller, kategorier eller prinsipper	Generelle kognitive strukturer	I = V/R	Simuleringer
Prosedural kunnskap	Prosedyrer	En steg-for-steg prosess	50/2 = 25	Action
Strategisk kunnskap	Strategier	En generell metode	Finn et relatert problem	Rollespill

Figur 7: Fire akademiske kunnskaper som kan bli lært ved bruk av spill i undervisning (Mayer, 2014, s. 57)
Oversatt og bearbeidet

I følge Mayer (2014) kan digitale spill med fordel brukes for å simulere prosesser som videreutvikler elevenes interne modeller og danner en forståelse av selve systemet. Elevene trenger likevel stor grad av veiledning for å kunne oppnå konseptuell forståelse i åpne simuleringer av prosesser.

> An essential caution is that pure discovery methods - that is, hands-on activity without guidance - generally are inefficient and ineffective ways to promote conceptual learning, so simply allowing players to interact with a simulation may not be as effective as providing guidance and instruction.
>
> (Mayer, 2014, s. 66).

I simuleringen av et fenomen eller et system, kan det skapes et dynamisk og gjensidig forhold mellom elevenes interne mentale modeller og de eksterne modellene som elevene konstruerer gjennom å spille (Gee, 2007, 208-209; Clark & Mayer, 2016). I empiriinnsamlingen skulle elevene simulere operasjoner og prosesser som påvirket hverandre i en by. Det digitale spillet blir sett på som en virtuell verden eller modeller av virkelighetsnære fenomener og systemer. Modellene skulle imitere eller representere hvordan noe fungerte eller la eleven observere hvordan noe fungerte, samtidig skulle de løse problemer under ulike forhold.

> Simulations provide a safe space in which to explore models, experiment with practices too expensive or dangerous to engage with otherwise, such as manipulating objects, but also for practicing problem solving.
>
> (Warren & Wakefield, 2013, s. 71)

Som vist i sitatet over, skaper digitale spill og simuleringer en mulighet for at elever kan gjøre handlinger, valg og påvirkninger som ikke får direkte konsekvenser i det virkelige liv.

I følge Imsen (2014, s. 212) har godt tilrettelagte digitale spill mange simulerte likheter med problemløsningsstrategier og kunnskapsinnhenting i den virkelige verden. Charsky og Ressler (2010) peker på slike verktøy som kraftige læringsverktøy siden de kan motivere, engasjere, simulere høyere orden av tenkning, gjenskape fenomener nøyaktig og sette opp farten på prosesser, eller slakke av for å kunne gi relevante instruksjoner (Charsky & Ressler, 2010, s. 604).

Becker (2017, s. 66) viser at spennet innen spill-sjangre brukt i undervisning er stort. McFarlane (2015) viser til sju sjangere som kategoriserer spill: «*Adventures/quests, simulations, race games, maze games, edutainment activities, creative/model building and shooting/arcade games*» (McFarlane, 2015, s. 98).

I undervisningen ble spillet SimCityEDU brukt for å la elevene løse virkelighetsnære problemer i en by. Spillet kan defineres som en simulering der *«The player operates a model/simulation that then behaves according to a pre-programmed set of rules, which may match those in the school curriculum, or those in real life, or may be fantastic»* (McFarlane, 2015, s. 98). SimCityEdu er basert på det kommersielle spillet SimCity[9] og er modifisert til et læringsspill av GlassLabGames[10].

[9] https://www.ea.com/nb-no/games/simcity
[10] https://www.glasslabgames.org/games/SC

2.3.5 Motivasjon i spill-pedagogisk læringsarbeid

Gjennom å kunne gjøre egne valg, skapes ikke bare en motivasjonsfaktor, men også et eierforhold til produktet (Gee, 2007, s. 71-72). Mayer (2014, s. 11) peker på at slike aspekter kan føre til økt grad av kognitive prosesser og danner et grunnlag for dybdelæring.

Digitale spill gir valgmuligheter for spilleren, og lar spilleren eksperimentere med løsningsforslag i trygge omgivelser (Warren & Wakefield, 2013, s. 71). Valgmulighetene skiller digitale spill fra andre digitale medier (Becker, 2017, s. 153). Ved å bruke slike arbeidsmetoder kan eleven velge strategier som passer elevens måte å lære, tenke og handle på. Muligheten for å gjøre egne valg gir økt grad av motivasjon til å lære nye ting, og også motivasjon for å reflektere over egen læring og problemløsningskompetanse (Gee, 2007, s. 216-217).

Imsen (2014, s. 314) peker på *prestasjonsmotivasjon* som en trang til å utføre noe som er bra i forhold til en kvalitetsstandard. Mange digitale spill bygger på tydelige kvalitetsstandarder for hvordan problemene i spillet skal løses. I problemløsningsoppgaver vurderer elevene sine muligheter for å mestre. I tilfeller der forventningene for å lykkes er små, skapes ingen motivasjon hos eleven (Imsen, 2014). Ifølge Gee (2007, s. 59) bygger digitale spill på en struktur der kostnaden ved å feile er lav, og gevinsten for å lykkes er høy. Slik kan det virke som elever motiveres til å prøve og feile flere ganger.

Motivasjonen for å fortsette er *personlig* siden den har utspring fra eleven som lærer, den er *direkte* siden det er rettet mot å løse et problem eller nå et mål, den er *aktiverende* siden den oppfordrer eleven til å gjøre noe, og den er *energigivende* siden den får eleven til å fortsette å engasjere seg (Mayer, 2014, s. 69; Gee, 2007, s. 60). Gode digitale spill bygger derfor i stor grad på slike motivasjonsprinsipper for å holde på spilleren.

Utfordringen, i valg av spill til undervisning, er å velge spill som eleven finner motiverende, samtidig som eleven har et relevant læringsutbytte av å spille spillet (Mayer, 2014, s. 11). Ifølge Charsky & Ressler (2010) må spillets innhold og læringsinnholdet være kongruent for at læringsutbyttet skal øke. I tilfeller der det er gap mellom aktiviteten i spillet og læringsinnholdet lærer elever mindre, selv om han eller hun mestrer spillet godt. I tilfeller der graden av instruksjon er høy, og fokuset på læringsutbytte overskygger spillets struktur, kan blant annet spillerens interesse og vilje til å engasjere seg synke, ifølge Mayer (2014, s. 12).

3.0 Design og metode

I dette kapitelet redegjøres det for forskningsdesignet på masteroppgaven samt metodiske valg for innsamling av empiri. Hvilket forskningsdesign og metodiske valg som er valgt henger sammen med problemstillingen og hvordan jeg som forsker vurderte gjennomføringen av undersøkelsen fra start til mål.

3.1 Forskningsdesign og vitenskapelige betraktninger om design

Før gjennomføringen av en undersøkelse må det gjøres mange overveielser og valg. Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016, s. 69) betegner disse overveielsene og valgene som forskningsdesignet til undersøkelsen. For å avgrense peker Fuglseth (2006, s. 257) på skillet mellom tre overordnede vitenskapsområder innen forskning: "*Naturvitenskap* (realfag med matematikk, biologi, fysikk, kjemi o.l), *menneskevitenskap* (humaniora eler humanistiske fag med alle språkfag, historiske fag, kulturfag o.l) og *samfunnsvitenskap* (med sosiologi, sosialantropologi, samfunnsøkonomi o.l)".

Denne masteroppgaven belyser samfunnsvitenskapelige metoder som er lagt til grunn i innhenting av empiri. I følge Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016, s. 35) er samfunnsvitenskapens utgangspunkt virkeligheten, nærmere bestemt den virkeligheten folk opplever. Planen med forskningen og masteroppgaven er å bidra med kunnskap om hvordan virkeligheten ser ut.

Forskningen tar utgangspunkt i en virkelighet som jeg som forsker ønsker mer kunnskap om. Virkeligheten i dette tilfellet var elevenes oppfattelse av undervisningsopplegget de var deltakere i. Deres handlinger og oppfattelse er sentrale for min virkelighetsoppfattelse. Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016) peker på samfunnsvitenskapelig metode som en vei til informasjon om den sosiale virkeligheten, og ikke minst hvordan denne informasjonen skal analyseres, og hva den kan fortelle oss om samfunnsmessige forhold og prosesser. Innenfor den samfunnsvitenskapelige forskningen studeres mennesker, og deres meninger og oppfatninger om både seg selv og andre (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 27).

I motsetning til den naturvitenskapelige forskeren, er den samfunnsvitenskapelige forskeren en deltaker i samfunnet, og kan derfor ikke bare være en tilskuer. I samfunnsvitenskapelig forskning lever som regel forskeren i samfunnet det skal forskes på, han eller hun må oftest kommunisere med dem som det ønskes informasjon om, og resultatet fra forskningen blir oftest formidlet tilbake til samfunnet, og kan igjen påvirke fenomenet som blir studert.

Samfunnsvitenskapen undersøker derfor "*menneskelige handlinger, mønstre i samhandling, sosial organisering og samfunnets institusjoner*" (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 36).

Hermeneutikken defineres som tolkningsprosessen, eller en kunst i å tolke et fenomen. Fangen (2004, s. 217) viser til *hermenautiske teknikker* som kan brukes på flere måter enn slik de opprinnelig var tenkt, på tekster. De kan også brukes i lesningen av menneskers handlinger. Nilssen (2012) viser til tre betydninger av ordet hermeneutikk: uttrykk, tolkning og oversettelse. Disse betydningene reflekterer det som kan kalles hermenautiske operasjoner, eller arbeid som har forståelse som mål. I den samfunnsvitenskapelige tilnærmingen er tolkning og forståelse viktige faktorer i arbeid med empiri, som oftest kan sees som fenomener som uttrykker mening i form av menneskers handlinger, ytringer og produksjon av tekst (Nilssen, 2012, s. 71). I forskning blir forskeren utfordret i å bevisstgjøre seg sin egen forståelse, samtidig som han eller hun utfordres til å utvikle en forståelse for forskerspørsmålet og fenomenet som skal belyses (Johnsen, 2004).

I samfunnsvitenskapelig forskningsarbeidet er det et mål å integrere teori og empiri. Dette innebærer å vurdere hvorvidt problemstillingen og forskningsspørsmålene har en induktiv eller deduktiv tilnærming.

> En tilnærming fra «teori til empiri», betegnes som deduktiv (å dedusere betyr å utlede, å slutte). Det vil si en utledning fra det generelle til det konkrete. Generelle påstander (hypoteser) testes ved empirisk data. En annen strategi kan være å starte undersøkelsen uten noe teoretisk utgangspunkt. Man begynner med å samle inn data, der hensikten er å finne fram til generelle mønster som kan gjøres til teorier eller generelle begreper. Denne tilnærmingen, fra «empiri til teori» betegnes som induktiv
>
> (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016, s. 47)

Som forsker opplever jeg det som vanskelig å plassere meg bastant i en av disse leirene. Arbeidet med masteroppgaven har ført til at jeg har lokalisert og lest mye relevant teori for å danne meg et helhetlig bilde som kan belyse problemstillingen. Samtidig er det gjort noen funn i empirien som har ført til ny oppfattelse og forståelse. Johannesen, Tufte & Christoffersen (2016) peker på vanskegraden av å oppfylle idealet om å smelte sammen teori og empiri. Undersøkelser er nødvendigvis ikke mindreverdig selv om utgangspunktet er et begrep og ikke teori.

Tilnærmingen peker mot en deduktiv tilnærming uten å oppfylle alle kravene slik jeg ser det. Det er uansett viktig å ha en pragmatisk tilnærming, der undersøkelsen gjennomføres med sikte på best mulig å kunne besvare undersøkelsens problemstilling og de underliggende forskningsspørsmålene (Johannesen, Tufte & Christoffersen, 2016, s. 47-48).

Postholm (2010, s. 34) viser til konstruksjonen og forståelsen av virkeligheten forskeren søker som noe som er i stadig endring og utvikling. Deltakernes perspektiv og oppfatning er derfor sentral i forskningsarbeidet. Dette perspektivet er også hele tiden i samspill med det perspektivet forskeren har, forskerperspektivet.

Forskning bygger på noen grunnleggende filosofiske antakelser eller forutsetninger. Nilssen (2012) viser til ontologiske og epistemologiske forutsetninger som filosofiske perspektiver i tilnærmingen til problemstillingen. Tjora (2012) viser til fire sosiologiske perspektiver i forskningsarbeid. Symbolsk interaksjonisme, etnometodologi, fenomenologi og sosialkonstruktivisme. Disse perspektivene mener Tjora (2012) danner en ramme for hva slags fenomener vi betrakter som eksistensielle i det samfunnet vi lever i. I følge Tjora (2012, s. 20) er *symbolsk interaksjonisme* en filosofisk tankegang som legger vekt på interaksjonen mellom mennesker som en sentral samfunnsdannende enhet.

I den *etnometodologiske* filosofiske retningen ser vi samfunnets normaltilstand som kaos og uorden, heller enn struktur og orden. Innen den *fenomenologiske* retningen har det primære studieobjektet en bevissthet om hvordan fenomener fremtrer fra et førstepersonsperspektiv. Det kan sees som "*meningen mennesker legger i en opplevelse knyttet til en bestemt erfaring av et fenomen*" (Postholm 2010, s. 41). *Sosialkonstruktivismen* tar avstand fra tanken om at samfunnet kan betraktes som en objektiv størrelse. Virkeligheten blir her samfunnsskapt, og forstått på bakgrunn av ulike sosiale faktorer.

Problemstillingen i denne masteroppgaven og i de underliggende forskningsspørsmål, er problemløsningsprosesser og konseptuell forståelse hos elevene i fokus. Med utgangspunkt i problemstillingen er den *kognitive konstruktivistiske* filosofiske tankegangen sentral. Innenfor den kognitive konstruktivistiske tankegangen er det fokus på hva som skjer med elevenes mentale strukturer under læringen (Imsen 2008, s. 39). Gjennom assimilasjon og akkomodasjon bygger elevene interne modeller som danner grunnlag for en konseptuell forståelse av emnet elevene skal lære. Mine filosofiske betraktninger i denne delen er sett på i lys av Tjora (2012) og Imsen (2008) sine betraktninger av perspektiver innen forskning.

Tilnærming til forskningsarbeidet var en samfunnsvitenskapelig tilnærming og kan sies å ha deler av en deduktiv tilnærming, med et kognitivt konstruktivistisk perspektiv. Med utgangspunkt i problemstillingen finnes det flere forskningsdesigner å velge mellom, for eksempel fenomenologi, etnografi, *grounded theory* og caseundersøkelser. Disse kan sees som typiske kvalitative designer ifølge Johannesen, Tufte & Christoffersen (2016).

Å finne design kan være utfordrende. Tjora (2012, s. 34-39) viser til at mange velger casestudier som design i tilfeller der det allerede finnes en grense for hva og hvem undersøkelsen inkluderer og ekskluderer. Mitt valg av design falt på casestudier, der trinnet definerer grensen for deltakere.

3.2 Casestudier

I løpet av forskningsperioden har jeg deltatt i undervisningen, og observert elevenes arbeid i klasserommene og på datarommet. I etterkant av undervisningsopplegget, har jeg intervjuet elevgrupper. Forskningsarbeidet var rettet mot en autentisk klasseromssituasjon (Klette, 1998). Skogen (2004) peker på at casestudie sees av mange som en av de mest grunnleggende tilnærminger til ervervelse av ny kunnskap.

Begrepet casestudie har både en forskningstilnærming og en pedagogisk tilnærming. I den pedagogiske tilnærmingen brukes begrepet oftest i beskrivelse av enkeltindivider. En slik tilnærming kan for eksempel egne seg i pedagogiske eller spesialpedagogiske diskusjoner. I denne masteroppgaven tas det utgangspunkt i forskningstilnærmingen av begrepet. Innen casestudier finnes det ulike typer casedesign å velge mellom (Skogen 2004, s. 97-98; Tjora 2012, s. 34) Det styrende i utvelgelsen av hvilken form for casedesign man velger, er det aktuelle forskningsspørsmålet og hvilke tilgjengelige data man har tilgang til.

Tjora (2012) viser til to grupper av strategier for å kunne avgrense et prosjekt. Den ene gruppen er å bruke en eller flere caser mens den andre gruppen er å velge deltakere til undersøkelsen ut fra gitte kriterier. En slik type strategi kalles et kriterieutvalg. Et valg mellom casestudie eller kriterieutvalg bør tas med bakgrunn i problemstillingen. Her peker Tjora (2012, s. 34) på en røff hovedregel der casestudier bør brukes for å generere kunnskap om selve casen, og kriterieutvalg for å studere noe som er knyttet til deltakerne.

Utvelgelsen av case skjer svært ofte pragmatisk ut fra tilgjengelighet og ut fra hvordan forskerens kjennskap til casen er. Skogen (2004, s. 97) viser til kjennetegn av casestudier: "*Det dreier seg om singelcase eller multippelcase, samt holistisk eller sammensatt (embedded) case*". Når det gjennomføres en enkeltstående casestudie betegnes det som singelcasestudie, mens ved bruk av flere caser etter hverandre betegnes det som multippelcasestudie. Innen underkategoriene brukes holistisk casestudie i tilfeller der forskeren har bare en analyseenhet, mens i arbeid med flere analyseenheter brukes betegnelsen sammensatt (embedded) casestudie. Casestudier egner seg godt for bruk av

multiple informasjoner som igjen gir anledning til triangulering (Skogen, 2004). I forskningsarbeidet er det brukt en singelcasestudie hvor forskningen har skjedd på trinnet der jeg jobbet som lærer.

3.3 Kvantitativ eller kvalitativ tilnærming

Denne oppgaven tar utgangspunkt i en problemstilling med to underliggende forskningsspørsmål. I den samfunnsvitenskapelige metodelæren møter forskeren raskt et veiskille mellom kvalitativ og kvantitativ metode. Spørreundersøkelser eller innsamling av større datamateriale kan sees som kvantitativ tilnærming. En kvantitativ tilnærming har mange av sine prosedyrer fra naturvitenskapelig metode, men med en forståelse av at det er menneskelige fenomener som skal studeres.

Masteroppgaven har en kvalitativ tilnærming der formålet er å undersøke fenomener som skal forstås mer fyldig. Postholm (2010, s. 33) viser til den kvalitative forsker som en som nærmer seg forskningen med utgangspunkt i et paradigme eller et verdenssyn. Det betyr at forskere har med seg antakelser som styrer eller rettleder deres forskning. Masteroppgavens problemstilling, og i de underordnede forskningsspørsmålene, er ord som *hvordan* og *hvilke* brukt for å belyse problemområde. Forskeren i kvalitative studier der slike spørreord inngår, leter nødvendigvis ikke etter lineære årsak - virkningsforhold. Spørreord som *hvordan* og *hvilke* vil dermed kunne lede den kvalitative forskeren til å utforske kompleksiteten i virkeligheten som skal studeres.

3.4 Klasseromsforskning

Postholm (2010) viser at det overordnede målet for klasseromsforskning er at den skal fungere som et tankeredskap, slik at undervisningspraksisen utvikler seg og blir bedre. I følge Klette (1998, s. 15) defineres klasseromsforskning som forskning på praksisen der man søker å belyse individer og prosesser innenfor den institusjonaliserte, historiske enheten som klasserommet representerer. Klasserommet som historisk enhet har utviklet seg gjennom de siste tiårene. Dagens klasserom har som regel flere muligheter. Innsamlingen av empiri skjedde i en kontekst der elevene gikk mellom rom, leverte elevarbeid digitalt, og lærte i større grad mer interaktivt gjennom å bruke digitale verktøy. Det er likevel valgt å definere arbeidet som klasseromsforskning.

Faktorer som det teoretiske utgangspunktet, problemstillingen og hensikten med studiet har alle betydninger for hvordan resultatene blir presentert. Det er viktig at forskeren har fokus på sitt teoretiske ståsted, hvilke forskningsspørsmål som stilles, metoden som blir valgt, og på hvilken måte datamaterialet blir samlet inn, analysert og presentert på.

Elevenes perspektiv, og mitt perspektiv som forsker, var utgangspunktet for studiet som ble gjennomført. Som forsker var det ønskelig så godt som mulig å få tak i forskningsdeltakernes perspektiv eller oppfatning av virkeligheten.

I forskningsarbeidet skulle elevgruppen bruke digitale spill i undervisningen. Kulturen det skal forskes på, skaper noen felles forståelsesrammer. Disse forståelsesrammene blir i denne oppgaven sett på som semiotiske domener (Gee, 2007, s. 17). Det er ikke fornuftig å kontrollere alle situasjonene om forskeren ønsker å forstå, med andre ord er det konteksten som i stor grad gir mening. I forskningsarbeidet opptrådte jeg både som lærer og masterstudent. I gjennomføringen ble utfordringen å holde en analytisk distanse, samtidig som jeg var med og drev undervisningen. Postholm (2010, s. 64) understreker viktigheten av at forskeren er seg bevist hvilken rolle han eller hun inntar.

3.5 Valg av metode

I dette kapitelet blir det redegjort for valg av metode for empiriinnsamlingen. Metodelære handler om hvordan forskeren kan gå fram for å undersøke om antakelser er i overensstemmelse med virkeligheten (Johannessen, Tufte, og Christoffersen, 2016). I masteroppgaven var det de kvalitative metodene observasjon og intervju som ble brukt som metodiske valg. Observasjonene ble gjennomført i forbindelse med undervisningsopplegget, mens intervjuene ble gjennomført kort tid etter.

Den kvalitative innhentingen av empiri skjedde ved å forske på eget trinn. Wadel (2014) viser til fordeler ved å gjøre feltarbeid i egen kultur. På mange måter kan det sees som lettere, ikke minst rent praktisk. Noe av det som oppleves vil være felles eller kjent. Det er også rettet søkelys mot noen grunnleggende problemer ved å studere egen kultur. "*Det kan være vanskeligere å få tak i mange forhold i vår egen kultur enn i en fremmed kultur, nettopp fordi de tas for gitt*." (Wadel, 2014, s. 26-27).

Mennesker møter verden med en forforståelse. Dette kan sees som kunnskaper og oppfatninger om virkeligheten som brukes for å tolke det som skjer rundt oss. Johannessen,

Tufte og Christoffersen (2016, s. 34) peker på forforståelsen eller bakgrunnskunnskapene, som en nødvendighet for å forstå virkeligheten. Forforståelsen påvirker hva forskeren observerer, og hvordan observasjonene vektlegges og tolkes. Som lærer på trinnet og masterstudent hadde jeg med meg en forforståelse og bakgrunnskunnskaper inn i forskningsarbeidet.

Nilssen (2012) viser til at forforståelse ikke bare dekker det teoretiske rammeverket en som forsker har med seg. Alle har en mer eller mindre skjult bagasje som erfaringer, verdier, kunnskap, forskningsfilosofi og holdninger til feltet. I inngangen til forskningsarbeidet hadde jeg, i tillegg til å kjenne trinnet, med meg en forforståelse av hvilket potensiale som kunne ligge i bruken av digitale spill i problemløsningsarbeidet. Denne arbeidsformen var elevene i noen grad kjent med fra tidligere. De tidligere undervisningsoppleggene som hadde hatt elementer av digitale spill i læringsøyemed, dreide seg i liten grad om problembasert simulerende læring og fokus på konseptuell forståelse og endring. Jeg som lærer hadde noe kunnskap om bruk av problemløsningsoppgaver i undervisning. Dette tilegnet gjennom lest teori, og i noe grad utprøving på elevgrupper. Konseptuell endring var feltet jeg opplevde å ha minst forforståelse om. I gjennomføringen av undervisningsopplegget var det ønskelig å få mer kunnskaper om disse tre feltene sammen, og se hvordan de kunne skape læring hos elevene. Dette kapittelet tar videre for seg observasjon som metode, intervju som metode, samt reliabilitet, validitet og etiske betraktninger rundt min forskning.

3.5.1 Observasjon

Parallelt med gjennomføringen av undervisningsopplegget ble det gjennomført observasjon av elevene. Min rolle som observatør var lærer på trinnet og forsker. Tjora (2012) peker på at forskeren aldri har 100% kontroll over ens egen rolle, og hvordan den kan komme til å endre seg i løpet av den tiden man gjør observasjoner. Den observerende forskeren tar i bruk alle sanser som kan påvirke opplevelsen og dermed observasjonen. Det kan være vanskelig å orientere seg i et mangfold av inntrykk. Som forsker kan det være utfordrende å gjøre avveininger i hva som bør legges vekt på, og hvordan dette skal gjøres.

I løpet av perioden der observasjonen fant sted, ble fokuset for observasjonen snevret inn, slik at forskningsfeltet begynte å fremtre som mer forståelig. Postholm (2010, s. 55) peker på at alle gjør observasjoner ut fra sitt ståsted. Vi forstår det vi observerer gjennom subjektive, individuelle teorier, som innebærer at alt av tidligere erfaringer og opplevelser påvirker det vi

observerer. Det som skiller forskeren fra menigmannen, er forskerens fokus for det systematiske og hensiktsmessige.

I følge Tjora (2012) kan observasjon gi tilgang til sosiale situasjoner som de involverte i situasjonen ikke selv først har tolket. Som observatør skaffer forskeren seg en kunnskap om den intersubjektive konstruksjonen av virkeligheten. Ved å velge observasjon kan forskeren studere hva folk gjør, mens i intervjuer studeres det hva folk sier. Fordelen med observasjon er at man ikke bruker elevens tid til å trekke dem ut av læringssituasjoner eller arbeid. Videre blir det pekt på valg av observasjon som metode i tilfeller der man rett og slett har tilgang til denne formen for datagenerering. Kostnadene ved å gjennomføre observasjon er relativt begrenset, og mulighetene for at forskeren kan skaffe data som egner seg som supplement til intervjudata, er til stede (Tjora 2012, s. 47).

3.5.1.1 Deltakende observasjon

Innsamlingen av empiri skjedde over en toukersperiode. Næss (2004) peker på viktigheten av å registre observasjonene i feltet. Når man registrerer observasjonene kan man registrere dem *underveis i situasjonen du observerer*, *etter*, eller *før*. I mitt tilfelle ble observasjonene registrert daglig i løpet av undervisningstimene, samt etter endt arbeidsdag. Ønsket var å kunne finne hensiktsmessige strategier for å registrere observasjonene. Målet var å kunne registrere underveis og etter at observasjonene ble gjennomført.

Slik type registrering bidrar til å kunne operasjonalisere det som skal observeres (Næss, 2004, s. 204) For å registrere ble det brukt et notasjonssystem på min personlige iPad, som jeg hadde med i undervisningen. Tjora (2012) viser til den vanligste formen for registrering som feltdagbok. Min feltdagbok ble i observasjonsfasen de digitale notatloggene.

Som deltakende observatør vises det videre til at deltakerne kan glemme din rolle som observatør. Dette kan sees på som et gode i og med at det kan styrke undersøkelsens troverdighet. I slike tilfeller kan en feltdagbok, eller en loggbok, være komplisert da det gjør deltakerne oppmerksom på at det drives med observasjon av dem. I noen sammenhenger kan det være unaturlig å notere i feltdagbok eller å notere logg digitalt. Plassering i rommet og måten registreringen skjer på, er viktige aspekter. Det er lurt å være bevisst passende måter å ta notater på, basert på ulike dimensjoner i situasjonen (Tjora, 2012, s. 65).

Som lærer på trinnet og observatør fikk jeg mulighet til å se elevenes opplevelser og erfaringer i et helhetlig perspektiv. Wadel (2014) peker på at rollene som en feltarbeider har, må være komplementære til de rollene som informantene har.

> Feltarbeid i egen kultur gir vanligvis muligheter til å mobilisere et større antall komplementære roller enn feltarbeid i en fremmed kultur. Dette fordi det foreligger mange muligheter for flere felles erfaringer mellom personer innen samme kulturkrets. Et annet forhold, som har nær sammenheng med dette, er at feltarbeider og informant innen samme kulturkrets har store muligheter til å samtale om andre erfarte roller innen en konkret rolle.
>
> (Wadel, 2014, s. 76).

Som deltakende observatør i egen kultur kan man være mindre bevisst slike forhold siden mulighetene er så mange. I samhandling med elevene kunne jeg som forsker vise til tidligere erfaringer elevene hadde. På den andre siden kunne slike aspekter bli glemt, og dette kunne igjen føre til at sentrale elementer uteble i observasjonene på grunn av at dette blir sett på som noe naturlig.

3.5.2 Det kvalitative forskningsintervju - Gruppeintervju

I forskningsarbeidet er det i tillegg til observasjon viktig å høre elevens oppfatning av virkeligheten. Gjennom samtale får man innblikk i eller forståelse for hva som foregår i andres bevissthet (Postholm 2010, s. 82). Etter endt undervisningsopplegg ble det gjennomført kvalitative forskningsintervjuer der elevene fikk uttrykke sine egne meninger og tanker rundt gjennomføringen av opplegget. Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016) viser til hensikten med kvalitative intervjuer som en fyldig beskrivelse, slik at problemstillingen kan belyses fra flere sider. Videre vises det til intern validitet som en viktighet. Rekrutteringen av informanter i slike kvalitative intervjuer har et klart mål, så tilfeldig trekking av et utvalg informanter er lite egnet. "*Vi snakker isteden om hvilke informanter som er mest relevante og interessante ut fra formålet med studien*" (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 113).

Informantene jeg valgte var avgrenset gjennom casestudiet, og involverer bare elevene på trinnet. I gjennomføringen av undervisningsopplegget arbeidet elevene selvstendig. Det digitale spillet, som elevene brukte, la ikke direkte opp til samarbeid, men dannet grunnlag for diskusjoner. Fokuset i min masteroppgave var ikke å belyse interpersonlig kompetanse eller samarbeidskompetansen elevene bruker eller tilegnet seg. I gjennomføringen av forskningsintervjuene var det likevel ønskelig at elevene skulle bli intervjuet i grupper. Disse gruppene ble satt sammen av elever som deltok på hele undervisningsopplegget og ble observert i gjennomføringen.

Utvelgelsen av deltakere ble gjort av meg som forsker, som et strategisk utvalg. I utvelgelsen var det ønskelig å ha en balansert kjønnsfordeling så langt det lot seg gjøre og representasjoner av ulike gjennomføringer av spillet basert på observasjoner. I følge Halkier (2010, s. 30) er utvalgene så små i kvalitative metode at de ikke kan basere seg på en tilfeldig utvelgelse. Utvelgelsen må snarere være analytisk selektive.

Elevene som deltok i intervjuene måtte også ha fullført hele undervisningsopplegget samt levert elevarbeid, som konseptkart, underveis. Antallet deltakere i gruppeintervjuene var en viktig overveielse. I empiriinnsamlingen ble det gjennomført fire gruppeintervjuer med fire elever, totalt 16 elever. Slike mindre grupper kan med fordel velges for å bearbeide datamaterialet i dybden, eller bestemme spesifikke arbeidsrutiner ifølge Halkier (2010, s. 39). Trost (2010) viser til utfordringer ved å intervjue barn. Det er viktig å fange barnets interesse gjennom intervjusituasjonen. Min identitet som lærer og forsker møttes i forskningsarbeidet. I gjennomføringen av intervjuene var målet å være bevisst min rolle som forsker, og det asymmetriske maktforholdet som kan ligge i kvalitative intervjuer.

3.5.2.1 Halvstrukturerte intervjuer

Det kvalitative forskningsintervjuet kan ha en strukturert eller ustrukturert gjennomføringsmåte. Postholm (2010, s.72-73) viser til vage grenser mellom halvstrukturerte intervjuformer og deltakende observasjon. Grunnen er at mye av informasjonen som blir samlet gjennom deltakende observasjon, kan komme fra samtaler med informanter i forskningsfeltet. Forskeren som benytter seg av strukturerte intervjuformer har som mål å hente presise data, mens halvstrukturerte intervjuer prøver å forstå heller enn å forklare det som blir forsket på. I semistrukturerte eller delvis strukturerte intervjuer har forskeren en overordnet intervjuguide som utgangspunkt, mens spørsmål, temaer og rekkefølge kan variere (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016, s. 148).

Tjora (2012, s. 124) viser til moderatoren i forskningsintervjuer som en eller flere personer som styrer ordet for å sørge for at alle deltakerne kommer til orde, tar notater for å følge opp temaer som oppstår, og sist men ikke minst formulere spørsmål eller bruke andre stimulusmaterialer for å etablere diskusjoner. Moderatoren må videre være forberedt på tidvis meget aktiv styring av intervjuet, og andre ganger vise mer tilbakeholdenhet. Som moderator, i gjennomføringen av intervjuene, ble mitt utgangspunkt en overordnet intervjuguide (vedlegg 1) for å strukturere. Sammensetningen av spørsmål og spørsmålstyper ble vurdert med bakgrunn i problemstillingen.

Under gjennomføringen ble det brukt lydopptak. Dette gav meg som moderator en visshet om at jeg fikk med meg det som blir sagt. Tjora (2010, s. 137) viser til intervjusituasjonen der moderatoren ved bruk av lydopptaker kan konsentrere seg mer om det deltakerne snakker om, for å sørge for god kommunikasjon og flyt i intervjuet, samt be om utdyping og konkretisering der det trengs.

3.5.2.2 Fokusgruppeintervju

I gjennomføringen av intervjuene ledet jeg samtalen, men elevene fikk snakke seg mellom og komme med innspill underveis. Intervjuene kan i slike tilfeller relateres til fokusgruppeintervjuer der formålet ikke nødvendigvis er å komme til enighet, eller å presentere en løsning på de spørsmålene som diskuteres.

Målet i en slik type intervjuform er å få frem forskjellige synspunkter i saken. Kvale og Brinkmann (2015. s, 179-180) viser til fokusgruppeintervjuer som velegnet til eksplorative undersøkelser på et nytt område, ettersom den livlige, kollektive ordvekslingen kan bringe frem flere spontane ekspressive og emosjonelle synspunkter. Intervjuformen kunne egne seg i dette studiet siden arbeidet med digitale spill i undervisning var en relativt ny læringsaktivitet for elevene. Fokusgruppeintervjuer kan sees i motsetning til bruk av individuelle og ofte mer kognitive intervjuer. I et fokusgruppeintervju er det vanligvis et samspill intervjupersonene imellom. I fokusgrupper bestemmer intervjueren emnet. Halkier (2010, s. 10) viser til David Morgans forståelse av fokusgrupper, der data produseres gjennom samhandling i en gruppe rundt et tema som forskeren har bestemt. Kjennetegnet på slike fokusgruppeintervjuer er derfor kombinasjonen av gruppesamhandling og forskerstyrt emnefokus. I følge Halkier (2010) kan gjerne fokusgrupper forstås som en form for gruppeintervjuer, men det er dermed ikke sagt at alle gruppeintervjuer er fokusgrupper. I intervjuene ble elevenes oppfattelse av læringsprosessen sentral. De kvalitative intervjuene ble i arbeidet med empiriinnsamlingen til masteroppgaven transkribert, kodet og kategorisert av meg som forsker.

3.6 Reliabilitet, validitet og generaliserbarhet

Innen kvalitativ forskning benyttes oftest tre kriterier *reliabilitet*, *validitet* og *generaliserbarhet* som indikatorer på kvalitet (Tjora 2012, s. 202). Innenfor positivistisk tradisjon er nøytrale eller objektive observatører idealet. Innenfor den fortolkende tradisjonen, som kvalitativ forskning kan sies å være, har det vist at fullstendig nøytralitet ikke kan eksistere (Tjora, 2012, s. 203).

I forskningsarbeid er det viktig å være klar over hvordan forskerens egen posisjon kan komme til å prege forskningsarbeidet. I mange prosjekter er det en forutsetning at forskeren har et spesielt engasjement og kunnskap om det som skal studeres. I arbeidet med empiriinnsamlingen til min masteroppgave var jeg lærer på trinnet det skulle forskes på. I tillegg hadde jeg som privatperson relativt god kompetanse på bruk av digitale verktøy og variasjonen som ligger innen bruk av digitale spill.

3.6.1 Reliabilitet

Reliabilitet knyttes i stor grad til hvilke data som brukes, hvordan den samles inn, hvordan de bearbeides og om forskerens pålitelighet i denne prosessen. For å styrke pålitelighet i arbeidet med masteroppgaven var det viktig å reflektere over på hvilken måte man eventuelt har noe til felles med informantene, og på hvilken måte mitt engasjement kunne ha påvirkning på datagenereringen, analysen og resultatene. Fordelen av å kjenne trinnet og verktøyene elevene skulle bruke i prosessen, var at jeg hadde mye kunnskap om emnet og kunne stille presise spørsmål. Ulempen var at jeg som forsker kunne ha med meg forutinntattheter. Innen kvalitativ forskning kan det nødvendigvis ikke stilles strenge direkte krav om reliabiliteten.

> For det første benyttes ikke strukturerte datainnsamlingsteknikker; det er ofte samtalen som styrer datainnsamlingen. For det andre er observasjoner klart verdiladet og kontekstavhengige. Det vil være umulig for en annen forsker å duplisere en annen kvalitativ forskers forskning. For det tredje bruker man som forsker seg selv som instrument. Ingen andre har samme erfaringsbakgrunn som forskeren, og ingen andre kan derfor tolke på samme måte. Forskeren kan styrke påliteligheten ved å gi leseren en inngående beskrivelse av konteksten - gjerne i form av en casebeskrivelse - og en åpen og detaljert fremstilling av fremgangsmåten under hele forskningsprosessen
>
> Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016, s. 231-232).

I forskningen legges det vekt på å være åpen om alle beslutninger og avgjørelser som blir tatt, samt legge frem dokumentasjon av data, metoder som blir brukt og vise til det endelige resultatet av forskningen. Casebeskrivelsen (kapittel 4) er viktig, slik at leseren får en så god som mulig beskrivelse av konteksten.

3.6.2 Validitet

Validitet knyttes ofte til spørsmålet om de svarene vi finner i forskningen, faktisk er de svar på de spørsmålene vi forsøker å stille (Tjora 2012). "*Validitet i kvalitative undersøkelser dreier seg om i hvilken grad forskerens framgangsmåter og funn på en riktig måte reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten*" (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016, s. 232). Gjennom forforståelse og observasjon var jeg godt kjent med feltet, slik at jeg i

større grad kunne skille mellom relevant og ikke relevant informasjon. Forskningen ble gjennomført i kjente omgivelser for elevene.

Innsamling av data skjedde på skolen elevene gikk på, og i klasserom de var kjent med. Dette kan bidra til en større grad av validitet. Som metode valgte jeg både observasjon og intervju. Med utgangspunkt i flere metoder øker også graden av validitet. Ved metodetriangulering brukes disse to metodene for å belyse empirien fra flere sider. I mitt tilfelle, hadde observasjonene jeg gjorde meg i klasserommet og dataene fra intervjuene, betydning for det endelige resultatet.

3.6.3 Generaliserbarhet

Innen kvantitative forskningsmetoder kan man benytte en statistisk form for generalisering, der man ser på trekk fra utvalget kontra trekk fra hele populasjonen. Tjora (2012, s. 207-208) peker på noen viktige aspekt innen generaliserbarheten av kvalitativ forskning. Her vises til generaliserbarheten som en kvalitetsindikator for forskningen, og poengterer også faren ved å kun bruke begrepet overførbarhet. Forskning har til hensikt å kunne trekke slutninger utover de umiddelbare opplysningene som samles inn (Johannessen, Tufte og Christoffersen 2016).

I forskningen ble det observert, samt lyttet til elevens stemme og erfaringer knyttet til bruken av digitale spill som en problemløsningsarena. En av kvalitetsindikatoren for min del blir hvorvidt andre kan kjenne seg igjen i fenomenene som blir beskrevet, samt kjenne seg igjen i tolkningene som blir gjort. Et ønske for min forskning var å kunne belyse hvorvidt bruk av problemløsningsoppgaver i digital spill kunne bidra til at elever får teste sine mentale modeller, og hvorvidt elevene opplevde konseptuell endring i det tverrfaglig emne. Målet med forskningen var å danne en personlig kompetanseheving, samt kunne bidra til at andre kan se nytten av å bruke slike arbeidsmetoder som hjelpemiddel i undervisningen.

3.7 Analyse og tolkning av data

I design og metodedelen er det vist til hvordan de kvalitative dataene ble generert. I analysearbeidet startet fortolkningsprosessen av de transkriberte intervjuene, og feltdagbøkene hentet fra observasjonene i klasserommet. Intervjuene og feltdagbøkene ble kodet og kategorisert av meg etter endt undervisningsopplegg. Formålet var å danne oversikt.

> Kort sagt har den kvalitative analysen som mål å gjøre det mulig for en leser av forskningen å få økt kunnskap om saksområdet det forskes på, uten selv å måtte gå gjennom de data som er generert i løpet av prosjektet
>
> (Tjora 2012, s. 174)

Utgangspunktet for den kvalitative analysen var en *tolkende analyse* som rettet oppmerksomheten mot meningssammenhenger. Empirien som ble samlet inn gjennom intervjuer og observasjon viste ikke bare til fysiske handlinger og samhandling, men også et meningsinnhold som lå bak handlingene (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 235).

Tjora (2012) peker på at det kan være en barriere for mange å komme i gang med analysearbeidet etter å ha brukt mye tid på design og datagenerering. Nilssen (2012, s. 82) peker på at kodingen kan sees på som første steg i prosessen med å redusere en stor mengde datamateriale til noen få temaer, dimensjoner eller kategorier som fanger essensen i materialet. Etter å ha gjennomført empiriinnsamlingen ble lydopptakene fra intervjuene, transkribert til tekst på datamaskin. "*Transkripsjon fra lydopptak til tekst er forbundet med en rekke tekniske og fortolkningsmessige problemstillinger - spesielt angående ordrett talespråkstil versus skriftspråkstil*" (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 207). Transkriberingen av intervjuene ble oversatt fra dialekt til bokmål. Oversettelsen var noe utfordrende siden dialekten som elevene hadde, i noen tilfeller, ikke lot seg direkte overføre til bokmål. Her ble det i så stor grad som mulig forsøkt å gjengi meningsinnholdet i uttalelsene. Selv om det ikke finnes en universell form for transkripsjon ble det i denne oppgaven tatt utgangspunkt i Kvale og Brinkmann (2015, s. 208-210) bruk av transkripsjoner.

For å klassifisere og kategorisere datamaterialet i koder ble stikkord brukt for å tydeliggjøre innholdet. Stikkordene ble fargekodet for å kunne vise til sammenhenger i kodingen. Underveis i arbeidet begynte det å dannes et mønster. Mønsteret bidro til at jeg kunne se sammenhenger i de transkriberte intervjusitatene. Stikkordene og fargekodingen førte til at analyse og drøftingen av empirien fremsto mer oversiktlig.

Feltnotatene fra observasjonene ble skrevet underveis og etter undervisningen. Notatene ble skrevet digitalt på min personlige iPad, slik at det skulle være enklere å analysere innholdet når empiriinnsamlingen var over.

Etter å ha kodet og kategorisert datamaterialet endte jeg opp med kategorier som dannet grunnlag for analysen. Målet i analysen og tolkningen var å nå meningsinnholdet som lå bak handlingene. I denne masteroppgaven er det valgt å analysere og fortolke empirien i samme kapittel. Analysene og fortolkningene blir videre drøftet opp mot relevant teori.

3.8 Etiske refleksjoner

Innen kvalitative forskningsmetoder kommer man som regel nær på dem man skal forske på (Postholm 2010). Masteroppgaven belyser elevenes oppfatning av læringssituasjoner. I slike tilfeller er det særs viktig med etiske refleksjoner. Før innsamlingen av data ble gjennomført, ble rektoren ved skolen bli informert, og måtte gi sitt samtykke før forskningen kunne starte. I tillegg ble foreldre/foresatte informert, og måtte gi skriftlig samtykke til at data ble samlet inn gjennom observasjon og intervjuer. I informasjonsskrivet (vedlegg 2) ble det poengtert at deltakelsen var frivillig, og at foreldre/foresatte kunne trekke seg når som helst.

I forskningsarbeidet ble ikke informasjon som kunne spores tilbake til informantene publisert i noen grad. Det er lagt føringer for at skolen og miljøet elevene opptrådte i ikke er gjenkjennbar. Lagring og opplysninger knyttet til forskningen har blitt behandlet konfidensielt, der bare jeg som forsker og min veileder har hatt tilgang. Disse opplysningene blir slettet etter at arbeidet med masteroppgaven er ferdig. Dette studiet er meldt og godkjent av personvernombudet for forskning, NSD - Norsk senter for forskningsdata AS (vedlegg 3).

4.0 Rammene for innhenting av empiri - Casebeskrivelsen

Denne delen kan sees som en casebeskrivelse og ser på rammene for innhentingen av empirien. Det legges vekt på å være åpen om alle beslutninger og avgjørelser som ble tatt under innsamlingen av empiri til denne masteroppgaven. Det er derfor valgt å belyse rammene og selve casen i et eget kapittel. Casebeskrivelsen legger grunnlag for hvordan undervisningen fremsto. I kapittelet blir det vist til pedagogiske aspekter i forbindelse med planleggingen av undervisningen. Videre blir de eksterne verktøyene i undervisningen presentert.

Empiriinnsamlingen tok utgangspunkt i et tverrfaglig undervisningsopplegg på 7.trinn. Fagene som inngikk i undervisningsopplegget var norsk, samfunnsfag og naturfag. Trinnet besto av 55 elever fordelt på to klasserom. Så langt som det lot seg gjøre ble den samme undervisningen gitt i begge rommene.

Tidsrammen for undervisningsopplegget var satt til en skoleuke, men ble i løpet av prosessen utvidet med to dager for å komme i mål. I undervisningen deltok jeg som hovedlærer sammen med lærer-kollega Roar Kristiansen. Vi sto for planleggingen og gjennomføringen, men av hensyn til NSD[11] - Norsk senter for forskningsdatas retningslinjer, vurderte jeg elevarbeidet underveis og etterpå. Når undervisningsopplegget var gjennomført, fikk elevene vurdering ut fra vurderingsrubrikken (vedlegg 4). I læringsarbeidet hadde jeg det pedagogiske hovedansvaret og ledet undervisningsopplegget på begge rommene.

Undervisningsopplegget fikk navnet «*Byen, et sammensatt system*», der de overordnede kompetansemålene ble hentet fra norskfaget, samfunnsfag og naturfag. Totalt ble det valgt 12 kompetansemål som var aktuelle. Målene i samfunnsfag og norsk ble toneangivende i undervisningsopplegget, spesielt målene «*Forklare sammenhenger mellom naturressurser, næringer, bosetning og levevis*» og «*Gjøre rede for bruken av noen energikilder før og nå, og innhente informasjon og statistikk fra ulike kilder for å beskrive og diskutere mulige konsekvenser av energibruken for miljøet lokalt og globalt*» og «*Forstå og tolke opplysninger fra flere uttrykksformer i en sammensatt tekst*» (Udir [12], 2018).

I tillegg til de fagspesifikke kompetansemålene ble kompetanse i å *utforske og skape* (NOU 2015:8, 2015, s. 36) brukt som utgangspunkt for det elevene skulle lære og det de skulle bli

[11] http://www.nsd.uib.no/
[12] https://sokeresultat.udir.no/finn-lareplan.html#?r2=%C7%82%C7%82372e20c3a572737472696e6e&r2val=7.%20%C3%A5rstrinn

vurdert ut fra. I planleggingen utarbeidet jeg og min kollega en modulplan (vedlegg 5). En modulplan er et planleggingsverktøy som består av en sentral ide, hovedspørsmål, fagspesifikke kompetansemål og vurderingsoppgaver. I tillegg inneholder planen en oversikt over hvilke verktøy elevene skulle bruke, en oversikt over de sentrale konseptene, og en kalender som viser fremgangen i undervisningen.

Den sentrale ideen i undervisningsopplegget var «*En by er et sammensatt system*». Den sentrale ideen var en tanke som skulle beskrive det overordnede innholdet i undervisningen. Selv om ordlyden er lik, må ikke den sentrale ideen forveksles med elevenes bruk av kognitive ideer. Hovedspørsmålene som ble presentert for elevene, som en introduksjon til emnet, var:

- Hvilke faktorer påvirker hvordan en by fungerer?
- Hva trenger mennesker for å ha det bra, og hvordan møter vi disse behovene når mennesker lever i en storby?
- Hva skjer når en by vokser raskt?
- Hvilke ressurser kan benyttes for å bygge en næring i en by?
- Hvilke fordeler og ulemper er det ved å bruke forskjellige energiressurser for å drive en by?
- Hvordan er sammenhengen mellom jobber og forurensning?

Underveis i undervisningsopplegget fikk elevene presentert en liste som skulle belyse de konseptuelle modellene som de skulle arbeide med. Konseptlisten ble sett på som en oversikt over de konseptuelle modellene som ble presentert og inneholdt konseptene *bosetting/befolkning, næringer, ressurser, landskap, energi, økonomi og miljø.* De konseptuelle modellene eller listen, som elevene fikk utdelt, var utarbeidet av meg og min kollega og ble sett på som en introduksjon, samt en kort beskrivelse av de konseptuelle modellene elevene skulle lære.

Ut fra hovedspørsmålene, den sentrale ideen og konseptlisten skulle elevene jobbe individuelt. De eksterne verktøyene, i undervisningsopplegget, var et konseptkart i applikasjonen Inspiration Maps, en oppgavebok laget i BookCreator og det digitale spillet SimCityEDU. Elevene arbeidet digitalt i alle fasene av undervisningsopplegget. I arbeid med elevboken og konseptkartet jobbet de på iPad i klasserommet, i arbeid med det digitale spillet jobbet elevene på PC på et datarom i nærheten av klasserommet. Elevene fikk allerede første time innsyn i vurderingsrubrikken som de skulle bli vurdert ut fra (vedlegg 4).

4.1 Beskrivelse av de eksterne verktøyene i undervisningen

Masteroppgaven bygger på et konstruktivistisk læringssyn som har fokus på kognitive ferdigheter. Howland, Jonassen & Marra (2012, s. 16-17) viser at den mest produktive og meningsfulle bruken av teknologi i undervisning forekommer når elevene engasjerer seg i blant annet *kunnskapskonstruksjonen* og *refleksjonen* rundt læringsarbeidet. I undervisningsopplegget ble det lagt vekt på at elevene skulle konstruere kunnskap gjennom å skape, ved hjelp av digitale verktøy som eksterne verktøy. Videre følger en beskrivelse av de sentrale eksterne verktøyene som ble brukt i undervisningen.

4.1.1 SimCityEDU

Det digitale spillet var delt i fire deler som i elevarbeidet var oversatt til norsk. Delene var «*På vei til skolen*» (School Is In), «*Vi trenger jobber!*» (We Need Jobs!), «*Forurensningsproblemer*» (Pollution Problems) og «*Det er komplisert*» (It's Complicated). Delene representerte ulike problemområder som elevene skulle arbeide med. I det digitale spillet hadde hver del økonomiske rammer som elevene måtte jobbe ut fra. I den virtuelle konteksten tjente elevene riktignok penger som kunne disponeres, men denne inntjeningen tok lang tid.

Elevene var byplanleggere og skulle gjøre justeringer i bysamfunnet slik at innbyggerne i byen ble fornøyd. I hver del ble elevene virtuelt plassert i fugleperspektiv over en allerede etablert by som de skulle simulere. Ut fra hvilken del de jobbet med, hadde de som byplanleggere verktøy som ulike indikatorer og parametere som viste i hvilken grad problemene ble løst slik de skulle.

Før elevene gikk til datarommet ble oppstarten av spillet modellert i klasserommet av lærer på PC og SMART board. Modelleringen skulle hjelpe elevene til å forstå strukturen og gjøre dem trygg på verktøyene de skulle bruke. Bakgrunnen for valget var at elevene kunne bruke tid på å teste egne hypoteser knyttet til spillmekanikken og lage egne mønstre om de ikke kjente rammene. Slike utprøvinger kan ifølge Gee (2007) gå på bekostning av det faglige utbyttet.

Den første delen av det digitale spillet, «*På vei til skolen*», var en introduksjon til spillet, og handlet om problematikken rundt kollektivtransport i en storby. Elevene skulle plassere busstopp på hensiktsmessige steder, slik at skoleelever kom seg til skolen i byen. Problemet, i spillet, var at elevene i byen ikke kom seg til skolen på grunn av for store avstander. Denne

delen bygget på elevenes evne til systemtenkning innenfor byens grenser og systemelementene som byen inneholdt.

Del to, «*Vi trenger jobber!*», inneholdt en noe mer avansert problemstilling, der elevene skulle skape flere arbeidsplasser. Byen slet med stor grad av arbeidsledighet, og elevene måtte skape nye næringer slik at arbeidsledigheten gikk ned. I spillet fikk de valg om hvilke type næringer (tjenestenæringer eller industrinæringer) de skulle etablere, og plasseringen av næringene på bykartet. Denne delen bygget på elevenes evne til kritisk tenkning og deres evne til å vurder ressurser i systemet. Løsningen på problemene var å skape en sunn økonomi og en positiv befolkningsvekst.

Del tre, «*Forurensningsproblemer*», omhandlet forurensningsproblematikken i byen. Byen som elevene arbeidet med hadde for stor grad av forurensning fra kullkraftverk og industrinæring. Elevene skulle finne alternative løsninger. Kraftproduksjonen i byen kunne ikke bli påvirket, samtidig som arbeidsledigheten skulle holdes lav. Delen bygget på elevenes evne til å se årsak-effekt-virkninger av valgene som ble gjort. Elevene kunne i denne delen teste og oppdage hvordan deres valg påvirket miljøet og landskapet i byen.

Del fire, «*Det er komplisert*», som var siste del av spillet, var en mer åpen del, der elevene i større grad kunne være kreative. Her måtte de skape nye næringer og arbeidsplasser uten å påvirke luftforurensningen i negativ grad. De kunne i tillegg lage nye boligområder og veinett, slik at innbyggerne kom seg mellom boligområdene og arbeidsplassene. Denne delen bygget på elevenes evne til systemmodellering, siden byen inneholdt mange variabler som elevene kunne påvirke og justere.

Elevene gjennomføre en del av spillet pr. dag. Når de var ferdig med den delen de skulle jobbe med, gikk de tilbake til klasserommet for å starte på arbeidet med konseptkartet.

4.1.2 Konseptkart

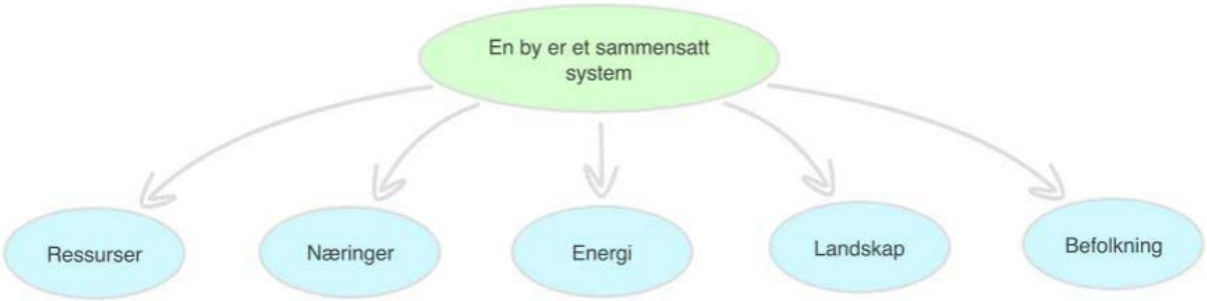
I arbeid med konseptkartet skulle elevene skape eksterne modeller for å vise sine konseptuelle forståelse. Applikasjonen Inspiration Maps[13] utgitt av Inspiration Software, Inc. ble brukt for å lage konseptkart. Applikasjonen har flere maler for tankekart som enkelt kan brukes. I undervisningsopplegget fikk elevene i oppgave å lage et konseptkart. De skulle startet med

[13] https://itunes.apple.com/no/app/inspiration-maps-vpp/id510173686?l=no&mt=8

blank bakgrunn der de ved hjelp av tekstbobler eller tekstbokser, krysslenker og lenkeord selv måtte bygge konseptkartet ut fra en enkel mal laget av lærer (figur 8).

Med utgangspunkt i malen skulle de bygge konseptkartene sine med egne bakgrunnskunnskaper, den sentrale ideen som undervisningsopplegget bygget på og konseptlisten de fikk etter tre dager. Inspiration Maps har i tillegg til tekstbobler en mulighet hvor elever kan knytte grafiske figurer til konseptene sine i konseptkartet. De grafiske figurene kunne være visuell støtte til hvert av konseptene.

I applikasjonen kunne elevene endre farge på tekstboblene som representerer konsepter. Slik kunne de skille nivåene ut fra egenvalgte fargekoder. Elevene hadde i et tidligere emner arbeidet med konseptkart og var kjent med bruken av verktøyet. De hadde også tilgang til konseptkart som de hadde lagret i deres egen digitale portefølje. Malen, som elevene fikk utdelt, inneholdt utgangspunktet for arbeidet der den sentrale ideen hierarkisk var plassert på topp, og konseptene *ressurser*, *næringer*, *energi*, *landskap* og *befolkning* var plassert under.



Figur 8: Mal for konseptkart

Elevene lime inn skjermdumper av konseptkartene i en digital elevbok. Boken var laget i applikasjonen BookCreator[14]. Slik fikk både jeg som lærer og elevene en oversikt over utviklingen og den utvidede forståelsen elevene viste i konseptkartene.

[14] https://bookcreator.com/

5.0 Analyse og drøfting

Kapittelet tar utgangspunkt i den fortolkede empirien hvor den blir drøftet og analysert. Siden undervisningsopplegget, som en case, danner empirigrunnlaget, er det valgt å se på analysen og drøftingen samlet. Formålet er å skape en helhetlig presentasjon av empirien i lys av det teoretiske utgangspunktet.

Observasjonsnotatene og sitater fra de kvalitative forskningsintervjuene er markert med innrykk og enkel linjeavstand. Empirien fra de kvalitative intervjuene er oversatt fra dialekt til bokmål for å anonymisere informantene. For å skille informantene er det valgt å bruke forkortelsene E1, E2, E3 osv. for å representere de ulike elevene. Forkortelsene er ikke ment å knyttes til hverandre på tvers av intervjuene.

I analyse og drøftingsdelen henger problemstillingen: «*Hvordan kan elever på mellomtrinnet bruke digitale spill til problemløsning?*» som et overordnet spørsmål med forskningsspørsmålene: «*Hvilke problemløsningsoppgaver møter elevene gjennom bruk av digitale spill?*» og «*Hvordan bidrar digitale spill til konseptuell forståelse av et tverrfaglig emne i norsk og samfunnsfag på mellomtrinnet?*» som bakteppe.

5.1 Bruk av digitale spill i et undervisningsopplegg

Denne delen vurderer fordeler og muligheter ved bruk av digitale spill i læringsarbeid. Det blir samtidig sett på noen utfordringer som bruk av digitale spill kan medføre i undervisning. Utgangspunktet for empiriinnsamlingen var bruken av en åpen-verden simulering som spillet SimCityEDU er definert som. I teoridelen er det vist til ulike typer av spill. Siden undervisningsopplegget skulle belyse elevenes problemløsningsprosess ble et simulerende spill valgt. Mayer (2014) peker på at simuleringer kan føre til konseptuell kunnskap, noe som blir analysert og drøftet i kapittel. 5.3. Hovedfokuset i dette kapittelet er å se på hvilke pedagogiske aspekter bruk av et simulerende digitalt spill kan føre til. Disse aspektene la grunnlaget for elevenes arbeid med problemløsningsoppgaver.

Det er valgt å definere bruk av digitale spill som et faglig semiotisk domene. På samme måte som å velge fotball i gymmen, var jeg, som lærer og forsker, klar over at elevene i større eller mindre grad var kjent med, eller hadde spesifikke ferdigheter og bakgrunnskunnskaper innenfor dette faglige domenet.

5.1.1 Læring i en virtuell kontekst

I undervisningen arbeidet elevene med problemer i flere læringskontekster. Gjennom arbeidet med konseptkartene jobbet de på klasserommet og var plassert slik de vanligvis var plassert. I denne delen er det hovedsakelig valgt å se på den virtuelle konteksten elevene opererte i når de spilte det digitale spillet. Elevene jobbet individuelt i alle fasene av læringsarbeidet. Alle hadde hver sin datamaskin og hvert sitt headset. Etter de nødvendige instruksjonene på datarommet, ble det observert at elevgruppen falt raskt til ro med arbeidet. Det ble også observert at alle elevene fikk konsentrere seg om sitt. Ut fra de kvalitative gruppeintervjuene nevnte flere elever konteksten som betydningsfull.

> E4: Man blir liksom plassert inn i problemet.
> Forsker: Si litt mer om det.
> E4: Man blir liksom, i et spill, så blir man jo liksom plassert inn i selve problemet der man ser liksom hele byen.
> E1: Man får litt følelsen av det.
> E4: Ja, også ser man, hører lyder fra byen slik som det er, man ser et hus brenner, man ser at det er brannvesen som driver og slukker brannen og man ser alt annet som skal være i en by. Folk som handler på butikker, folk som går i gatene, folk som går i parkene.
> Forsker: Så du føler nesten at du er i situasjonen?
> E4: Ja

I sitatet over nevner elevene at de opplevde å bli plassert i problemsituasjonen de skulle arbeide med. Elevene nevner også at de drar nytte av både det visuelle og det auditive sanseregisteret når de arbeidet med problemene i spillet. En av elevene nevner å høre lyder fra en by og se ting som at folk handler i butikker, folk som går i gatene og folk som går i parker. Eleven nevner også å se alt annet som skal være i en by.

Ut fra sitatet kan det virke som at arbeidet med byen fremsto som arbeid i en tilnærmet autentisk læringssituasjon. Det kan se ut som eleven knyttet sine bakgrunnskunnskaper om hvordan en by fremstår med erfaringer som ble gjort i gjennomføringen. Hattie & Yates (2014[1]) mener elever først forstår meningen eller betydningen av nye opplevelser når det kan knyttes opp mot hva som er lagret i langtidsminnet og hva de har erfart tidligere. Dette innebærer at innlæring av nye begreper og hendelser, i en sosial eller kulturell sammenheng (Jonassen, 2011), kan ha en situert mening for hver enkelt. Selv om situasjonsavhengigheten var virtuell og erfaringene skjedde indirekte gjennom handlinger, kan læringsarbeidet sees som læring i en virtuell kontekst. Elevene, som deltok i undersøkelsen, var legitim perifere deltakere i det virtuelle handlingsrommet som de opererte i. Elevene kunne ikke diskutere praksisfellesskapet i selve undervisningen siden de arbeidet individuelt. Likevel virket det

som de hadde fokus på aktiviteter, identiteter, artefakter og oppfattelsen av praksisen de utførte. Det ble blant annet observert at elevene diskuterte handlingene i spillet før og etter at undervisningen pågikk. Det er derfor valgt å definere at arbeidet hadde grader av et praksisfelleskap.

Med utgangspunkt i figur 6, kan elever velge relevant informasjon fra sanseregisteret sitt. I intervjusitatet ble både hørsel og visuelle sanseinntrykk nevnt. I arbeidsminnet til elevene organiseres kunnskapen eller inntrykkene på det mentale plan. Slik kan elevene skape interne modeller, eller kognitive representasjoner, som sammenlignes med erfart kunnskap som allerede ligger lagret i langtidsminnet. Det kan virke som situasjonsavhengigheten, som elevene opplevde, var påvirket av hva de hadde erfart tidligere. Noen av elevene virket å ha bedre forutsetninger for å kunne kjenne igjen deler i bysamfunnet som de skulle simulere, ut fra hva de tidligere hadde erfart.

Det empiriske utvalget peker på at digitale spill kan føre til en mulighet for å situerte meningen med læringsinnholdet på en annen måte enn andre, mer tradisjonelle undervisningsmetoder. Læringen gir ikke bare definisjoner på begreper eller hendelser, men viser også gjennom dynamiske handlingsmønstre hva som skjer, og hvordan spilleren aktivt kan påvirke handlingsmønstrene. I intervjusitatene under vurderte en av elevene fordeler som læring i en virtuell kontekst gav.

> E1: Når man spiller spill så kan man jo, da kan man jo leve seg inn i det, å se at man er en egen figur i spillet i stedet for når man har om et emne og leser i bøker så er det veldig sånn: Det og det skjedde og så skal man finne ut om det, mens her kan man liksom leve seg inn i det og se hvordan er det å være de personene som var på den tiden eller i den situasjonen.
> Forsker: Kommer du i en situasjon? Er det enklere å jobbe med problemer når du får lov til å være i situasjonen der problemet skal løses?
> E1: Nei, det er ikke enklere. Men det som er bra med det, da får man selv tenkt over hva man trenger å gjøre.
> Forsker: Mhm.
> E1: Og hvordan man skal gjøre det slik at alle blir fornøyde.

Elevene i intervjuet peker på muligheten til å leve seg inn i en situasjon. Uttalelsen tolkes til å være i kontrast til mer tradisjonelle undervisningsformer, der innlæringen ikke i så stor grad er situasjonsavhengig. Det er interessant å se at eleven ikke opplevde problemene i den virtuelle konteksten som enklere. Ifølge Jonassen (2011) er mindre strukturerte problemtyper ofte mer komplekse og krever derfor andre kompetanser enn mer strukturerte problemer. Med utgangspunkt i Jonassens (2011) teorier kan det virke som elevens oppfattelse av de

tradisjonelle arbeidsformene, som inneholdt mer strukturerte problemer, var annerledes enn de mindre strukturerte problemtyper som eleven møtte i det digitale spillet. Teoriene er også i tråd med McFarlane (2015) syn på læringsarbeid i digitale spill. Eleven nevner også en mulighet til å tenke over hva som må gjøres for at alle skal bli fornøyde. Læringskonteksten, som inneholdt virtuelle innbyggere, virket derfor å være et parameter for i hvilken grad arbeidet var bra eller ikke.

Ut fra observasjoner og elevsitatene over, kan det virke som situasjonsavhengigheten hadde en betydning for hvordan elevene arbeidet. Det kan virke som bakgrunnskunnskapene, om i hvilken grad elevene kunne relatere seg til situasjonsavhengigheten, hadde betydning for hvordan de opplevde å være en del av situasjonen. Virkelighetsnære virtuelle kontekster kan, slik det blir tolket, føre til mer komplekse problemløsningssituasjoner, der elever kan arbeide med mindre strukturerte problemtyper. Elevene i sitantene pekte blant annet på en opplevelse av å se hvordan det er å være de personene som var på den tiden, eller i den situasjonen.

5.1.2 Å eksperimentere med identiteter

Siden elevene i de foregående intervjusitatene nevnte situasjonsavhengighet og kjennelsen av hvordan det er å være de personene som opptrer i spillet, er det valgt å se nærmere på deres oppfattelse av å eksperimentere med andre identiteter. Elevsitatene under viser til betydningen av å kjenne seg igjen i handlinger de måtte utføre.

> E1: Det at når man spiller spillet så får man sett, bare slik, hvordan er det å være med i spillet og at man lever seg inn som en egen figur og da får man sett hvordan får jeg det bra og hvordan får de jeg skal hjelpe det bra, uten at andre får problemer. Ikke bare slik kunne det skjedd, men at man også får vite hvordan de hadde det og hvordan valg de måtte ta, de som gjorde det.
> Forsker: Ja, bra.
> E2: Ja, det er jo også slik at det finnes ikke så mange spill som er for læring nå, men det går jo an at etter hvert så blir det flere.
>
> Forsker: De problemene dere skulle løse i spillet, kunne det vært samme typer av problemer som en ordfører har?
> E1: Ikke nødvendigvis en ordfører, men i hvert fall en som har mye betydning. En som kan være med å bestemme hva som skal bygges i byen og hva som.. Hvordan man skal utvikle byen.

Det kan virke som elevene hadde en opplevelse av å eksperimentere med identiteten til en person som hadde stor betydning for byen. Gee (2007) viser at elever ikke kan lære tilstrekkelig innen et spesifikt semiotisk domene uten å legge ned tid, innsats og aktivt engasjement. For å kunne gjøre dette må eleven ha en identitet innen det semiotiske domenet

eleven opptrer i. Når en fotballspiller trener på innsidepasninger, i det semiotiske domene som fotball kan være, innehar han eller hun en identitet som fotballspiller. Noe annet hadde vært unaturlig. På samme måte hadde elevene i undersøkelsen identitet som elever på skolen, og i noen grad identitet som en betydningsfull person som styrte byen i spillet.

Med utgangspunkt i elevsitatene over kan det virke som elevene hadde følelsen av å opptre i det faglige semiotiske domenet som spillet var. Det virket som at flertallet av elevene brukte god tid i læringsarbeidet, la ned en innsats for å gjennomføre delene, og hadde et aktivt engasjement når de jobbet.

Læringsarbeid trenger ikke å ha en virtuell kontekst for at elever kan oppleve å eksperimentere med identiteter. Eksempler på dette kan være bruk av rollespill i eller utenfor klasserommet. Gee (2007) peker likevel på at digitale spill kan gi elever virtuelle identiteter, som kan plassere dem i virkelighetsnære læringssituasjoner. Arbeid med virkelighetsnære læringssituasjoner kan være utfordrende ut fra rammene som ligger i mange av dagens klasserom.

Elevene nevner et ønske om å gjøre menneskene i byen glade og fornøyde. Med utgangspunkt i elevens mening, virker det som eleven kunne føle et eierforhold til arbeidet i spillet. Hvis elevene opplevde eierforhold til arbeidet kunne det medføre en verdiskapning. Det blir blant annet nevnt et ønske om at personen de identifiserer seg med skal mestre, og at menneskene i byen skal ha det bra. Disse verdiene virket å ha betydning for hvilke fremgangsmåter elevene brukte.

Følelsen av å inneha en virtuell identitet avhenger av hvor godt spillet er designet for formålet. Noen spill bygger tydelig på personkarakteristikk og bygger spillet rundt å bli kjent med hovedpersonen (McFarlane, 2015). I SimCityEDU ble det ikke gitt spesielt mye informasjon om, eller tid til å bli kjent med identiteten til den betydningsfulle personen. I andre typer spill, hvor spilleren får velge sin egen figur, eller skal ta valg som får konsekvenser for figuren, er nok slike aspekter mer fremtredende.

Det er vært å nevne at alle elever som møter på skolen innehar en eller flere identiteter. Identiteten avhenger av hvordan eleven ser seg selv, sammenlignet med andre. Når elever eksperimenterer med virtuelle identiteter mener Gee (2007) at læreren kan hjelpe eleven med å danne en bro mellom sin egen identitet, og identiteten til karakteren i spillet. Slik kan elevers eksperimentering med identiteter brukes for å oppnå læring i faglige semiotiske

domener. I tilfeller hvor avstanden er for stor, og eleven ikke kjenner seg igjen i den virtuelle identiteten, kan arbeidet i spillet virke mindre meningsfull.

Det ble ikke observert noen elever som hadde problemer med å kjenne seg igjen i arbeidet med bysystemet. I undervisningen ble det ikke lagt nevneverdig fokus på å danne, eller forsterke broen mellom identiteten elevene hadde fra før, og den virtuelle identiteten i det digitale spillet.

Flere av elevene viste stort engasjement i gjennomføringen. Det ble observert at noen av elevene hadde spontane uttalelser mens de arbeidet. Under følger notater fra observasjon.

> Elevene tar seg overraskende god tid til å utforske byen selv om oppdraget tar kort tid å gjennomføre. Spørsmål fra en elev: «*Blir det ikke jobber av de som bygger husene*?». En av de andre elevene sier høyt ut i rommet: «*Jeg er verdens beste ordfører!! Innbyggerne elsker meg!*»

I observasjonssituasjonen ble det observert at eleven som utalte «*Jeg er verdens beste ordfører! …*» virket oppriktig glad over å ha gjennomført en handling i spillet. Eleven viste til opplevelsen av å ha mestret noe, samtidig som eleven opplevde at innbyggerne i den virtuelle byen verdsatte det som hadde blitt gjort. Eleven virket å oppleve arbeidet som sitt eget, og viste at arbeidsformen hadde betydning for eleven og var meningsfull.

Det kan virke som situasjonsavhengigheten og muligheten til å eksperimentere med identiteter, spilte en rolle for elevene i læringsarbeidet. Ut fra det empiriske materialet kan det se ut som digitale spill kan være en læringsarena hvor spilleren kan ta risikoer, prøve og feile, uten for store konsekvenser for deres personlige identitet.

5.1.3 Motivasjon i læringsarbeid med digitale spill

I arbeidet med teoriforankringen til denne masteroppgaven ble ofte elevens motivasjon referert til, som et av de vanligste argumentene for å velge digitale spill i undervisning. Siden masteroppgaven i hovedsak belyser elevenes arbeid med problemløsningsoppgaver og elevenes konseptuelle forståelse, var ikke planen å vurdere motivasjonen i læringsarbeidet. Etter å ha observert læringsarbeidet og intervjuet elevene i etterkant, virker det likevel som en faktor som i noen grad påvirket elevenes arbeid. Det er valgt å se på utdrag fra to intervjuer for å belyse grader motivasjon i læringsarbeidet.

> E3: Når man spiller så blir man mer motivert til å fortsette siden det er gøy. Jeg ble så motivert at jeg gjorde ferdig emnet når jeg egentlig hadde fri, og i tillegg så gjorde jeg ekstra fordi jeg hadde kjøpt det spillet.

Eleven nevner at motivasjonen kom fra det å ha det gøy mens man lærer. Eleven som ble intervjuet ble betraktet som en elev som var godt kjent med digitale spill etter å ha brukt tid på det hjemme. Med utgangspunkt i intervjusitatet kan det virke som forbindelsen mellom spill som fritidsaktivitet og spill som læringsaktivitet, ikke var så stor. Med andre ord hadde spillet som eget semiotisk domene og spillet brukt i undervisning, som faglig semiotisk domene, flere likhetstrekk. Eleven nevner å bruke tid på spillet hjemme når eleven egentlig hadde fri. Med utgangspunkt i elevsitatet kan det virke som det ligge et potensiale i bruken av digitale spill som læringsaktivitet, siden spill virker å ha motivasjonsfaktorer som har betydning for flere elever.

I følge Skaug, Staaby & Husøy, m.fl. (2017, s. 18) bygges den mer tradisjonelle oppfattelsen av at digitale spill fører til motiverte og lærelystene elever på tre antakelser: *Spill er gøy, læring er (ofte) kjedelig, derfor er læring med spill gøy*. Det kan virke som digitale spill inneholder flere faktorer som til sammen skaper motivasjon. Digitale spill, slik de fleste kjenner dem, er skapt for det kommersielle markedet. Her er motivasjonen for å spille et av hovedargumentene for å få solgt produktet.

Motivasjon er ifølge Mayer (2014) og Gee (2007) personlig, direkte, aktiverende og energigivende. Det kan tyde på at digitale spill, i mer eller mindre grad, inneholder slike motivasjonsprinsipper. Den store andelen av barn og unge som oppgir å bruke tid på digitale spill hjemme (Medietilsynet, 2016) tyder på at det kan være slike prinsipper som bidrar til aktiviteten.

Elever kan ikke tilegne seg dypere forståelse ved å bli fortalt ting utenfor konteksten av deres personlige handlinger (Gee, 2007). De må likevel motiveres til å utføre mye øving og gjennomføre handlinger om de skal mestre læringsarbeid i skolen. Om innlæringen oppleves kjedelig kan elever uttrykke motstand for å lære nye ting. I undervisning, som inneholder bruk av digitale spill, kan det virke som utfordringen ligger i å knytte motivasjonsfaktorene som spill innehar, sammen med relevante kompetansefelt og læreplanstyrte mål, slik at elevene har et hensiktsmessig og godt faglig utbytte av å bruke slike arbeidsmetoder.

Det er videre valgt å se på en lengre argumentasjonsrekke hentet fra et av gruppeintervjuene. Elevene drøftet hvorvidt problemene og oppgavene de møtte, i det digitale spillet, var annerledes enn problemene og oppgaver de møtte i andre undervisningsformer. Det kan virke

som nye læringskontekster, og muligheten for å prøve på egen hånd hadde en betydning for hvorfor elevene opplevde motivasjonen.

> E2: Man får liksom lov til, man kan liksom, når man har slike skolespill, man lærer jo mens man spiller og det som er med spill er jo at man liksom på en måte gjør, ofte med byggespill, at man får lov til å bruke fantasien og bygge hva man vill. I andre spill så blir man på en måte mer motivert til å tenke slik: Nei, visst jeg ikke har klart denne banen så må jeg liksom, da må jeg heller starte på nytt og få det til. Akkurat som i SimCityEDU så kunne man få bronse, sølv og gull, og da tenkte jeg sånn: Hver gang jeg spilte og ikke fikk sølv, eller hver gang jeg spilte og ikke fikk gull, da tenkte jeg, jeg starter heller på nytt og gjør det bedre. At man liksom, kan liksom lære av feilene sine, Sånn hvis man fikk bronse i sted så vet man som oftest, for de viser jo hva man ikke har gjort som man burde gjøre for å få gull. Så man lærer liksom av feilene sine og.

I undervisningsopplegget ble det innebygde belønningssystemet observert å ha en overraskende stor betydning. Ut fra hvor godt elevene løste problemene, kunne de oppnå bronsemedalje, sølvmedalje eller gullmedalje. Alle delene hadde ulike, konkrete kriterier for hva som førte til medaljene. Gjennomføringen av delene ble, av noen elever, sett på som en konkurranse. Noen av elevene gav uttrykk for et konkurranseinstinkt for å oppnå den høyeste medaljen. Slik kan det virke som elevene i intervjuet over viste en prestasjonsmotivasjon eller en trang til å utføre noe som er bra, i forhold til en kvalitetsstandard. Kvalitetsstandarden i dette tilfellet var kriteriene for å oppnå medaljene. Elevene sammenlignet tilbakemeldingene de fikk i spillet med andre tilbakemeldinger, som for eksempel tilbakemeldinger etter en prøve.

> E2: Ja, for når man gjør prøven så er det annerledes, fordi da har man jo, man kan jo lær av feilene sine men man får jo ikke dra tilbake slik at man kan gjøre den prøven bedre. Mens på spillet så kan man liksom ha en prøve på et spill og da kan man på en måte lære av feilene sine og dra tilbake og gjøre det, slik at man husker bedre etter at man har liksom, visst man ser at man har gjort det feil på forrige prøve så er det ikke alltid man husker det slik at man gjør det riktig på neste prøve. Men visst man drar tilbake rett etter å har sett hva feilene er, så er det kanskje lettere huske det også.
> Forsker: Mmh, opplever dere andre det samme?
> E3: Ja.
> E1: Jeg synes det er gøyere å spille, også fordi at jeg synes det er gøy å spille og da motiverer det meg, om jeg får en dårligere poengsum, om jeg ikke får høyeste poengsum så kan jeg gå tilbake og gjøre det på nytt. Jeg synes det blir lettere.
> Forsker: Mmh, ja.
> E3: Å spille det er vel, det er det barn gjør på fritiden, så jeg tenker det er det som motiverer de til å fortsette.

Som vist i intervjusitatet opplevde elevene at muligheten til å prøve og feile var en egen motivasjonsfaktor. Slik intervjusitatet blir tolket, førte valgmulighetene, og muligheten til å

eksperimentere med løsningsforslag til at eleven fikk velge egne strategier som kunne passe deres måte å lære, tenke og handle. Læringen virket å bli personlig og aktiverende.

I undervisningen ble det observert at elevene i stor grad gjentok deler av spillet for å oppnå en bedre medalje. I gjennomføringen ble dette sett som positivt, derfor ble det også satt av tid slik at elevene kunne gjennomføre delene flere ganger. Under følger en del av et observasjonsnotat.

> Del fire av spillet er vanskelig men elevene jobber konsentrert og godt. Motivasjonen virker å være rettet mot medaljene. Dette virker å være en stor motivasjonsfaktor. Tydelige mål og kriterier kan kanskje snevre læringsutbyttet med kreative åpne oppgaver?

I og med at elevene ønsket å gjennomføre delene av spillet på nytt, fikk de i større grad testet elementene som påvirket hvordan bysystemet fungerte. Det kunne virke som repetisjonene føre til en dypere forståelse for hvordan elementene påvirket hverandre. Elevene fikk eksperimentere med ulike løsningsforslag før de oppnådde en medalje de var fornøyd med. Repetisjonene medførte at de fikk prøve og feile. Om det de hadde gjort første gangen ikke førte til et godt nok resultat, startet de på nytt.

Som vist i observasjonsnotatet, kan det virke som de tydelige kriteriene i noen grad kunne gå ut over elevenes kompetanse i å være kreativ i problemløsningsarbeidet. Om formålet med undervisningen hadde vært å tilegne elevene kreative ferdigheter, kan det virke som om måloppnåelsen var for tydelig. Når målene og kriteriene var konkrete, ble det observert at elevene ikke alltid søkte etter alternative løsningsforslag, men heller jobbet målrettet for å innfri de gitte målene.

Ut fra empirien kan bruk av digitale spill i undervisningen føre til økt motivasjon for læring. Mange digitale spill bygger på tydelige motivasjonsprinsipper som igjen kan føre til økt grad av kognitive prosesser. Kognitive prosesser kan gi grunnlag for dybdelæring. Flere av elevene opplevde å ha det gøy mens de lærte nye ting. Mange av elevene opplevde å bli møtt på «hjemmebane», siden de investerte tid i digitale spill på fritiden. For noen av elevene ble det skapt en bro mellom fritidsaktiviteter og skolerelatert innhold. Slik kan det virke som elevene i større grad opplevde læringsaktivitetene meningsfulle. Utfordringen, i læringsarbeid, kan være å finne hensiktsmessige digitale spill som bygger på motivasjonsfaktorer, samtidig som de dekker fagspesifikke eller relevante kompetanseområder som elevene skal lære.

5.1.4 Tilpasninger, veiledning og muligheten for å lykkes i digitale spill

Ved hjelp av visuell og auditiv støtte fikk elevene lært de fundamentale verktøyene som skulle til for å gjennomføre de fire delene. Det kan virke som tilpasningene, de raske tilbakemeldingene og muligheten for å gjøre egne valg, bidro til at flere av elevene hadde et positivt inntrykk.

> Forsker: Hva gjør egentlig spill til en bra læringsaktivitet?
> E3: Det er vel det at alle liker jo å spille, så da synes de fleste at det blir mye gøyere å spille et spill i stedet for å gjøre mange kjedelige oppgaver.
> E2: Ja..
> E1: Jeg følger kanskje, liksom, to ganger så godt med om vi har et spill. Jeg pleier å følge med og få med meg hva vi skal, men jeg fokuserer enda mer med hvis vi skal ha spill siden da vil jeg liksom spille ferdig det her spillet, så da tenker jeg litt over hvordan oppgavene var.

En av faktorene virket å være muligheten elevene fikk til å lykkes gjennom fortløpende tilpasninger og tilbakemeldinger. I sitatet over nevner en av elevene økt oppmerksomhet i slike arbeidssituasjoner. Becker (2017) peker på at de fleste digitale spill bygges i en orden hvor spilleren møter enklere, mer overkommelige problemer og utfordringer tidlig. Formålet er å lære spilleren strukturen i spillet, samt tilegne spilleren kunnskaper, hypoteser og strategier som er nødvendig å kunne for å løse mer komplekse problemer og oppgaver senere. Spillet bygget på denne progressive strukturen som raskt skaffet elevene de nødvendige kunnskapene og ferdighetene for å mestre de vanskeligere delene. Elevene møtte innebygde multimodale ressurser som bidro til at de raskt kunne oppleve mestring. Det ble observert at elevene i større eller mindre grad benyttet seg av disse ressursene i gjennomføringen. I læringsarbeidet kunne det også virke som noen av elevene brukte lengre tid enn andre på å tilegne seg kunnskapen om strukturen som spillet bygget på.

Siden undervisningsopplegget skulle belyse elevenes konseptuelle forståelse, fikk de ikke mye konkret hjelp i gjennomføringen. Skaug, Staaby & Husøy, m.fl. (2017) peker blant annet på at lærerens rolle ikke blir mindre viktig når spill brukes i undervisning. Læreren kan i større grad flytte fokuset fra å være en lærende kunnskapsformidler til å bli en støttende veileder. Veiledningen forutsetter at læreren behersker de spill-tekniske aspektene, samt kan kontekstualisere elementene i spillet opp mot et relevant læring. I undervisningen var jeg, som lærer og forsker, bevist på hvor mye veiledning og støtte elevene fikk. For mye veiledning kunne medføre at kunnskapen som elevene tilegnet seg kom fra meg, og ikke fra arbeidet med problemløsningsoppgavene.

I en hektisk skolehverdag kan det være utfordrende å veilede, samt tilpasse undervisningen slik at hver enkel elev har et best mulig utgangspunkt for læring. Det kan virke som gode digitale spill kan danne adaptive læringsarenaer (Alseth, 2016), der oppgavene og vanskegraden kan styres ut fra elevenes valg. Det må presiseres at disse forutsetningene ikke gjelder alle spill. Adaptiv læring er en undervisningsmetode som, ved bruk av digitale verktøy, tilpasser vanskegraden og oppgaver ut fra den enkeltes nivå. I undervisningen tilpasset spillet seg i noen grad elevens valg i problemløsningsarbeidet. I tilfeller der elevene ikke mestret, fikk de ekstra informasjon og veiledning i form av pekepinner og tekstbokser som beskrev problemsituasjonen og løsningsforslagene ytterligere.

I det digitale spillet ble elevenes arbeid vurdert gjennom et ferdiggenerert poengsystem som var knyttet til elevenes brukere. Her kunne læreren logge seg inne med en egen lærerbruker og ha oversikt over elevenes progresjon. Det ble i mindre grad tatt hensyn til poengsystemet siden undervisningsopplegget inneholdt andre aspekter som også skulle vurderes. Det er verdt å nevne at vurderingen av selve spillingen ikke trenger å si noe om elevens mestring av emnet, eller de fagspesifikke målene og kompetansene.

I undervisningen var det interaksjonen mellom verktøyene (det digitale spillet og konseptkartet) som var sentral for hvordan elevene skulle vurderes. Elevene hadde som nevnt fått innsyn i vurderingsrubrikken (vedlegg 4), som de skulle bli vurdert ut fra. Siden vurderingsrubrikken i større grad tok hensyn til interaksjonen mellom verktøyene, var denne toneangivende for hvordan elevene ble vurdert. Vurderingsrubrikken skulle konkretisere graden av måloppnåelse, slik at elevene hadde en oppfattelse av hva som var forventet og hvordan de ble vurdert.

Vurderingen av elevenes kunnskap og kompetanse inneholdt vurdering av nye formater. Elevene fikk bronse, sølv eller gullmedaljer etter hver gjennomføring. En slik vurderingsform, sammen med vurderingsrubrikken, sees som en konstruert respons og en multimodal vurderingsform. Medaljene baserte seg på interaksjonen med de mer eller mindre komplekse simuleringene, og de dynamiske elementene de møtte i problemløsningsoppgavene. Selv om måloppnåelsen for å oppnå medaljer var konkret, skapte vurderingsformen rom for at elevene kunne løse problemene på ulike måter.

5.1.5 Utfordringer og kognitiv belastning

Majoriteten av elevgruppen gav positive tilbakemeldinger underveis og følte de kunne relatere innholdet til læringsmålene i undervisningsopplegget. Noen av elevene pekte på utfordringer.

> E3: Jeg synes det er morsommere å jobbe med spill enn å bare sitte å lese i boka
> Forsker: Hvorfor det?
> E3: Nei.. Når man sitter og leser i boka, så leser man jo bare, mens når man har spill så kan man, ja.. Man spiller og..
> E1: Man får liksom gjort noe med.. man får gjort noe med hendene. Man sitter liksom ikke bare å skriver oppgaver. Du ser omgivelsene, du ser hva du må gjøre, også har du for eksempel et tidsbegrep.
> E4: Jeg føler at jeg lærer bedre når jeg sitter og skriver og leser i bøker.
> Forsker: Mmh, ja, fortell litt mer om det.
> E4: Ja, liksom, det blir så.. Jeg synes det blir så mye enklere. Man lærer mer av det enn å spille. Det blir bare spill og da skjønner jeg ikke helt konseptet. Mens når man leser og skriver oppgaver så handler det direkte om temaet.

Elevgruppen som ble intervjuet var noe delt i oppfattelsen av om spill egner seg i undervisning. To av elevene delte oppfattelsen om at spill gjør undervisningen morsommere, og påpeker muligheten til å «*se omgivelser*» i tillegg til «*å gjøre noe med hendene*».

En av elevene opplevde å lære bedre gjennom å lese og skrive. Eleven påpekte også at det «*blir så mye enklere*» når utgangspunktet for læringsarbeidet kommer fra en bok. Slik eleven blir tolket, var problemene i spillet for lite strukturerte, slik at eleven opplevde å miste oversikten. Lesing og skriving i en bok vurderes å være en mer strukturert arbeidsform som i større grad kan inneholde strukturerte problemtyper. Det er verdt å merke seg at strukturerte problemtyper som tekstproblemer i en fagbok også kan variere i kompleksitet (Kristiansen, 2014, s. 27). Det er også verdt å nevne at tekstproblemer i en fagbok også kan fordrer at elever bruker både deklarativ og prosedural kunnskap. I slikt læringsarbeid bruker elever sin deklarative kunnskap, som bruk av kunnskapstråder, ideer, skjemaer og mentale modeller, samtidig som de bruker sin prosedurale kunnskap ved å utføre handlinger som å lete etter svar og skrive med blyanten eller pennen.

I mange spill er mengden av bilder og lyd stor, dette kan føre til kognitiv belastning for noen. Kognitiv belastningsteori viser til kognitive begrensninger hos den enkelte. Dersom sanseinntrykket blir for stort, er arbeidsminnet flaskehalsen som begrenser innlæring av ny kunnskap. Slik eleven i intervjuene blir tolket, kan sanseinntrykkene være noe overveldende i digitale spill, samtidig som graden av kompleksitet og valgmulighetene kan være større enn

det eleven var vant til fra tradisjonell undervisning. Problemløsningsoppgaver kan også frata elever muligheten til å oppnå sikkert nivå av automatikk. Det kan virke som elever som liker strukturerte arbeidsformer kan oppleve det utfordrende å arbeide med mindre strukturerte og mer komplekse problemer. Tankene støttes av Hattie & Yates (2014[2]) som gjennom sine teorier viser at problemløsning i liten grad er en effektiv metode hvis elever skal lære kunnskapsskjemaer.

Lee (2010) peker på at eksterne verktøy, som eksempelvis systemdynamiske modeller, også kan minske den kognitive belastningen. For å klargjøre, er det her valgt å skille mellom typer av kognitiv belastning. Typene av kognitiv belastning kan sees i lys av figur 1 og figur 6. Ved hjelp av eksterne verktøy, som digitale spill, kan elever enklere reorganisere skjemaer og teste mentale modeller. Slik forenkles de kognitive prosessene (figur 1). Graden av sanseinntrykk påvirker de kognitive prosessene. For stor mengde av sanseinntrykk kan føre til en belastning i arbeidsminnet (figur 6). Det kan virke som eleven i elevsitatet viser til kognitiv belastning i from av store mengder av sanseinntrykk til arbeidsminnet.

Elevene som var med i undersøkelsen hadde i noen grad kjennskap til ulike spillsjangre brukt i undervisning. De hadde blant annet arbeidet med læringsspill, der formålet var å lære opp spesifikke ferdigheter eller fagstoff. Denne innlæringsformen hadde spesielt vært brukt i matematikkfaget hvor elevene, ved hjelp av digitale spill, skulle automatisere regnearter. Elevene hadde også prøvd noen kommersielle spill knyttet opp mot undervisningsopplegg i samfunnsfag og naturfag.

Det kan virke som elevenes oppfattelse av struktur hadde betydning for arbeidet. Strukturerte problemer kan for eksempel være tekstproblemer. Denne problemtypen baserer seg ofte på flervalgsoppgaver der ett av flere valg gir riktig svar. Det kan virke som noen av elevenes oppfattelse av hvorvidt kunnskapen var relevant hadde sammenheng med strukturen. I et av intervjuene pekte elevene på andre utfordringer som kan oppstå i læringsarbeid med digitale spill.

> E1: Eehhh..
> E4: Det kan bli trykking. At man bare trykker seg igjennom banene. Den kan være skummelt.
> Forsker: Er det noe læring i det?
> E1: Ikke hvis du bare trykker deg igjennom, men det kan være ganske mye læring hvis man faktisk tenker over hva man gjør.

I elevsitatet nevner elevene utfordringer som å bare «*trykke seg igjennom*» deler. Slik eleven tolkes, vises det her til tilfeller der elevene kan gjette svaralternativer, eller handlinger uten å reflektere nevneverdig over løsningsprosessen. Ved å gjette nok mange ganger kan spilleren finne riktig svar. Å trykke seg igjennom deler sammenlignes med assimileringsteorier. I slike tilfeller er skjemaaktivering tilstrekkelig for å finne løsningen på problemer eller oppgaver. Skjemaaktiveringen innebærer at elevene trykker nok mange ganger på alternativer de tror er riktige, uten å revidere eller reorganisere etablerte problemskjemaer. I tilfeller hvor elever gjetter løsningsforslag kan de komme frem til riktig løsning uten å ha tenkt seg frem til en løsning. Det er interessant at elevene nevner dette som skummelt. Uttalelsen kan ha utspring i at elever kan oppleve progresjon uten å lære relevant faglig innhold.

Eleven nevner at det kan være ganske mye læring hvis man tenker over hva man gjør. Denne tenkingen som eleven refererer til kan sammenlignes med akkomodasjonsteorien, der elevene aktivt må modifisere egne problemskjemaer eller reorganisere sine interne modeller for å finne løsningen på problemet. Ut fra empirien kan det virke som graden av refleksjon, knyttet opp mot arbeidsprosessen, hadde betydning for elevenes oppfattelse av blant annet kvaliteten på undervisningen.

5.1.6 Kort oppsummering

Det kan virke som situasjonsavhengigheten har en påvirkning på hvordan problemer i digitale spill blir løst. Elevenes bakgrunnskunnskaper og i hvilken grad elevene kan relatere seg til situasjonene, har betydning for hvordan de opplever å være en del av problemsituasjonen de skal arbeide med. Det kan virke som virkelighetsnære virtuelle kontekster kan føre til mer komplekse læringssituasjoner og situert læring. Med utgangspunkt i empirien, kan det virke som situasjonsavhengigheten og muligheten til å eksperimentere med identiteter, har betydning for læringsarbeid. Digitale spill kan være læringsarenaer der spilleren kan ta risikoer, prøve og feile, uten for store konsekvenser for deres personlige identitet.

Flere av elevene opplevde å ha det gøy mens de lærte. Det kan virke som bruk av digitale spill i undervisningen kan føre til økt motivasjon for læring. Utfordringen kan være å finne hensiktsmessige digitale spill som bygger på motivasjonsfaktorer, samtidig som de dekker fagspesifikke eller hensiktsmessige kompetanseområder elevene skal lære. Bruk av digitale spill i undervisning kan føre til kognitiv belastning for enkelte. Strukturerte arbeidsmetoder kan oppleves sikrere, og kan danne bedre kontroll i innlæringen av fagstoff.

5.2 Elevenes problemløsningsprosess og variasjonen i problemtyper

Dette kapittelet analyserer og drøfter elevenes evne til å beskrive, samt vurdere deres eget arbeid med problemene de møtte i undervisningsopplegget. Problemløsningsprosessene som belyses er i hovedsak hentet fra elevenes møte med problemer i det digitale spillet. Elevenes konseptuelle forståelse og endring belyses nærmere i kapittel 5.3.5, men må sees i sammenheng med elevenes problemløsningsprosess. Problemløsningsarbeidet dannet grunnlag for den konseptuelle endringsprosessen. De eksterne faktorene i problemløsningsarbeidet er belyst gjennom observasjon. De interne faktorene vurderes ut fra elevenes evne til å kunne reflektere over egen problemløsningskompetanse og forståelse i gruppeintervjuene.

Formålet med problemløsningsarbeidet var å sette elevene i realistiske og virkelighetsnære arbeidssituasjoner som skapte meningsfulle erfaringer (Spector, m.fl., 2013, s. 70). Utgangspunktet for problemløsningsarbeidet var den sentrale ideen i undervisningsopplegget. Ifølge Jonassen (2011, s. 1) bør problemer ha en *sosial*, *kulturell* eller en *intellektuell* verdi før de kan kalles et problem. Det var ønskelig at elevene fikk oppleve grader av disse kriteriene i møte med problemene.

5.2.1 Problemløsningsarbeid i SimCityEDU

Problemløsningsarenaen var en virtuell by som skulle simuleres. Problemtypen som elevene møtte i den første delen defineres som et policyproblem siden problemet baserte seg på en case som skulle løses. Elevene måtte analysere befolkningstettheten i byen og vurdere hvor de skulle plassere busstopp, slik at elevene i byen kom seg til skolen. Distansen var for lang til at elevene kunne gå. På spørsmål hvordan elevene syntes det hadde vært å arbeide med problemer i det digitale spillet, viste de til varierte problemsituasjoner.

> Forsker: Hvordan synes dere det har vært å arbeidet med problemer i spillet SimCityEDU?
> E1: Jeg synes det var ganske spennende. Det var liksom litt nye problemer hver gang. Noen av problemene forsto jeg ikke med en gang, og noen av problemene forsto jeg ikke hvorfor vi løste, sånn som det første.. Det går jo an å gå!
> E2: Ja, det går jo an å gå, men.. Det er jo tydeligvis menneskene og barnene som ikke ville gå, de ville heller.. eehh.
> E1: Det var kanskje noe skummelt de måtte forbi for å komme seg til skolen.
> E2: Ja.
> E3: Eller så er det at det tok for lang tid å gå, så de måtte bli kjørt.

Som vist i sitatet over, hadde noen av elevene utfordringer med å se meningen med det første problemet i spillet. I den virtuelle verden var ikke avstanden fra områder med stor befolkningstetthet til skolen større enn det mange av elevene på trinnet gikk daglig. Noen av elevene syntes det var unødvendig å bygge busstopp i områder der elevene kunne gå til skolen.

I slike tilfeller, der noen av elevene ikke så poenget med å plassere busstopp i gangavstand til skolen, var ikke den nye kunnskapen, eller løsningen på problemet, meningsfull i deres øyne. I undervisningen nevnte enkelte av elevene et behov for økt fokus på fysisk helse, og viste til løsninger der det å gå til skolen kunne være et tiltak i seg selv. En stor andel av elevgruppen så likevel ut til å aksepterte problemet og arbeidet godt med å finne en løsning, slik at flest mulig barn i byen kom seg til skolen. Gode digitale spill er problemløsningsarenaer som kan gi bedre grunnlag for dybdelæring enn mange andre læringsverktøyer i dagens skole (Becker, 2017; Gee, 2007). Den nye kunnskapen må likevel oppleves meningsfull før kunnskapstilegnelse kan finne sted.

Den første delen som elevene møtte i spillet, defineres til å være en introduksjon og forberedelse til de mer komplekse delene som kom senere. Her var det lagt ekstra vekt på veiledning i form av tekst og visuelle pekepinner som kunne hjelpe elevene til å forstå strukturen og mønsteret i spillet. Gee (2007, s. 138) definerer slike innlæringsdeler som «*fruitful patterns and generalizations*», noe som holder på spilleren og gir veiledning. Problemene i introduksjonsdelen viste seg å være mindre komplekse og i større grad strukturert, slik at spilleren fikk et godt utgangspunkt. Det ble observert at majoriteten av elevene gjennomførte den første delen av spillet uten for store vansker. Noen få elever brukte likevel tid på å lære de grunnleggende ferdighetene og verktøyene de måtte bruke i for å løse problemene i introduksjonsdelen.

Det kan virke som elever som hadde erfaringer fra digitale spill som semiotisk domene, brukte kortere tid på å lære seg strukturen og de grunnleggende ferdighetene spillet bygget på. En slik antagelse kan tyde på at disse elevene hadde etablerte problemskjemaer (Jonassen, 2013) knyttet til problemer de tidligere hadde møtt i lignende spill. I observasjonsnotatene ble det notert:

> Noen har spilt SimCity som kommersielt spill tidligere, og drar paralleller fra dette spillet inn i EDU-versjonen.

Alle elevene gjennomførte og løste problemet i den første delen i løpet av en undervisningstime. Det var interessant å følge elevene som var trygge i omgivelsene. Ifølge Skaug, Staaby & Husøy, m.fl. (2017, s. 12) kan elever som har kjennskap og identitet investert i dataspill raskere gjøre seg spillerfaringer som er relevant for læring. Slik kan disse elevene ha etablerte problemskjemaer som kan aktiveres når de møter problemer innen samme domene som dem problemskjemaene ble skapt i. Fallgruven for disse elevene kan være at de er mer opptatt av å demonstrere egen ekspertise, enn å bruke sine spillerfaringer og relaterte problemskjemaer som utgangspunkt for læring.

I arbeidet med problemløsningsoppgavene ble det ikke observert noen signifikante forskjeller mellom elever som ble vurdert til å ha investert tid i dataspill, og de som ble ansett å ikke i så stor grad ha det. Dette baseres på det innholdsmessige mestringsnivået av problemløsningsoppgavene elevene møtte.

Dette kan ha sammenheng med at spillet var godt designet for formålet, det var relativt kort og hadde en tydelig introduksjonsdel. I virtuelle problemløsningsarenaer hvor problemene hadde vært mindre strukturert og mer kompleks, kunne nok forskjellene vært større. Ved å bruke et kommersielt digitalt spill i undervisning, der formålet i mindre grad hadde vært å tilegne elever spesifikk kompetanse, hadde kanskje forskjellene vært større. I videre forskningsarbeid kunne det vært interessant å se på i hvilken grad slike forskjeller hadde hatt betydning for elevenes læringsprosess.

I oppstarten ble det gjennomført en modellering før elevene gikk til datarommet. Ifølge Clark & Mayer (2016) lærer elever som skal bruke digitale spill i undervisning bedre når elementer av spillet blir forklart etter en gjennomføring, eller før elevene skal gjennomføre relevante deler. En slik tilpasning kunne ha betydning for at mestringsnivået til elevene ikke hadde større spredning enn det den hadde.

I andre del av spillet møtte elevene et beslutningsproblem der de skulle velge mellom å etablere industrinæring eller tjenestenæring for å skaffe nye arbeidsplasser i byen. Valgene elevene tok påvirket bysystemet. Ved å etablere stor grad av industrinæringer økte antall jobber kraftig, men luftforurensningen økte proporsjonalt. Ved å etablere tjenestenæringer holdt elevene luftforurensningen lav, men andelen arbeidsplasser steg ikke tilstrekkelig ut fra hvor mye areal denne næringen la beslag på. Det ble observert at flertallet av elevene jobbet godt med denne problemtypen. Under følger notater fra observasjon.

> Fokus på tjenestenæringer og industrinæringer opp mot befolkning i områder. Elevene har refleksjoner om hvor det er lurt å plassere tjenestenæringer og hvor det er lurt å plassere industrinæringer for å skjerme befolkningen. Elev finner ut at det finnes en vindindikator som viser hvilken vei røyken fra fabrikkene blåser. Det betyr at mennesker som bor i området får dårligere miljø av det. Elevene eksperimenterer med muligheter jeg ikke hadde tenkt på, som å rive boligblokker for så å bygge industri og tjenestenæringer i boligfelt. Elevene tar seg overraskende god tid til å utforske byen selv om oppdraget tar kort tid å gjennomføre. Elevene bruker opptil 40 minutter på å løse problemet i del 2.

Som vist i observasjonsnotatet brukte noen av elevene grader av kreativ problemløsning for å skape en meningsfull representasjon. Dette selv om målene og kriteriene for delen var nok så konkrete. Ifølge Seel, Infenthaler & Pirnay-Dummer (2013), utvikler kreative problemløsere sine egne hypoteser som de undersøker og tester opp mot signifikante parametere eller modeller. Den kreative problemløseren justerer seg innenfor rammene til de signifikante parameterne for å teste hvor god han eller hennes interne modeller passer med det aktuelle parametere eller modellene.

Eleven, nevnt i observasjonsnotatet, valgte å rive et allerede etablert boligområde, for så å lage en industrinæring der boligområdet var plassert. Eleven reorganiserte i noen grad strukturen som problemet bygget på, og var innovativ i løsningsforslaget. På spørsmål hvorfor eleven valgte å rive det etablerte boligområdet, svarte eleven at det var basert på vindretningen og den store mengden luftforurensning det ville medføre dersom industrinæringene ble plassert som først antatt. Innbyggerne ville få for mye forurenset luft i området der de bodde, og det ville ikke vært bra for dem. I følge Jonassen (2010) er kvaliteten på argumentasjon i arbeid med beslutningsproblemer avgjørende. Det var interessant å observere samt lytte til elevens forklaringer i arbeidet med denne problemtypen.

Den andre delen av det digitale spillet, inneholdt problemer som blir vurdert å være mer strukturerte problemtyper (Jonassen, 2011). Det kan virke som de strukturerte problemtypene la en demper på elevenes mulighet for å være kreativ. Likevel brukte eleven, nevnt i observasjonsnotatet, dynamikken i det digitale spillet for å gjøre justeringer som passet elevens problemløsningsarbeid. Selv om beslutningsproblemer sees på som en mer strukturert problemtype gav det i denne delen elevene mulighet til å være kreative og innovative i søken etter en løsning.

I intervjuene diskuterte elevene variasjonen på problemene de møtte. På spørsmål om hva de selv anså som problemer i spillet, kunne de i overaskende stor grad se på det digitale spillet som en problemløsningsarena der flere problemer påvirker hverandre.

E2: Forurensning, at det var mye forurensning.
E3: Og problemer med ehh, folk og antall jobber i byen.
Forsker: Mhm.
E1: Skoleplasser
E4: Også noen ganger så måtte man vente lang tid for å spar opp penger slik at man kunne fikse noe i tilfelle man hadde brukt opp..
E1: Også, det var liksom sånn at mens du jobber med de originale problemene så kom det andre, nye problemer som tidsproblemer, pengeproblemer, folke.., hvor mange folk du har i byen din, at du må ha flere, eem, du har en viss mengde du må ha for å få den der gullmedaljen i spillet.
E2: Strømproblemer, man har for lite strøm..

En av elevene nevner originale problemer og andre problemer. Det er interessant at eleven ikke bare opplever de konstruerte problemene som spillet bygger på, som oppgaver som måtte løses. Eleven nevner blant annet tidsproblem, pengeproblem og folkeproblem. Problemløsningsarbeid inneholder, ifølge Jonassen (2011), eksterne og interne faktorer. De interne faktorene er elevens bakgrunnskunnskaper, erfaringer, resonnerende ferdigheter, epistemiske tro og deres kognitive stiler. Eksterne faktorer kan eksempelvis være den relasjonelle kompleksiteten i problemløsningen, vanskegraden og kontinuiteten (om problemet oppleves som statisk eller dynamisk). Ut fra elevsitatet kan det virke som elevene hadde en god oversikt og en forståelse av de eksterne faktorene som påvirket problemløsningsprosessen i den virtuelle verden. Det overordnede problemet, som eleven definerer som det originale problemet, var å senke luftforurensningen i byen. De andre problemene som eleven nevner, sier noe om den relasjonelle kompleksiteten i problemløsningsprosessen. Det må i denne sammenhengen nevnes at interne og eksterne faktorer påvirker alle problemløsningsprosesser. Om elevene hadde jobbet i skrivebøkene på klasserommet, hadde problemene fortsatt inneholdt eksterne faktorer (tid, vanskegrad og kontinuiteten) som kunne påvirke løsningen. Det kan likevel virke som de dynamiske, interaktive problemløsningsoppgavene som elevene møtte i den virtuelle verden dannet en bedre oversikt over de eksterne faktorene som påvirket problemløsningsprosessen.

Etterhvert som elevene gjennomførte delene, ble det observert at vanskegraden og kompleksiteten økte. Det ble også observert at flere av elevene brukte lengere tid på gjennomføringen, spesielt i del tre og i del fire. Det ble i tillegg observert at elevene i disse delene ønsket å gjennomføre en del flere ganger for å løse problemene bedre eller finne andre løsningsforslag.

Problemene i den nest siste delen defineres som et feilsøkings- eller diagnoseproblem, siden elevene skulle søke årsaken til hvorfor byen hadde så stor grad av luftforurensning. Problemet

var i hvilken grad elevene kunne forbedre luftkvaliteten. Delen hadde et miljø-fokus der elevene ble nødt til å finne mer miljøvennlige alternativer til kullkraftverkene som allerede var etablert.

Kullkraftverkene skapte flere arbeidsplasser enn for eksempel solcellekraftverk og vindkraftverk som var alternativene for å redusere luftforurensningen. Derfor ble det en balansegang mellom miljøvennlig kraftproduksjon og lav arbeidsledighet. Sitatet under viser at de måtte se årsak-effekt-virkningen av valgene som ble tatt.

> Forsker: Er det noen som har noen eksempler på problemene dere møtte?
> E2: For eksempel når vi hadde forurensning så var det jo mange som, eh, sletta de kullkraftverkene, og det var litt vanskelig å sørge for at mange hadde jobb, siden det var mange som jobbet på kullkraftverkene.
> Forsker: Så det ble en balansegang mellom det der med arbeidsplasser og miljø?
> E2: Ja
> E1: Man måtte både, eh, enten så kunne man, eller man måtte både ha noen kullkraftverk slik at noen kunne jobbe og man måtte kutt noen for at det ikke skulle ha forurensning, så det endte ofte opp med at man måtte lage mer tjenestenæringer, flere av dem, slik at folk kunne få seg en plass å jobbe.

For å løse slike problemer var det av betydning at elevene hadde bakgrunnskunnskaper som satte dem i stand til å kunne vurdere virkningene av valgene sine. Elevene hadde lært om fornybare og ikke-fornybare energikilder tidligere, og var kjent med virkningene av disse på landskapet og miljøet. Dette medførte at flere av elevene kunne bygge på sine etablerte problemskjemaer og bakgrunnskunnskaper. Som vist i elevsitatene under kunne noen av elevene relaterte miljøproblematikken i spillet til dagsaktuelle problemområder.

> E4: Det var bygget opp slik som en ekte by er, med luftforurensning som er veldig aktuelt nå til dags og forskjellige veier, butikker og at det kommer flere og flere mennesker slik at man kan skaffe flere og flere jobber.
> E1: Ja, det var litt sånn.
> Forsker: Kan du si litt mer om det? Det var interessant det du sa om problemene var?
> E4: Aktuell nå til dags
> Forsker: Aktuell nå til dags. Føler dere andre det og?
> E1: Ja
> E2: Ja
> E1: Luftforurensning er jo en ganske stort problem akkurat nå.

Det kan virke som elevene opplevde problemet som autentisk og kunne i noen grad relatere det til problemområder utenfor skolen. Elevene så problemet i lys av deres konseptuelle forståelse av miljøproblematikken lokalt og globalt. Arbeidet med å senke luftforurensningen i byen ble sett på som en virkelighetsnær arbeidssituasjon hvor elevene kunne komme med løsningsforslag til hvordan problemet kunne håndteres. I følge Reeves & Patricia (2013) bør

spill og simuleringer, brukt i undervisning, ha en autentisk tilnærming til fagområdet som skal undervises. Slik det blir vurdert, kan dette sees i sammenheng med teorier om digitale spill som situerte læringsarenaer og læring i virtuelle kontekster. Det er viktig å påpeke at autentiske arbeidssituasjoner ikke oppstår i eleven, i oppgaven eller i miljøet, men i en dynamisk interaksjon mellom disse komponentene (Reeves & Patricia, 2013, s. 58). Autentiske arbeidssituasjoner, eller senario-basert læring, er en tilnærmingsform som av blant annet Clark & Mayer (2016) anbefaler for å sette elevene i relevante problemsituasjoner. I intervjuene var det interessant å høre flere elever nevne at problemene de møtte kunne relateres til problemer eller situasjoner utenfor skolen.

Det ble i de siste delene av spillet observert elever som uformelt diskuterte problemstillingen på datarommet. Noen av elevene snakket med eleven på siden og fikk tips og råd til hvordan problemet skulle løses. Det kan virke som vanskegraden på problemene skapte et behov for samarbeid og diskusjon. Elevene søkte i stor grad hjelp og støtte fra medelever og ikke fra lærere. Det kan virke som dette hadde sammenheng med elevenes opplevelse av felles referanserammer i problemløsningsarbeidet, siden situasjonsavhengigheten og valgene som elevene gjorde spilte en stor rolle.

5.2.2 Muligheten til å prøve ting ved å utføre handlinger

I intervjuene refererte noen av elevene til problemene de møtte gjennom å spille det digitale spillet som annerledes enn problemene de møtte i vanlig undervisningen.

> E3: Jeg synes at når man leser eller sånn, og skriv oppgaver så kan man liksom bare bla tilbake og finne akkurat hva svaret på oppgaven, og da blir det på en måte bare som å skrive ned et svar.
> E1: Det blir for enkelt.
> E3: Hvis det er et spill så må man tenke seg til en løsning. Hvis det er sånn mattespill eller et spill hvor de stiller et problem..
> E1: Ja, for eksempel i SimCityEDU som vi nå har jobbet med. Da blir det sånn, greit det står ikke noe nøyaktig løsning på det, du må finne ut hva du skal gjøre selv. Liksom om du skal fjern det, eller skru det av, eller legg til det. Det er liksom, hvis det er noe som fungerer så må man finn det, man kan liksom ikke bare bla i for eksempel ei bok, så kan man bare bla tilbake og finne akkurat det ordet eller akkurat den setningen.

I intervjuet nevnes å bla tilbake i en bok, eller å skrive oppgaver som arbeidsmetoder i andre undervisningsformer. Slik eleven blir vurdert, er sitatet satt noe på spissen og representerer ikke all form for det som blir definert å være tradisjonell undervisning. I intervjusitatet poengterer en elev forskjellen på tradisjonelle arbeidsmetoder og arbeid med digitale spill i

undervisning. Eleven nevner at man selv må finne ut hva man skal gjøre for å finne løsningen på problemene i spillet. Slik eleven blir tolket, innebærer dette en mulighet for å teste mentale modeller og hypoteser i problemløsningsarbeidet.

I sitatet blir også behovet for et hensiktsmessig eksternt verktøy nevnt. Eksterne verktøy, som et digitalt spill, kan danne et utgangspunkt for at eleven må bruke sin prosedurale kunnskap gjennom å utføre virtuelle handlinger. Her virker det som digitale spill skiller seg fra andre eksterne verktøy siden digitale spill gir spilleren valgmuligheter, handlingskraft og en mulighet til å påvirke hendelsesforløpet. Tankene støttes av Becker (2017) og Mayer (2014) som sammenligner digitale spill med andre medier.

For å finne løsninger på mer komplekse problemer bør elever få mulighet til å gjennomføre handlinger, samt teste sine mentale modeller og hypoteser. I følge Seel, Infenthaler & Pirnay-Dummer (2013), kan elever finne løsninger på et problemer eller en oppgave gjennom assimilasjon eller akkomodasjon. Siden assimilering bare er avhengig av skjemaaktivering, var det i dette arbeidet mest interessant å se om elevene fikk mulighet til å akkomodere ny kunnskap gjennom å bruke sin deklarative og prosedurale kunnskap. Eleven i intervjusitatet under peker på mulighetene til å fjerne noe, skru av noe eller legge til noe for å teste om det fungerer.

> E3: I bok så blir det litt mer sånn, det er lettere å øve til prøver og sånn i bok. Man kan liksom ikke sitt å spille et spill og øve til prøve med det.
> E1: Mhm
> E2: Men det har jo litt å si hvordan nivå det emnet man har.
> E1: Emm. Ja.
> E2: Noen emner er det best å bruke iPad og spill og sånt. Mens andre emner kan det være lurt å bruke bok og spørsmål.
> E1: For eksempel. Eehh.
> Forsker: Kan du gi et eksempel
> E2: For eksempel, hvist det ikke fins noen spill på.. Hvis vi skulle ha om, hvis vi skulle ha om svartedauen. Hvis ikke det hadde fantes en app om det så kunne det vært bedre å bruke bok og svart på spørsmål. Og slike andre apper, hvis det ikke hadde fantes, så kunne man brukt boka og funne mer konkrete svar.
> E1: Liksom, det er sånn at hvis det ikke hadde vært, hadde vi ikke hatt de spillene så hadde vi liksom lest. For noen føler at vist dem får gjort noe hadde man hatt det litt mer morsommere når man lærer ting, så husker dem det bedre. Ikke bare hvis dem sitter og leser i en bok og gjør oppgaver. Noen lærer bedre av det og noen lærer mer av andre ting.

I intervjuet reflekterte elevgruppen rundt to arbeidsformer. En av elevene nevner at det kan være lettere å øve til prøve ved å lese i en bok. Slik eleven blir tolket er det her snakk om statiske prøver som inneholder strukturerte problemtyper. Slike arbeidsmetoder kan defineres

som skjemamodifiseringer som skjer gjennom tilvekster eller tilpasninger (figur 1). Eleven påpeker at disse arbeidsmetodene kan gi mer konkret informasjon. For å kunne teste mentale modeller trengs en reorganisering av elevenes skjemaer. De mentale modellene er en del av elevenes interne modeller og gjør hypotesetesting mulig. Det kan virke som prøving og feiling la grunnlaget for at elevene kunne reorganisere sine problemskjemaer og skape reviderte mentale modeller. I intervjuetsitatene under nevner elevene at det er lettere å huske informasjon når det er knyttet handlinger til innlæringen.

> E3: Hvis du jobber i boka så skriver du ut fra noe du tenker på, og hvis du spiller kan du endre på ting i spillet og se hvordan det kan være på ekte.
> E4: Man kan bli mer interessert i et spill, enn å sitt å skrive.
> Forsker: Hvorfor det?
> E4: Det er morsommere som han sa, at man kan se ting i «virkeligheten», enn å bare forestille seg det.
> E1: Jeg synes også det er bedre fordi da husker man at man satt og spilte i stedet for at man husker at man satt og skreiv i ei kjedelig bok.
> E2: Ja, for det er mye lettere å huske når man har gjort, enn når man har skrevet, fordi man kan liksom sitt å tenke at jeg husket at det skjedde og det gjorde jeg, enn å tenke at: Å! Jeg huska at jeg skrev det, fordi man skriv jo veldig mye. Så det er ikke lett å huske alt man har skrevet.
> Forsker: Du sa noe interessant der, «elev4». Du sa at det er nesten som i virkeligheten. Opplever dere det slik? Er det mer, oppleves det mer virkelighetsnært når du er i et spill?
> E4: Ja, man slipper å forestille seg det. Det er mer muligheter enn det er vist man skriver, men..
> E2: Det er lettere for hukommelsen fordi når man skal skrive må man liksom, samtidig som man skal skrive prøve og forestille seg, mens når man spiller så trenger man ikke å begynne å forestille seg. Man bruker liksom, man bruker på en måte hodet mindre, men man lærer fortsatt like mye, på en måte. Det er mye lettere å lære når man spiller fordi man blir på en måte mer interessert i det, fordi man gjør jo ting selv. Man kan liksom endre, man kan lage en egen vei. Mens i boka så kan man bare skrive det. Man kan ikke lage noe med det. Mens på spillet får man brukt litt fantasi til å skrive eller lage det.

I intervjuet trekkes flere aspekter som motivasjon, kognitiv belastning og situasjonsavhengighet inn. Det er valgt å bruke hele intervjusitatet i denne delen, siden disse aspektene henger sammen med opplevelsen av å gjøre handlinger i virkelighetsnære omgivelser. Elevene beskriver at de kan gjøre ting, endre på noe eller lage en egen vei. Det er interessant at en av elevene viser til å huske bedre når det er en handling knyttet til læringen.

Virtuelle handlinger blir definert som mulighetene til å teste egne valg og hypoteser i den virtuelle verden. Handlingene virket å ha sammenheng med i hvilken grad informasjonen blir husket og lagret i elevenes hukommelse. Med utgangspunkt i figur 6 kan det virke som elevenes auditive og visuelle modeller i større grad ble integrert i arbeidsminnet (eller i

langtidsminnet) når de fikk muligheten til å gjøre handlinger som baserte seg på deres valg. Om formålet med undervisningen hadde vært å lære elevene kunnskapsskjemaer og faktainformasjon, nevner elevene andre arbeidsmetoder som sikrere.

5.2.3 Arbeid med interaktive og dynamiske problemsituasjoner

Den siste delen av spillet gav elevene mer frihet. Problemtypene i denne delen defineres å være policyproblemer og designproblemer. Her kunne elevene bruke alle de integrerte verktøyene fra de foregående delene og eksperimentere med egne løsningsforslag. Systemet, som byen kan sees som, var dynamisk i den forstand at ting endret seg ut fra valgene elevene tok. Det ble observert at vanskegraden økte når valgmulighetene ble større. I intervjuene nevnte flere av elevene at det kunne være utfordrende å holde en balanse i systemet de opererte i.

> E2: Den jeg husket, den vanskeligste var jo den siste fordi vi skulle prøve å gjennomføre to ting. Det var samtidig vanskelig fordi det var at vi skulle prøve å få ned forurensningen og kraftverkene samtidig som vi skulle ha nok jobber. Men det var veldig vanskelig å få det til fordi det var veldig mye folk som jobbet på kullkraftverkene, siden det.. Så visst man skulle.. ehh.. drive å rive ned kullkraftverkene så sank på en måte, eller forurensningen ble bra, men jobbene sank veldig fort ned fordi det var så mye folk som jobbet på kullkraftverkene. Så det var vanskelig å holde balansen der at man ikke rev ned for mange kullkraftverk fordi de tiltrakk veldig mange folk, men samtidig ikke hadde for mye kullkraftverk heller fordi det forurenset mye. Så det var vanskelig å holde balansen der.
> E1: Man kunne heller ikke ta bort for mange kullkraftverk for da ble det for lite strøm.
> Forsker: Så man kan si dette ble et sammensatt system alt dette. Var det noe man måtte passe på når man løste disse problemene?
> E3: Jeg merket at når jeg rev kullkraftverk så mista folk jobbene og når noen av de som mista jobbene ble lei seg så flytta de ut av byen, så jeg mistet innbyggere hele tiden.

Eleven viser til flere variabler (forurensning, strøm og jobber) som faktorer for å nå målet og løsningen på problemet. Siden problemet inneholdt flere variabler som kunne påvirkes, viste dette problemet seg å være et godt eksempel på et dynamisk problem. I intervjuet viste eleven til at det var en sammenheng mellom variablene, og at disse påvirker hverandre. Utfordringen var å balansere variablene slik at byen hadde en positiv økonomisk vekst, en stabil kraftproduksjon, at befolkningstallet steg og at luftforurensningen ble holdt lav.

Elever som arbeider med problemer i et slik dynamisk system kan opprette og bruke egne problemskjemaer (Jonassen, 2011; Jonassen, 2013) basert på erfaringer fra problemene de møtte i de tidligere delene, eller gjenkjenninger fra møter med lignende problemer i digitale

spill. Slik hadde det digitale spillet en progressiv struktur som fordret at elevene brukte etablerte problemskjemaer i videre arbeid.

Dynamiske problemsituasjoner åpner for at elevene kan bruke flere kognitive operasjoner som eksempelvis resonerende ferdigheter. OECD (2017[2]) peker blant annet på resonerende ferdigheter som en av de høyeste ordner av kognitiv aktivitet, og er en viktig egenskap i arbeid med dynamiske problemsituasjoner. I følge Hung (2013) må elevene ikke bare bruke verktøyene, men også variablene som dynamikken bygger på, for å kunne resonere seg frem til løsninger.

Gjennom resonnement og kritisk tenkning virket det som elevene dannet seg et mer integrert syn på sammenhengene bysystemet var bygget på, og at variablene påvirket hverandre. Det empiriske utvalget viser at digitale spill og simuleringer kan være gode problemløsningsarenaer for å la elever arbeide med dynamiske problemsituasjoner.

5.2.4 Ulike fremgangsmåter for å nå en løsning

Det kan virke som elevene, ut fra erfaringer og egne bakgrunnskunnskaper, løste problemene på forskjellige måter. Noen hadde hatt positive erfaringer med å rive mange kullkraftverk for å senke luftforurensningen i byen. Andre hadde hatt positive erfaringer med å endre næringsgrunnlaget i byen, fra å være basert på industrinæring til å i større grad være basert på tjenestenæring. Enkelte av elevene hadde plassert busstopp i hensiktsmessige områder slik at elever i byen kom seg på skolen. Det kunne slik virke som elevene brukte fremgangsmåter basert på erfaringer fra de tidligere delene når de arbeidet med den siste delen. De interne faktorene i problemløsningen som bakgrunnskunnskaper, erfaringer, resonnerende ferdigheter, epistemisk tro og kognitive stiler (Jonassen, 2011) virket å være mer toneangivende jo vanskeligere problemene ble.

Problemene bygget på at elevene skulle erfare hendelser og handlinger i de tidlige delene. Den erfarte kunnskapen, eller de etablerte problemskjemaene, skulle brukes for å løse de mer komplekse problemene som elevene møtte i den siste delen. Siden elevene hadde ulike gjennomføringer skapte de seg egne strategier for å løse problemene. I intervjuene nevnte noen elever den frie handlingskraften de opplevde.

> E2: Man får liksom lov til, man kan liksom, når man har slike skolespill, man lærer jo mens man spiller og det som er med spill er jo at man liksom på en måte gjør, ofte med byggespill, at man får liv til å bruk fantasien og bygg hva man vill og i andre spill så blir man på en måte mer motivert til å tenke slik: Nei, visst jeg ikke har klart denne banen så må jeg liksom, da må jeg heller starte på nytt og få det til. Akkurat som i SimCityEDU så kunne man få bronse, sølv og gull. Da tenkte jeg slik hver gang jeg spilte og ikke fikk sølv, eller hver gang jeg spilte og ikke fikk gull, da tenkte jeg, jeg starter heller på nytt og gjør det bedre. At man liksom kan, liksom lære av feilene sine, hvis man fikk bronse i sted så vet man som oftest, for de viser jo hva man ikke har gjort som man burde gjøre for å få gull. Så man lærer liksom av feilene sine..

I elevsitatet nevner en av elevene muligheten slike problemer gav til å lære av sine egne feil. Elevenes interne modeller kunne revurderes ved å gjennomføre delene i spillet på nytt. Elevene fikk på mange måter teste sine hypoteser i den virtuelle læringskonteksten. Om eleven opplevde nederlag i enkelte situasjoner, kunne de enkelt starte om igjen og gjøre justeringer slik at måloppnåelsen ble høyere.

Alle problemene som elevene møtte var interaktive og dynamiske problemløsningsoppgaver (OECD, 2017[2]). Det innebar at problemene endret seg på bakgrunn av de interaktive valgene som eleven gjorde, og var styrt av tilbakemeldinger fra det digitale spillet. Slik fikk elevene kontinuerlig tilbakemeldinger om deres egen progresjon. Det kan virke som de interaktive og dynamiske problemløsningsoppgavene gav elevene muligheten til å løse problemene på ulike måter. De kunne tilsynelatende velge egne løsningsforslag basert på tilbakemeldingene de fikk. Det empiriske materialet viser at det skapte en tilpasning og en motivasjon for å fortsette arbeidet.

5.2.5 Kort oppsummering

Det kan virke som virtuelle problemløsningsarenaer kan gi grunnlag for dybdelæring. Autentiske arbeidssituasjoner, eller senario-basert læring, er en tilnærmingsform som kan benyttes for å sette elevene i relevante problemsituasjoner. Den virtuelle verden, som elevene arbeidet med, virket å gi dem en bedre oversikt over de eksterne faktorene som påvirket problemløsningsarbeidet. I undervisningsopplegget økte vanskegraden og kompleksiteten etter hvert som elevene arbeidet. Det kan videre virke som økt vanskegrad på problemene skapte et behov for samarbeid og diskusjon. Elevene søkte i stor grad hjelp og støtte fra andre medelever og ikke fra meg som lærer. Det ble i tillegg observert at elevene ønsket å gjennomføre en del flere ganger for å løse problemene bedre eller finne andre løsningsforslag.

Bruk av digitale spill, som eksternt verktøy, kan føre til at elevene bruker egne ideer, problemskjemaer, mentale modeller samt prosedural kunnskap som handlinger i søken etter løsning. Om formålet med undervisningen er å lære elevene kunnskapsskjemaer og faktainformasjon ble andre arbeidsmetoder nevnt som sikrere.

Alle problemene som elevene møtte var interaktive og dynamiske problemløsningsoppgaver. Det innebar at problemene endret seg på bakgrunn av interaktive valg som eleven tok, og var styrt av tilbakemeldinger. Det kan virke som interaktive og dynamiske problemløsningsoppgaver gav elevene muligheten til å løse problemene på ulike måter. Elevene kunne tilsynelatende velge egne løsningsforslag basert på tilbakemeldingene de fikk. Det virket å skape en tilpasning og en motivasjon for å fortsette arbeidet.

5.3 Konseptuell forståelse og målet om en konseptuell endring

Denne delen analyserer og drøfter elevenes konseptuelle forståelse av den sentrale ideen i undervisningsopplegget. Delen vurderer også konseptuelle endringsprosesser i undervisningen. For å belyse endringsprosessene ble konseptkart brukt som et eksternt verktøy. Konseptkartene hadde som formål å bidra til at elevene fikk strukturere sine interne modeller og synliggjøre dem.

5.3.1 Å bygge en helhetlig forståelse i et tverrfaglig undervisningsopplegg

I arbeidet med å bygge en helhetlig forståelsen av den sentrale ideen skulle elevene konstruere konseptkart. Det ble observert at elevgruppen var positiv til arbeidet med konseptkartene. Kartene skulle, ved hjelp av de konseptuelle modellene som ble presentert, bidra til økt forståelse. På spørsmål hvordan konseptkartene bidro til læring, hadde elevene positive synspunkter på læringsprosessen.

> E2: Eemm.. Det å lage konseptkart hjalp veldig mye, fordi at jeg får på en måte, eehh.. skrevet alt. For eksempel hvis jeg skal skrive en tekst så får jeg av og til ikke skrevet alt siden jeg ikke får bygget de riktige setningene. Så da må jeg «skippe» noe, eller ta med noe annet som ikke er viktig, men i konseptkartet får jeg uttrykt meg bedre.

I elevsitatet viser eleven at det kan være lettere å uttrykke seg ved hjelp av konseptkart. Slik elevsitatet blir tolket bidro kartene til å strukturere elevenes tankeprosess. De interne modellene ble synlig for dem selv og for læreren. Konseptkartene bygget på en helhetlig

representasjon. Kartene bidro til at elevenes interne modeller ble konkrete, siden elevene kunne røre ved og/eller se informasjonen.

Elevgruppen hadde ingen motforestillinger mot å starte arbeidet med konseptkartene. Det ble observert at flertallet av elevene startet arbeidet med entusiasme og glød. Elevene ønsket å vise sine egne kunnskaper om den sentrale ideen. Arbeidet ble opplevd meningsfullt siden konseptkartene skulle bygge på deres egne bakgrunnskunnskaper. Siden kartene bygget på deres egne bakgrunnskunnskaper virket det å skape et eierforhold til produktene.

I intervjusitatet over sammenligner en av elevene arbeidet med konseptkartene med å produsere tekst. Både grafiske representasjoner, som konseptkart, og tekst, kan vise til elevens interne modeller. Slik elevsitatet blir tolket opplevde eleven å ikke få uttrykt seg tilstrekkelig når det skulle produseres lengre, tekstbaserte representasjoner. Det kan være flere årsaker til en slik uttalelse. Eleven kan ha hatt ulike erfaringer med å skrive og/eller vansker som gjør tekstproduksjonen utfordrende. Eleven peker på å kunne få skrevet alt i konseptkartet. Slik eleven blir vurdert menes her en helhetlig beskrivelse av forståelsen.

Arbeidet med konseptkartet virket å være en læringsstrategi som kunne skape en grafisk modell av elevens helhetlige forståelse, og medførte at eleven fikk uttrykt seg, uten å produsere for mye tekst. Tekstbaser representasjon kunne ha ført til at eleven måtte ha produsert mye tekst for å få vist de samme aspektene som konseptkartet viste. Det kan virke som eleven fortrakk arbeid med konseptkart siden helheten ble mer oversiktlig.

Elevenes konseptuelle forståelse blir av Hyerle (2009) delt i primære konsepter og sekundære konsepter. Det som kjennetegner de sekundære konseptene er muligheten elevene har til å røre ved og/eller se de konkrete ideene og konseptene som ellers er abstrakte og usynlige. Ved å skape en grafisk representasjon av deres konseptuelle forståelse, kan det virke som muligheten til å røre ved og/eller se konseptene ble tydeligere. Det hierarkiske systemet som konseptkartene utgjorde, ble en grafisk representasjon som ikke inneholdt for mye tekst.

Ut fra tankene om den konkret-operasjonelle og den formaloperasjonelle perioden, hadde elevene grunnlag for å kunne kategorisere og systematisere konseptene i et hierarkisk system, dette for å vise til en helhet. Kriteriene i stadieteorien gjelder nok ikke alle elever i aldersgruppen som stadiene viser til. Det er viktig å påpeke at det kan være naturlige spredninger innenfor en elevgruppe på 55 elever. Ut fra observasjoner, virket det likevel som elevene hadde forutsetninger for å kunne kategorisere og systematisere bakgrunnskunnskapene og informasjonen som problemløsningsoppgavene gav.

For å bygge konseptkartene måtte elevene bruke resonerende ferdigheter. Dette for å vurdere hvorvidt nye konsepter kunne kobles til gamle. I følge Ausubel (1968) kan elever ha gode resonerende ferdigheter innenfor deres relevante konseptuelle rammeverk. Det konseptuelle rammeverket har utgangspunkt i et spesifikt domene. Formålet med undersøkelsen var å ta utgangspunkt i elevenes bakgrunnskunnskaper om den sentrale ideen, som et spesifikt domene.

Empirien viser at bruk av konseptkart kan forenkle måten elever uttrykker seg på. Dette for å skape en helhetlig representasjon av elevens kunnskap. I undervisningen ble det ikke lagt nevneverdig vekt på interpersonlig kompetanse som samarbeid og samhandling. Det kunne likevel vært interessant å se elever samarbeide om utviklingen av felles konseptkart. I slike samarbeidsoppgaver kunne det ha oppstått interessante diskusjoner, siden elevene sammen måtte ha blitt enig om hvilke konsepter som skulle legges til. Elevene måtte også, gjennom diskusjon, vurdere hvordan konseptene kunne knyttes til hverandre ved bruk av krysslenker og lenkeord.

5.3.2 Problemløsningsoppgaver og konseptuell forståelse

Det var interessant å observere elevgruppen i arbeidet med både problemløsningsoppgaver og konseptkart. I arbeidsprosessen kunne elevene gjøre de primære konseptene synlig for seg selv, og se på hvilken måte disse hadde sammenheng den nye informasjonen de tilegnet seg i problemløsningsarbeidet. I de kvalitative gruppeintervjuene reflekterte elevene rundt parallellen mellom å skape konseptkart som eksterne representasjoner av det de erfarte i problemløsningen.

> E3: Bare man laget et slik konseptkart så fikk man gått gjennom hva man hadde lært fra spillet, så da synes jeg man fikk lært ekstra mye.
> E1: Jeg synes også det var bra for da fikk man sittet å spilt litt, så fikk vi gå tilbake til klasserommet og skrevet det vi hadde lært fra spillet, eller det vi husket, også fikk vi skrive..
> E2: Også er det.
> E1: Så fikk vi etterpå gått tilbake og spilt igjennom
> E2: Også er det mye lettere å huske det siden man kan liksom gå tilbake og se hva man har skrevet. Det er ikke alltid man kan gå tilbake på spillet og se alt man har gjort i hver minste detalj, men man ser jo bildet av konseptkartet og akkurat som det med at man hadde revet ned kullkraftverk, og det har jo tilknytning med energi, at man mistet energi og jobber og da hang det samme med spillet og konseptkartet at hvis man liksom, det blir ikke nok av å bare spille det men det blir heller ikke nok av å bare ha konseptkartet. Man må liksom sette dem sammen for at det skal bli bra nok.

I elevsitatene viser elevene til positive erfaringer fra å jobbe med konseptkart samtidig som de jobbet med problemløsningsoppgaver. Slik intervjusitatene vurderes skapte konseptkartene en struktur i læringsarbeidet. Elevene fikk prøve seg frem, og reviderte sin konseptuelle forståelse, for så å gjennomføre deler på nytt. Med utgangspunkt i empirien kan det virke som denne arbeidsmetoden førte til at elevene så en sammenheng mellom problemløsningsoppgavene og representasjonen av de interne modellene i konseptkartene.

En elev nevner at det er lettere å huske informasjon siden konseptkartet dannet et bilde eller en helhet av det som ble opplevd i den virtuelle verden. Eleven nevner at valgene som ble gjort i problemløsningsarbeidet hadde påvirkning på hvordan konseptkartene ble konstruert. Slike tolkninger er i tråd med Jonassen & Easter (2013) sine teorier om problemløsende arbeid som grunnlag for konseptuell endring.

Problemløsningsoppgaver kan skape en bevissthet og et behov for å reorganisere allerede etablert kunnskap (Jonassen, 2011). Oppgavene la i noen grad grunnlag for at elevene kunne reorganisere den etablerte kunnskapen (kapittel 5.2.2). For flere av elevene skapte problemløsningsarbeidet et behov for synliggjøre tankeprosessen og skape en ekstern representasjon av de interne modellene som ble brukt. Dette for å få oversikt, men også for å bruke kunnskapen i møte nye problemløsningsoppgaver. Med utgangspunkt i elevsitatet kan det virke som relasjonen mellom konseptkartet og problemløsningsoppgavene var av betydning for elevene.

I empiriinnsamlingen var det vanskelig å observere hvorvidt elevene løste de nye problemene på annerledes etter å ha arbeidet med konseptkartene. Det kan likevel virke som arbeidet bidro til at elevene løse problemene med utgangspunkt i den helhetlige forståelsen om hvordan elementene i byen påvirket hverandre.

Ifølge Reeves og Patricia (2013) kan eksperimenterende læring, som simuleringer, bidra til at undervisningen oppleves meningsfull, og gir elever en dypere forståelse. Den nye kunnskapen som elevene tilegnet seg dannet grunnlag for ideer, skjemaer og mentale modeller som var situasjonsavhengig ut fra konteksten som kunnskapen ble tilegnet i. Elevenes ideer, skjemaer og deres mentale modellene skulle danne grunnlag for at de kunne se helheten i undervisningen (Novak, 2010; Hattie og Yates, 2014[1]), og skulle gi elevene et utgangspunkt for en utvidet konseptuell forståelse. Problemtypene som elevene møtte, varierte fra problemer som var strukturerte til mindre strukturerte. I følge Lee, Jonassen og Teo (2009)

kan elever som arbeider med mindre strukturerte problemer med fordel eksternalisere tenkningen og teste egne teorier, for å utvide egen forståelse.

Det kan virke som de mindre strukturerte problemene skapte et større behov for oversikt. Slik elevenes arbeid er vurdert bidro konseptkartene til å skape en oversikt, spesielt i de siste delene. Ved hjelp av eksternaliseringen fikk elevene mulighet til å evaluere eller sammenligne de interne modeller opp mot det de hadde erfart i spillet. Som vist i elevsitatet under opplevde de å lære i denne prosessen.

> E3: Ja, jeg lærte at når jeg laget konseptkartet så fikk jeg mye mer oversikt over hvordan systemet i byen fungerte og bebyggelsen og alt det grunnleggende som hvordan ting fungerte.
> E2: Man kunne jo få følelsen av, nesten som ordfører som måtte.. Man fikk liksom, gjennom spillet, føle at man var ordfører og gjennom konseptkartet så kunne man tenke at dette her var et dokument man laget og skulle liksom se hva man kunne forbedre for byen man styra.

I elevsitatet viser elevene til konseptkartet som et viktig dokument som skapte en helhetlig representasjon av problemløsningsprosessen. Det er interessant at en av elevene nevner at konseptkartene bidro til at arbeidet med problemløsningsoppgavene kunne forbedres. Siden eleven nevner at konseptkartet kan sees som et dokument som hadde betydning for utviklingen av byen, viser det at problemløsningsprosessen og arbeidet med konseptkartet var situasjonsavhengig og hadde betydning for hvordan problemene ble løst.

Arbeid med simuleringer eller systemdynamiske modeller kan være en utfordrende og engasjerende aktivitet. Arbeidet med problemløsningsoppgaver og konseptkart krever at elever analyserer, systematiserer og evaluerer kunnskapen for å lage en ekstern modell som støtter deres konseptuelle forståelse av systemet de jobber med. Det kan virke som elevenes konseptkart bidro til at omstruktureringen på det mentale planet ble enklere, siden representasjonen ble et bilde av deres konseptuelle forståelse.

5.3.3 Elevenes konseptkart

Det ble satt av en undervisningstime, den første dagen av undervisningsopplegget, slik at elevene fikk vise til sine bakgrunnskunnskaper. Videre følger notater fra observasjon:

> Elevene startet med konseptkart. Fikk se elevarbeid fra 5. trinn for å bygge på forkunnskapene. Individuelt arbeid med konseptkart basert på forkunnskaper. Denne gruppen fikk informasjon om å personifisere konseptkartene i større grad. Erfaringer

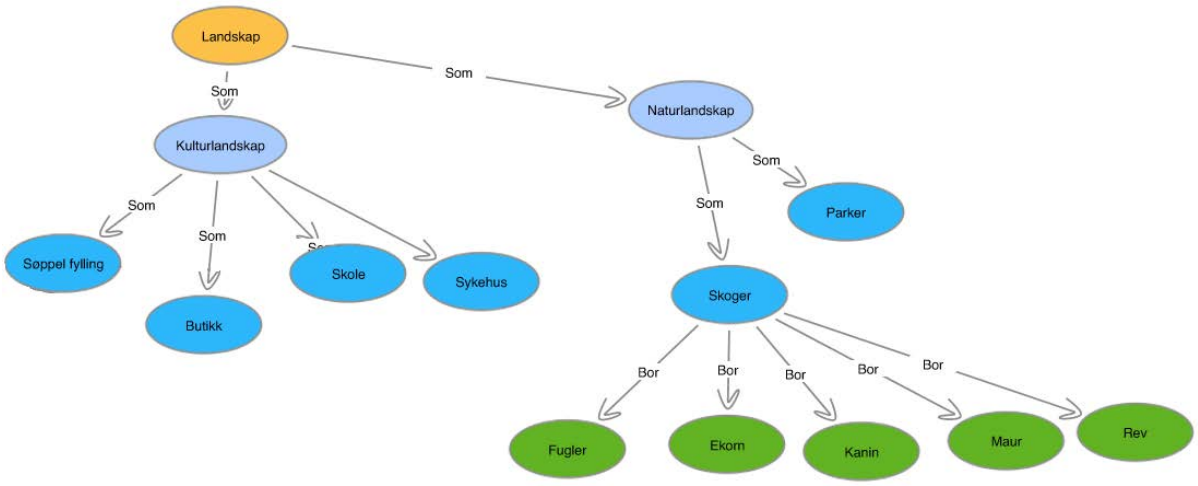
> fra forrige time var at mange brukte generelle begreper uten å kunne knytte dem nødvendigvis mot det som emnet omhandler

I observasjonsnotatet er begrepet forkunnskaper brukt. Det er i analyse og drøftingsdelen valgt å omdefinere forkunnskaper til bakgrunnskunnskaper. Begrepet belyser, etter min mening, de samme aspektene. Som nevnt i casebeskrivelsen ble undervisningen gjennomført på to rom. Først for elevgruppen på det ene rommet og så for elevgruppen på det andre. De første konseptkartene, som skulle vise elevenes bakgrunnskunnskaper, skulle også belyse mulige konseptuelle misoppfattelser. På grunn av tiden, ble ikke disse konseptkartene vurdert grundig før elevene bygget videre på dem.

Konseptuelle misoppfattelser (Vosniadou, 2013), som elevene eventuelt måtte ha, ble ikke bedømt å være gale eller feile oppfattelser i veiledningen av elevene. De ble heller sett på som et utgangspunkt for videre arbeid. Målet var å skape en god nok oversikt over bakgrunnskunnskapene elevgruppen hadde til den sentrale ideen. Elevene dokumenterte konseptkartene gjennom skjermdumper, slik at de kunne analyseres i forskningsarbeidet.

En av utfordringene som ble observert, var mangelen på spesifikke eller personlige deler. Elevene så ut til å bygge sine bakgrunnskunnskaper i bredden med generelle konsepter, i stedet for å bygge i dybden med mer spesifikke personlige konsepter. Dette medførte at mange av konseptkartene ble brede uten en personifisering som spesifikke og personlige konsepter gir. Ifølge Novaks (2010) teorier om en hierarkisk struktur, bygget elevene i for stor grad på kvantiteten av informasjon foran kvalitet.

Ut fra den sentrale ideen, bygget eksempelvis en elev på konseptet *landskap,* og lenket dette konseptet sammen med det nye konseptet *naturlandskap.* Eleven viste til sine bakgrunnskunnskaper fra et tidligere undervisningsopplegg om landskapstyper. Under *naturlandskap* brukte eleven lenkeordene *som* og definerte de nye konseptene *skoger* og *parker.* Under *skoger* brukte eleven lenkeordene *bor* og ramset opp dyrearter som kan bo i skoger. Konseptkartet (figur 9) til denne eleven virket å bygge på kvantitet, foran kvalitet siden de nye konseptene *fugler*, *ekorn*, *kanin*, *maur*, *rev* osv. ikke direkte kunne relateres til den sentrale ideen og hovedspørsmålene i undervisningsopplegget.



Figur 9: Konseptkart som skulle belyse bakgrunnskunnskaper

Ut fra figur 9 kan det virke som eleven presenterte overflatekunnskap (Hattie & Brown, 2004), siden ideene om dyrene i skogen ikke ble tilstrekkelig relatert til de andre sentrale konseptene. Slik konseptkartet blir tolket manglet eleven på dette tidspunktet dypere eller konseptuell forståelse for den sentrale ideen. Det er verdt å nevne at kunnskapen til eleven ikke ble sett på som feil eller en gal kunnskap, men heller et godt utgangspunkt for videre læring. Ønsket var at eleven skulle kunne redefinere sin konseptuelle forståelse av hvilke naturlandskap som kan forekomme i et bysystem. Videre følger notater fra observasjon:

> Erfaringer fra forrige time var at mange brukte generelle begreper uten å kunne knytte dem nødvendigvis opp mot det som emnet omhandler. 22 elever brukte tidligere elevarbeid. En mulig utfordring å personliggjøre det, nesten ingen elever som gjøre det. Er personliggjøring lettere med andre verktøy?

For å oppnå et godt resultat var det av betydning at elevene følte et eierforhold til konseptkartene sine. Gjennom å ta utgangspunkt i bakgrunnskunnskapene opplevde flere av elevene at kartene fortalte noe om dem selv, og deres egen forståelse. Slik virket det som de fikk et eierforhold til produktet. Som vist i observasjonsnotatet var en av utfordringene å personliggjøre konseptkartene. Personliggjøringen skulle bidra til at de nye konseptene som elevene lærte hadde betydning for dem og dannet en utvidet konseptuell forståelse for den sentrale ideen.

Konseptkartene som inneholdt kvantitative konsepter virket å kunne distrahere elevene i læringsarbeidet. Mange konsepter, som ikke direkte kunne knyttes til den sentrale ideen, førte til at noen av elevene sporet av og ikke opererer innenfor rammene til

undervisningsopplegget. Eleven som viste til mange dyrearter i skogen hadde nok et ønske om å oppnå et godt resultat. Eleven ønsket å vise til alle ideene sine, uten å kunne relatere dem til undervisningsoppleggets sentrale ide. I det videre arbeidet kunne det oppstått problemer når eleven skulle beskrive alle konseptene. Eleven måtte ha brukt mye tid og ressurser på beskrivelsene for å blitt ferdig innenfor tidsrammen på undervisningsopplegget. Konsepter av lavere orden kan inneholde stor grad av detaljkunnskap, noe eleven mest sannsynlig ikke hadde kunnet skaffe fra arbeidet med problemløsningsoppgavene i det digitale spillet.

For å personliggjøre konseptkart i større grad, kunne elevene knytte grafiske figurer til sine konsepter. Inspiration Maps inneholdt en database med grafiske symboler som kunne legges til hvert enkelt konsept. Grafiske figurer kunne bidratt til en visuell støtte og en mer helhetlig representasjon. I empiriinnsamlingen fikk elevene beskjed om å ikke bruke visuelle representasjoner som bilder og symboler. Grunnen var at tiden var for kort for denne typen av personliggjøring. Elever som leter etter riktige symboler eller bilder kan bruke mye tid for å finne de riktige symbolene eller de riktige bildene som passer sammen og belyser de aktuelle konseptene.

En annen mulighet for å personliggjøre, kunne vært å latt elevene velge mellom andre eksterne verktøy i læringsarbeidet (Hveem, 2005; Kristiansen 2014). Ved å velge egne eksterne verktøy kunne elevene velge det de selv mener passer formålet med undervisningen. For å være i stand til å gjøre slike valg er det av betydning at elevene kjenner fordelene og mulighetene de ulike eksterne verktøyene representerer. Med utgangspunkt i tiden, samt masteroppgavens formål, fikk ikke elevene i denne undersøkelsen velge egne eksterne verktøy i arbeidet.

For å forsterke ønsket om en dypere eller konseptuell forståelse, ble det poengtert viktigheten av å vise spesifikke og personlige konsepter som kunne relateres til elevenes forståelse av byen som et sammensatt system. Det ble videre observert at flertallet av elevene, etter hvert, ble mer kritisk til hvilke nye konsepter de la til i konseptkartene. Den strukturelle kvaliteten på konseptkartene økte tilsynelatende hos mange av elevene etter tilbakemeldingen.

I perioden der elevene arbeidet med konseptkartene, ble det observert noen elever som gikk på Internett for å finne relevant informasjon. De to elevene som gjorde dette fikk beskjed om å bare bruke sin egen forståelse for problemløsningsarbeidet når de jobbet. En slik erfaring ble sett på som positivt da hendelsen medførte at saken ble tatt opp i plenum på begge

rommene. Det var viktig for det videre arbeidet at elevene ikke brukte, eller hentet informasjon utenom det de lærte gjennom konseptlisten og arbeidet med problemløsningsoppgavene.

Det var avgjørende å ikke gi elevene ny informasjon ut over det de møtte i bruken det digitale spillet. Det var heller hensiktsmessig å gi elevene veiledning i deres egen tankevirksomhet. Formålet var at elevene skulle konstruere kunnskapen selv. Derfor ble jeg og min kollega, malen for konseptkartet, konseptlisten og det digitale spillet, stillasbyggere som skulle sette elevene i stand til å forstå de sentrale konseptuelle modellene i undervisningen.

Alle konseptkartene som elevene arbeidet med, var bygget i et hierarkisk system med krysslenker og lenkeord. Det kan virke som elevene var bevisst på hvilke krysselenker de brukte mellom konseptene. Siden krysslenkene skape en mulighet for å koble lenkeord til konseptene, brukte de fleste av elevene denne funksjonen. Tekstboblene, som utgjorde konseptene, kunne i applikasjonen Inspirations Maps flyttes slik eleven selv ønsket. Dette gav dem frihet når de skulle plassere konsepter som naturlig kunne knyttes sammen. Målet var at elevene skulle se sammenhenger mellom malen som var skapt av lærer, sine egne bakgrunnskunnskaper og den nye kunnskapen de tilegnet seg gjennom å arbeide med problemløsningsoppgavene. Konseptkartene gav elvene tilsynelatende god oversikt over problemområdene og de ulike faktorene som påvirket hverandre. I et av intervjuene nevnte elevene muligheten til å kunne lære av å se sammenhenger.

> E4: Det er ganske smart for man kan skrive om det man skal lære etterpå, sånn i konseptkartet.
> E1: Så kan man også legge til, hvis du ser sammenhenger mellom forskjellige ting som man kan bruke i spillet. Så kan man legge det inn i konseptkartet også.
> Forsker: Mhm.
> E1: Og ikke bare lage ting som kommer i det ene emnet. Man kan også sette krysslenker fra et begrep til et annet, slik at man får sett sammenhenger.

I elevsitatet vises det til en positiv effekt av å kunne bearbeide den nye kunnskapen som ble tilegnet. Ifølge Hyerle (2009) kan det være viktig å la elever reflektere over prosessen samt se hvordan deres forståelse øker gjennom å bygge konseptkart. Muligheten til å se, samt konstruere egne sammenhenger som var relatert i forhold til elevenes bakgrunnskunnskaper, virker i denne sammenhengen å gi mening for mange.

> E4: Hver gang man hadde spilt spillet og skulle skrive litt på konseptkartet så kom det alltid nye ting som vi fikk skrive.
> Forsker: Si litt mer om det.
> E4: Fordi da hadde man for eksempel lært mer om forurensning, hvordan det holdt til. Da kunne man kanskje lage en boble om forurensning og kullkraftverk.
> E1: Ja, pluss når jeg for eksempel skrev i boka eller i konseptkartet, fikk det meg til å gruble litt mer over hva var det jeg gjorde.

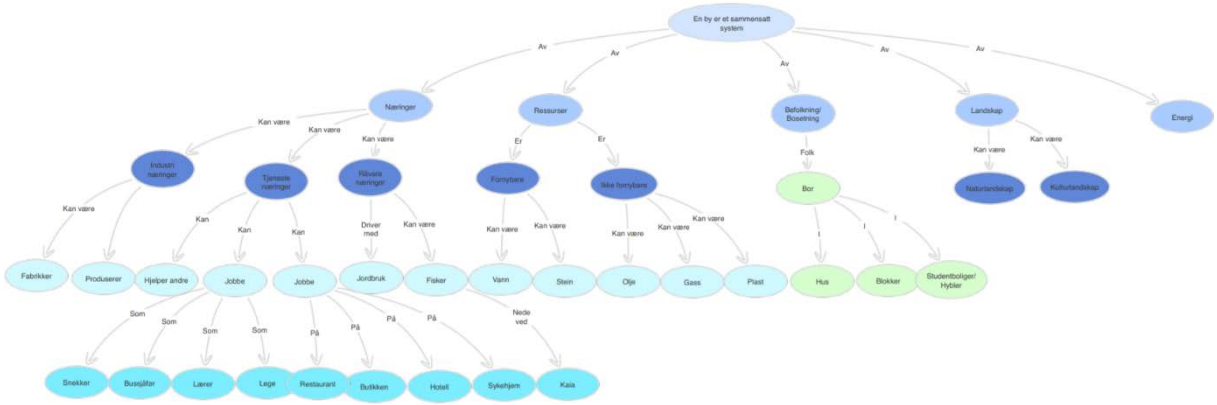
Elevene bearbeidet informasjonen i konseptkartene og brukte den bearbeidede informasjonen i videre arbeidet. Arbeidet skapte en oversikt, og bidro til at elevene løste problemene på en mer gjennomtenkt måte. Det kan virke som arbeidet med konseptkartene ble vanskeligere og mer utfordrende jo mer spesifikke konseptene ble. Konseptene av lavere orden inneholdt detaljkunnskap som elevene måtte bruke ekstra tid for å tilegne seg. Det digitale spille la ikke opp til at elevene kunne skaffe seg store mengder av denne typen av informasjon, eller detaljkunnskap, som dannet grunnlag for lavere ordens konsepter. For å bygge lavere ordens konsepter måtte elevene aktivt lete etter detaljer i spillet slik at konseptkartene fikk mer dybde. I lys av slike funn var det i etterkant forståelig at noen av elevene ønsket å søke på Internett for mer informasjon som kunne bygge opp under deres konseptuelle forståelse. Elevene trengte kvalitet på de nye konseptene som ble lagt til, i tillegg til noen konsepter som var av lavere orden for å kunne relatere disse til andre og se sammenhenger. Det gav også utgangspunkt for å vurdere hvorvidt konseptene kunne påvirke hverandre. Om undervisningsopplegget hadde åpnet for bruk av Internett, hadde nok konseptkartene inneholdt større grad av lavere ordens konsepter og mer spesifikk informasjon.

5.3.4 Konseptkart – noen eksempler

Med utgangspunkt i empirien er det i denne delen valgt å vise til noen eleveksempler fra konseptkartene som ble konstruert i undervisningen. Formålet er å vise elevenes utvikling, samt drøfte hvorvidt deres utvikling førte til konseptuell endring innenfor rammene til undervisningsopplegget. Konseptkartene er skjermdumper fra elevenes arbeid på iPad. Bildene av konseptkartene er forminsket for å få plass på sidene. Det kan være vanskelig å tolke innholdet på grunn av størrelsen. Formålet er å vise til strukturen og relasjonene mellom konseptene. I tilfeller der det blir vist til innholdet i konseptkartet, blir disse utdypet og beskrevet i teksten. Det blir i denne delen vist til to eleveksempler.

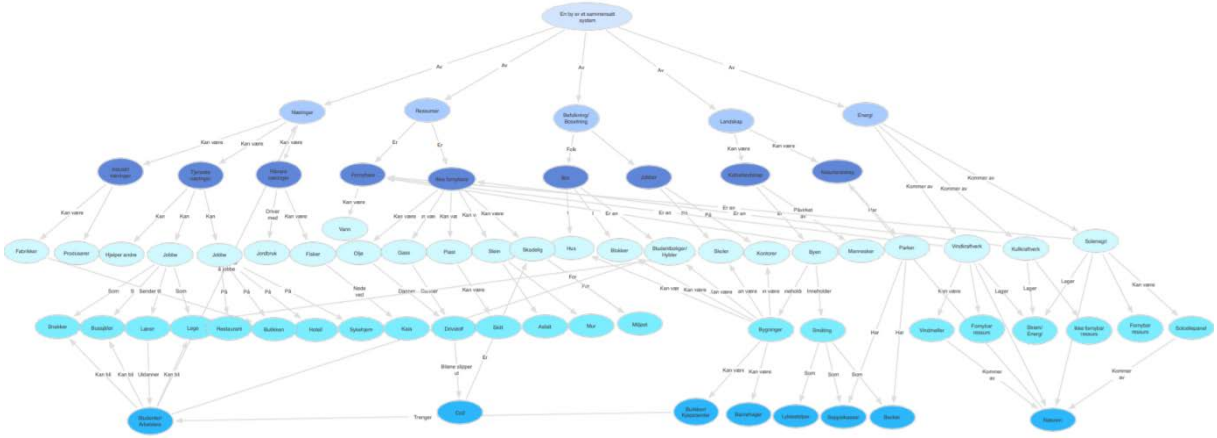
Det første eleveksempelet er hentet fra første time av undervisningsopplegget. Som nevnt skulle konseptkartet belyse elevens bakgrunnskunnskaper. Som vist i figur 10 har eleven laget

et konseptkart som er hierarkisk strukturert med den sentrale ideen på topp. Konseptkartet har fem nivåer som går fra konsepter av høy orden til konsepter av lavere orden. Eleven har valgt å fargekode nivåene i konseptkartet for å tydeliggjøre nivåforskjellene.



Figur 10: Konseptkart, elev 1 (første dag av undervisningsopplegget)

Med utgangspunkt i eleveksempelet, kan det virke som denne eleven fikk for lite tid til å bli helt ferdig med beskrivelsene av alle konseptene. Det ble i undervisningen observert at arbeidsroen var god og at elevene fikk konsentrert seg om arbeidsoppgaven. Likevel viser empirien at enkelte av elevene manglet beskrivelser av noen av de sentrale konseptene. Om undervisningsopplegget hadde vart over en lengre periode, kunne denne delen med fordel vært utvidet slik at bakgrunnskunnskapene i større grad hadde blitt belyst. Eleveksempelet viser at eleven i noen grad kunne relatere sin bakgrunnsforståelse til den sentrale ideen. Under konseptet næringer ble nye konsepter som *industrinæring*, *tjenestenæring* og *råvarenæring* lagt til ved hjelp av krysslenker og lenkeord. Eleven synte, på tross av å ikke bli helt ferdig, god forståelse i denne delen. Eleven viste blant annet til flere lavere ordens konsepter.

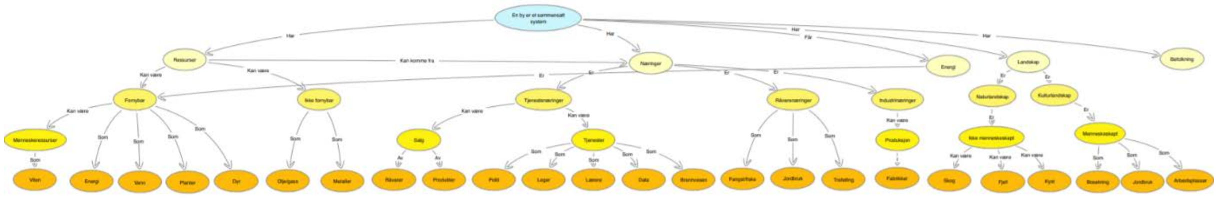


Figur 11: Konseptkart, elev 1 (siste dag av undervisningsopplegget)

Figur 11 viser skjermdump av den samme elevens ferdige konseptkart. Kartet defineres som et relativt omfattende semantisk nettverk som belyste den sentrale ideen i undervisningsopplegget. Konseptkartet beskriver alle de sentrale konseptene som elevene arbeidet med. Kartet blir vurdert til å være en god ekstern representasjon (Jonassen, 2011) av elevens interne modeller. Gjennom å konstruere konseptkartet har eleven vist å utvikle sine primære konsepter og gjort dem synlig for andre (Hyerle, 2009).

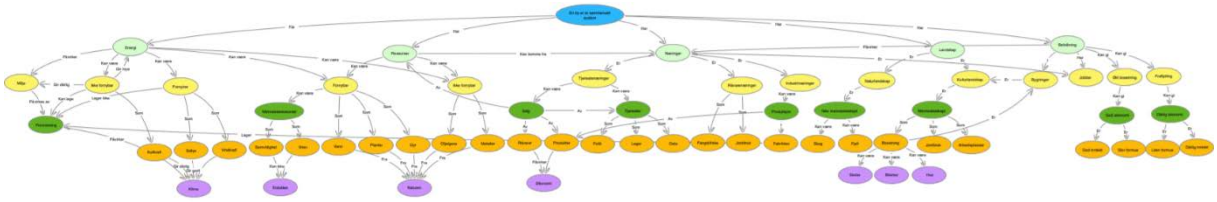
Elevens konseptkart består av mange krysslenker. Det er interessant å se at eleven har brukt krysslenker som går på tvers av kartet og knytter ulike konsepter sammen. Ved å bruke krysslenker og lenkeord viste eleven å kunne se sammenhenger mellom konseptene. Eleveksempelet viser at eleven ser en tydelig sammenheng mellom *fornybare* og *ikke-fornybare* ressurser og energikilder. Eleven har definert alle energikildene ved hjelp av krysslenker til ressursene energikildene stammer fra. Eksempelvis har eleven dratt krysslenker fra *vindkraftverk* og *solenergi* til *fornybare* ressurser, og krysslenke fra *kullkraftverk* til *ikke-fornybare* ressurser. Eleven har valgt å bruke lenkeordene *er en* mellom ressursene og energikildene. I følge Novak (2010) og Howland, Jonassen og Marra (2012) sier kvaliteten på krysslenker og lenkeord noe om elevens faglige forståelse. Konseptkartet i eleveksempelet over, har tilsynelatende god faglig kvalitet og viser at eleven tilegnet seg ny kunnskap som kan knyttes sammen med bakgrunnskunnskapene på et relasjonsnivå. Slik konseptkartet blir tolket har eleven brukt sine relaterte ideer og utvidet dem slik at elevens skjemaer og mentale modeller i noen grad kommer til syne. Det kan derfor virke som eleven har tilegnet seg en økt konseptuell forståelse innenfor domenet til undervisningsopplegget.

I det andre eleveksempelet (figur 12) har eleven startet med å synliggjøre sine bakgrunnskunnskaper. Konseptkartet har også her en hierarkisk oppbygging med fem nivåer som er fargekodet. Siden eleven allerede første dag bruker krysslenker og lenkeord mellom de sentrale konseptene kan det virke som eleven hadde gode bakgrunnskunnskaper og kunne i noen grad relatere disse til den sentrale ideen, før undervisningsopplegget startet. Eleven viste tilsynelatende gode kunnskaper og kunne allerede her beskrive konseptenes sammenheng.



Figur 12: Konseptkart, elev 2 (første dag av undervisningsopplegget)

Strukturen og innholdet i kartet forteller noe om elevenes konseptuelle forståelse og elevens konseptuelle rammeverk (Jonassen & Easter, 2013). Eleven har i dette eksempelet valgt å i legge til flere nye emner under den sentrale ideen. De nye konseptene ble sett på som relevante og hadde tilsynelatende god kvalitet. Kvalitative og relevante konsepter skapte en presis modell av problemområdet som eleven skulle arbeide med. Slik hadde eleven gode forutsetninger for å jobbe med problemene som skulle løses i det digitale spillet.



Figur 13: Elev 2 (siste dag av undervisningsopplegget)

Figur 13 viser skjermdump av elevens ferdig kart. Det er interessant å se at eleven har valgt å endret plasseringen på noen av de sentrale konseptene. Eleven har eksempelvis valgt å endre plasseringen på konseptene ressurser og energi. Slik det blir vurdert, er dette for å i større grad kunne knytte sammenhenger til andre relevante emner.

Eleven har også valgt å bevege seg opp og ned i det hierarkiske systemet for å koble sammen konsepter med krysslenker. Eksempelvis har eleven valgt å bygge på *energi* (til venstre i konseptkartet) med *ikke-fornybare* energikilder. Eleven brukte krysslenker for å knytte sammen disse konseptene med lenkeordet *kan være.* Eleven har videre brukt en ny krysslenke for å bevege seg opp tilbake til det samme konseptet av høyere orden med krysslenke og lenkeordet *gir mye.* Slik elevarbeidet fremstår har eleven tilegnet seg kunnskap om at energikilder kan være ikke-fornybare, samtidig som eleven viser at ikke-fornybare energikilder gir mye energi.

Ifølge Hyerle (2009) danner slike sammenhenger et svar eller en definisjon av et problemområde, og kan være meningsfull for eleven som har konstruert sammenhengen. Bruken av krysslenker og lenkeord danner grunnlag for diskusjon og kan, slik det blir vurdert, med fordel brukes i analysearbeid sammen med eleven.

Konseptkart kan skape fagkunnskaper på et relasjonelt nivå, som vist over. Eleven kan presentere sine fagkunnskaper muntlig eller skriftlig. Novak (2010) viser til konseptkart som et alternativ til tradisjonelle prøver og tester. Muligheten til å synliggjøre ideer, skjemaer og mentale modeller gjennom bruk av eksterne modeller skaper, slik det blir tolket i denne

oppgaven, en semantisk struktur og en helhetlig representasjon av elevens forståelse for en sentral ide i et undervisningsopplegg.

5.3.5 Muligheter for konseptuell endring

Noen av elevene opplevde ikke det sterke behovet for å gjøre radikalt store endringer på konseptkartene sine. Likevel hadde elevene en oppfattelse av at de hadde lært noe i løpet av prosessen.

> E1: Jeg føler jeg kan mer, for jeg føler at jeg vet mer om hvordan ting henger sammen. For eksempel kullkraftverk henger mye mer sammen med mennesker, og hvis det fjernes kullkraftverk så fjerner man jobber og strøm, også fjerner.. Også veldig mange ting som henger sammen som jeg ikke visste fra før.
> Forsker: At ting henger mye mer sammen enn du trodde det gjorde?
> E1: Ja
> Forsker: Samme oppfattelse av dere andre?
> E3: Ja, jeg følte også det.
> E2: At vi kanskje tror at den ene jobben kanskje ikke har nå med den andre å gjøre, men når man kommer til alt så har det noe med det, for viss den ene lille jobben vi ikke ser så mye til, visst den blir droppa så legger vi mer merke til det. Så visst det er busser som ikke brukes, som de hadde på SimCityEDU, så hadde veldig få elever kommet seg til skolen. Men når vi fikk flere busser da var problemet borte fordi man tenkte kanskje ikke over at det var nødvendig med busser. Men når det ikke var busser så ser man jo at det var et problem.
> Forsker: Og da fikk du på en måte en forståelse av hvordan samfunnet fungerte?
> E2: Ja, liksom alt henger sammen når man kommer til alt.

Undervisningsopplegget virket å bidra til at elevene i større grad så sammenhenger mellom konsepter. Dette var i tråd med den sentrale ideen for undervisningsopplegget og hovedspørsmålene som ble presentert i oppstarten. Gjennom å konstruere konseptkart kan det virke som elevene reflekterte over prosessen, og hvordan deres forståelse økte.

Undervisningsopplegget hadde et kognitivt konstruktivistisk utgangspunkt, der elevene skulle utvikle sin konseptuelle forståelse innenfor et tverrfaglig undervisningsopplegg. Formålet var ikke å lede elevene gjennom den konseptuelle endringsprosessen, men heller la eleven, i arbeid med problemløsningsoppgaver, teste sine egne ideer, skjemaer og mentale modeller for så å synliggjøre disse. Fremdriften baserte seg på en ikke-lineær tankegang (Halldén, Scheja & Haglund, 2013), der eleven selv skulle erfare og oppleve behovet for å endre sin konseptuelle forståelse innenfor rammene til den sentrale ideen.

Sterke former for konseptuell endring krever stor grad av omstrukturering i elevenes interne modeller. Med utgangspunkt i empirien ble det ikke observert eller synligjort eksempler der elever gjorde radikalt store endringer i sine konseptkart. Dette fra det første konseptkartet som skulle belyse bakgrunnskunnskapene, til det siste som skulle belyse den konseptuelle endringen. Årsakene til dette kan være flere.

Tiden som undervisningsopplegget strak seg over hadde en påvirkning på hvordan elevene konstruerte sine konseptkart. I arbeidet med bakgrunnskunnskapene kunne elevgruppen med fordel jobbet flere dager. Det kunne medført at konseptkartene dannet en fullstendig representasjon av deres konseptuelle forståelse før de skulle skape en ekstern representasjon av problemløsningsarbeidet. Om selve undervisningsopplegget hadde pågått over lengre tid, hadde nok elevene i større grad kunne synliggjort utviklingen av sine konseptuelle forståelse for den sentrale ideen. Konseptuelle endringsprosesser er en modningsprosess som tar tid, men kan ifølge Hattie (2015), Vosniadou (2013) og Mayer (2014) forekomme i undervisning.

Det digitale spillet bidro til at elevene kunne teste sine mentale modeller, og kan defineres som en virtuell problemløsningsarena. Elevene arbeidet med problemtyper som de måtte ta stilling til. Det kan virke som problemløsningsoppgavene var en hensiktsmessig læringsaktivitet for å sette elever i situasjoner der de måtte endre eller justere sine hypoteser og sine mentale modeller. Arbeidsmetoden kan legge grunnlag for konseptuell endring. Tiden som undervisningsopplegget strak seg over, kvaliteten på problemsituasjonene og graden av mening problemløsningsoppgavene gav, spilte en rolle for hvorvidt elevene følte behovet for å endre sin konseptuelle forståelse.

For å forsterke den konseptuelle endringsprosessen i løpet av tiden som var til rådighet, kunne elevene fått muligheten til å sammenligne konseptkartene med hverandre, eller presentert disse for resten av trinnet. Jonassen & Easter (2013) poengterer at elever som får muligheten til å sammenligne sine konseptkart med andres, oftere kan oppleve et behov for å revurdere og reorganisere sine egne konseptuelle forståelse. De ser hvordan andres modeller kan representerer den sentrale ideen i undervisningen, og kan på bakgrunn av dette endrer sin egen forståelse.

5.3.6 Kort oppsummering

En dypere forståelse av kunnskap kan gi utgangspunkt for konseptkunnskap, i motsetning til overflate eller faktabasert kunnskap. Problemløsningsarbeid i digitale spill eller simuleringer

er en utfordrende og engasjerende aktivitet som kan legge grunnlag for dybdelæring. For at ny kunnskap skal kunne oppleves meningsfull, må elever relatere det de skal lære opp mot det de har erfart og sine bakgrunnskunnskaper.

Få av elevene gjorde radikalt store endringer i sine konseptkart, fra det første som skulle belyse bakgrunnskunnskapene, til det siste som skulle belyse den konseptuelle endringen. Årsakene til dette kan blant annet være tiden som undervisningsopplegget strak seg over, kvaliteten på problemsituasjonene og graden av mening problemløsningsoppgavene gav. For å forsterke den konseptuelle endringsprosessen, i løpet av tiden som var til rådighet, kunne for eksempel elevene fått muligheten til å sammenlignet konseptkartene med hverandre, eller presentert disse for resten av trinnet.

Flertallet av elevene utvidet konseptkartene på et relasjonelt nivå og brukte krysslenker og lenkeord for å forsterke relasjonen mellom de nye konseptene som ble lagt til. Det førte til at de i større grad kunne synliggjøre sine sekundære konsepter og danne en mer helhetlig forståelse for den sentrale ideen i undervisningsopplegget.

6.0 Konklusjon og oppsummering

Målet med masteroppgaven har vært å belyse relevante problemløsningsprosesser som digitale spill kan gi, samt vurdere hvorvidt et tverrfaglig undervisningsopplegg som inneholder slike arbeidsmetoder kan gi økt konseptuell forståelse eller konseptuell endring. Masteroppgavens problemstilling er blitt konkretisert og klassifisert gjennom to forskningsspørsmål. Operasjonaliseringen er valgt for å avgrense fokuset og for å i større grad gjøre problemstillingen målrettet.

Den overordnede problemstillingen for masteroppgaven har vært: «*Hvordan kan elever på mellomtrinnet bruke digitale spill til problemløsning?*». Problemstillingens to forskningsspørsmål har vært: «*Hvilke problemløsningsoppgaver møter elever gjennom bruk av digitale spill*» og «*Hvordan bidrar arbeid med problemløsningsoppgaver til konseptuell endring i et tverrfaglig emne i norsk og samfunnsfag på mellomtrinnet?*».

Sentrale funn fra undersøkelsen viser at elever kan bruke digitale spill til problemløsning. Digitale spill skaper virtuelle problemløsningsarenaer som elever kan operere i. I studiet møtte elevene interaktive og dynamiske problemløsningsoppgaver som varierte i struktur og kompleksitet. Problemløsningsoppgavene bidro til at elevene kunne bruke både sine deklarative og sine prosedurale kunnskap. Elevene brukte sine interne modeller, for så å teste dem gjennom virtuelle handlinger. Anledningen til å teste ting, skapte muligheter som andre arbeidsformer virket å mangle. Muligheten til å gjøre egne valg virket å bidra til at elevene kunne se sammenhenger og danne en mer helhetlig forståelse. Konseptkart, som et annet eksternt verktøy, bidro til at elevene fikk eksternalisert tenkningen. Eksternaliseringen førte til en oversikt, og en mulighet til å se hvordan konsepter kunne sammenlignes med hverandre i problemløsningsarbeidet. Konseptkartene ble brukt for å belyse elevenes bakgrunnskunnskaper, samt vurdere deres konseptuelle endring. Ingen av elevene gjorde radikalt store endringer etter å ha arbeidet med problemløsningsoppgavene. Likevel viste flere av elevene til en økt konseptuell forståelse for den sentrale ideen i undervisningen.

Masteroppgavens formål har vært å peke på funn som kan bidra til økt forståelse. Det er valgt å starte med en hovedkonklusjon for så å oppsummere sentrale trekk i forskningen. Til slutt vises det til avsluttende refleksjoner for å danne et metablikk over eget forskningsarbeid.

6.1 Elevenes arbeid med virtuelle problemer

Med utgangspunkt i samfunnsutviklingen, er det i dag et behov for at elever tilegner seg, og bruker kunnskap og ferdigheter på nye måter. Tradisjonelle arbeidsformer virker ikke å legge

til rette for at elever lærer ferdigheter og kompetanser for det 21. århundre. Bruk av digitale spill, som et eksternt verktøy i undervisning, kan skape nye muligheter, og kan gi elever virtuelle problemløsningsarenaer der de kan møte problemtyper som oppleves meningsfulle.

Virtuelle problemløsningsarenaer kan gi grunnlag for dybdelæring. Problemløsningsoppgavene som elevene møtte skapte, et behov for at de måtte reorganisere den allerede etablerte kunnskapen for å nå en løsning på problemene. Graden av reorganiseringen virket å avhenge av vanskegraden på problemløsningsoppgaven og mulighet eleven fikk til å gjøre egne handlinger. Handlingene la grunnlag for at elevene kunne teste sine mentale modeller.

Funnene viser at elevene møtte variasjon i problemløsningsarbeidet. Alle problemene hadde grader av struktur, kontekst, kompleksitet og dynamikk. Problemtypene gikk fra strukturerte til mindre strukturerte problemer. Det ble spesielt observert at problemene som elevene møtte tidlig, hadde større grad av struktur sett sammenlignet med problemene elevene møtte i de senere delene.

Den virtuelle konteksten var i stor grad den sammen i løpet av hele undervisningsopplegget. I flere av de kvalitative intervjuene pekte elevene på at kompleksiteten økte etter hvert som de arbeidet med problemene. Vanskegraden virket å øke proporsjonalt med kompleksiteten. Dynamikken som problemene bygget på, ble definert til å være interaktive dynamiske problemer. Funn viser at slike problemtyper inneholder variabler som elevene kan påvirke. I læringsarbeidet virket det å bidra til at elevene kunne erfare hvordan variablene hadde en påvirkningskraft på hverandre.

Funn fra forskningen viste at økt vanskegrad på problemer kunne føre til behov for samarbeid og diskusjon. I møte med problemløsningsoppgavene var det nødvendigvis ikke behov for støtte og veiledning fra lærer, men i større grad fra medelever. Behovet for samarbeid og diskusjon virker å ha utspring i situasjonsavhengigheten på problemløsningen og kompleksiteten på oppgavene.

Undervisningsopplegget hadde som mål å være meningsfull slik at elevene selv fikk erfare hendelser og kunne knytte disse til sine bakgrunnskunnskaper. Det kan virke som muligheten til å teste ting på egen hånd skapte en motivasjon for arbeid med problemer i digitale spill.

Alle problemene elevene møtte var interaktive og dynamiske problemløsningsoppgaver. Dette innebar at problemene endret seg på bakgrunn av interaktive valg som eleven tok, og var styrt

av direkte tilbakemeldinger. Interaktive og dynamiske problemløsningsoppgaver gav elevene muligheten til å løse problemene på ulike måter. Elevene kunne tilsynelatende velge egne løsningsforslag basert på tilbakemeldingene de fikk. Det virket å skape en motivasjon for å fortsette arbeidet.

Autentiske arbeidssituasjoner eller senario-basert læring kan være en tilnærmingsform som kan benyttes for å sette elevene i relevante problemsituasjoner. Den virtuelle verden som elevene arbeidet i, virket å gi dem en bedre oversikt over de eksterne faktorene som påvirket problemsituasjonene.

6.2 Digitale spill kan føre til problemløsning i et undervisningsopplegg

I empiriinnsamlingen skulle elevene bruke digitale spill som et eksternt verktøy i læringsarbeid. Det empiriske materialet viser at digitale spill med fordel kan brukes som et eksternt verktøy i problemløsningsarbeid. Det er likevel hensyn som må tas i forbindelse med planlegging, gjennomføring og evaluering.

Læringen i virtuelle problemløsningsarenaer, gir ikke bare definisjoner av begreper eller hendelser, men viser betydningen gjennom dynamiske handlingsmønstre. Situasjonsavhengigheten og konteksten virker å ha en betydning for hvordan problemene blir løst. Digitale spill kan være en læringsarena der elever kan ta risiko, uten at det fører til direkte personlige konsekvenser for dem selv.

Elever kan gjøre egne valg i digitale spill. Valgene virker å basere seg på deres erfaringer. Digitale spill som legger til rette for at elevene kan ta valg på bakgrunn av erfaringer, danner grunnlag for individuelle læringsløyper. Elevene viste å løse problemene på ulike måter, men uansett syntes elevene å oppleve mestring. Muligheten til å gjøre egne valg bidro til at undervisningen ble opplevd meningsfull.

Flere av elvene eksperimenterte med identiteter. Noen opplevde verdier og ønsker til personen de identifiserte seg med. Flere elever identifiserte seg med en person som kunne vært ordfører eller en person som hadde betydning for hvordan byen ble styrt. Empirien peker på at situasjonsavhengigheten, identitet-styrte handlinger og valgene som ble gjort, påvirket elevenes løsninger. Det kan virke som elevene kunne ta risiko med deres virtuelle identitet uten at det nødvendigvis fikk konsekvenser for deres personlige identitet.

Det tyder på at mindre strukturerte problemtyper, i digitale spill, kan føre til kognitiv belastning for noen. Graden av visuelle og auditive sanseinntrykk kan bli stor. Læring, gjennom bruk av digitale spill, virker å avhenge av elevens evne til å bearbeide sanseinntrykkene gjennom assimilering eller akkomodasjon.

Funn fra undersøkelsen indikerer at bruk av digitale spill kan føre til økt motivasjon for læring. Mange digitale spill bygger på tydelige motivasjonsprinsipper. Motivasjon kan føre til økt grad av kognitive prosesser hos elever, og kan videre danne grunnlag for meningsfull læring og dybdelæring. Elevene viste at motivasjonsprinsippene kunne skape en bro mellom fritidsaktiviteter og skolerelatert innhold. Problemløsningsarbeidet ble av flere sett på som en gøy læringsaktivitet. Belønningssystemer er et eksempel på en motivasjonsfaktor. Det empiriske utvalget viser at belønningssystemer kan føre til at elever gjentar elementer eller deler av spillet flere ganger for å oppå bedre resultater.

Til tross for at de fleste elevene viste til at bruk av digitale spilt førte til at de lærte bedre, pekte noen på fallgruver. I deler hvor eleven kunne oppleve progresjon gjennom å trykke på knapper uten å reflektere nevneverdig over læringsinnholdet, kan det virke som formålet med bruken forsvant. Når en oppgave eller et interaktivt problem har flere svaralternativer, og elever kan, gjentatte ganger, gjetter løsningsforslag uten å reflektere over innholdet, virker det som motivasjonen minsker.

6.3 Konseptkart kan vise til økt konseptuell forståelse og konseptuell endring

Som en del av læringsarbeidet skulle elevene skape eksterne representasjoner av sin konseptuelle forståelse. Elevenes konseptuelle forståelse bygget på deres interne modeller. Konseptkart ble brukt som et verktøy for å belyse deres konseptuelle forståelse, samt vurdere hvorvidt elevene kunne vise til en konseptuell endring i løpet av tiden som undervisningsopplegget strakk seg over.

Det ble i løpet av forskningsperioden vist at elever på mellomtrinnet med fordel kan bruke konseptkart for å danne seg et helhetlig bilde av emner eller en sentral ide. Funn fra undersøkelsen viser at muligheten til å eksternalisere de interne modellene bidro til at elevene i større grad kunne se sammenhenger mellom sentrale konsepter og vurdere i hvilken grad konseptene påvirket hverandre.

Undersøkelsen viser at elevenes bakgrunnskunnskaper var et sentralt utgangspunkt for læringsarbeid med formål å vise en konseptuell endring. I arbeid med konseptkart som tar utgangspunkt i elevenes bakgrunnskunnskaper, er det viktig å bruke tilstrekkelig med tid, slik at elevene får belyst sine bakgrunnskunnskaper godt nok. Mangler disse, får eleven heller ikke muligheten til å revidere disse i læringsarbeidet.

Undervisningsopplegget hadde som formål å danne en dypere forståelse av kunnskap som igjen skulle gi utgangspunkt for konseptkunnskap. For at den nye kunnskapen som elevene skulle tilegne seg gjennom problemløsningsarbeid skulle oppleves meningsfull, måtte elever kunne relatere det de skulle lære opp mot det de hadde erfart. Læringsarbeidet gav en dypere forståelse ettersom elevene kunne reflektere over kunnskapen på et relasjonsnivå.

Funn viser at krysslenker og lenkeord, i konseptkart, bidrar til at elever får en mer helhetlig forståelse. Gjennom å konstruere egne meninger opplevde flere av elevene å se sammenhenger mellom konseptene. Flere av elevene konstruerte konseptkart som viste til mye informasjon. Kartene inneholdt konsepter av høyere og lavere orden. Konsepter av lavere orden skapte et behov for presis informasjon. Om undervisningen hadde åpnet for andre informasjonskilder, hadde nok kartene kunne inneholdt flere lavere ordens konsepter og mer spesifikk informasjon. De eksterne verktøyene må legge til rette for denne typen av detaljkunnskap om elevene skal arbeide med lavere ordens konsepter. Strukturen i konseptkartene har betydning for hvordan elever kan relatere informasjonen til en sentral ide i et undervisningsopplegget. Elevene viste til at konseptkart bidro til at omstruktureringen på det mentale planet ble enklere.

6.4 Avsluttende refleksjoner

Forskningsarbeidet har bidratt til å gi meg en økt forståelse for hvordan digitale spill kan føre til problemløsningsarbeid i undervisning. Etter min mening kan bruken også overføres til andre undervisningssituasjoner eller andre emner. Mange av dagens klasserom inneholder digitale verktøy som kan benyttes for å gi elever virtuelle problemløsningsarenaer. Erfaringsmessig kan det være vanskelig å finne gode digitale spill som dekker læreplanstyrte mål. Mylderet av applikasjoner og spill er stort. Det virker likevel som økt fokus på innovativ bruk av digitale verktøy fører til at flere ønsker å prøve nye ting i undervisningen. Bruk av digitale spill i undervisning åpner dører for innovativ og nyskapende bruk av digitale verktøy i læringsarbeid.

Digitale spill kan bidra til at elever møter læringskontekster utenfor rammene til det tradisjonelle klasserommet. Denne masteroppgaven kunne for eksempel rettet fokuset mot samarbeidende problemløsning. Flere digitale spill legger til rette for samhandling og kommunikasjon. Det hadde vært interessant å sett på hvordan samarbeidende problemløsningsarbeid kunne bidratt til konseptuell endring gjennom bruk av virtuelle læringskontekster.

I videre forskningsarbeid kunne det også vært interessant og spennende å følge en klasse eller et trinn som hadde brukt konseptkart systematisk i fag over et helt år. I et slikt læringsarbeid kunne faget skapt den sentrale ideen, og alle emnene elevene arbeide med skapt en høyere ordens konsepter. Fra å starte med blanke ark kunne elevene synliggjort sin konseptuelle forståelse og i større grad sett sammenhenger mellom emner i undervisningen.

Til slutt håper jeg denne masteroppgaven vil kunne være interessant å lese for lærere, foreldre, skoleledere og andre som driver med læringsarbeid i og utenfor skolen.

Litteraturliste

Alseth, B. (2016, 18.04). Adaptiv læring i matematikk. *Skolemagasinet, fagavis for læremidler og skoleutvikling.* Hentet 18.04.2018, fra https://www.skolemagasinet.no/98-artikler-fra-skolemagasinet/809-adaptiv-laering-i-matematikk

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Chicago: Holt, Rinehart, and Winston.

Becker, K. (2017). *Choosing and Using Digital Games in the Classroom. A practical Guide.* International Publishing Switzerland: Springer.

Breivik, J. (2015). *Læring i en digital tid*. Bergen: Fagbokforlaget.

Cañas, J.A. & Novak, J.D. (2009). *What is a Consept Map?* Hentet 31.01.2018, fra http://cmap.ihmc.us/docs/conceptmap.php

Charsky, D. & Ressler, W. (2010*). «Games are made for fun»: Lessons on the effects of concept maps in the classroom use of computer games.* Hentet 18.02.2018, fra https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.001

Clark, R.C. & Mayer, R.E. (2016). *e-Learning and the Science of Instruction.* [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Crotty, R. (2010). Values Education as an Ethical Dilemma About Sociability. I T, Lovat, R. Toomey, N. Clement (Red.), *International Research Handbook on Values Education and Student Wellbeing.* New York: Springer.

diSessa, A.A. & Sherin, B.L. (1998). *What changes in conceptual change?* Hentet 21.02.2018, fra https://doi.org/10.1080/0950069980201002

diSessa, A.A. (2013). A bird`s-eye view of the «pieces» vs. «coherence» controversy (from the «pieces» side of the fence). I S. Vosniadou (Red.), *International handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge.

Duit, R., Treagust, D.F, Widodo, A. (2013). Teaching Science for Conceptual Change. I S. Vosniadou (Red.), *International handbook of research on conceptual change.* New York: Routledge. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Egeberg, G., Hultin, H., Berge, O. (2016). *Monitor skole 2016*. Hentet 11.03.2018, fra https://iktsenteret.no/sites/iktsenteret.no/files/attachments/monitor/monitor_2016_bm_-_2._utgave.pdf

Evans, E.M. (2013). Evolutionary Biology and Conceptual Change. I Vosniadou, S. (Red.), *International handbook of research on conceptual change.* New York: Routledge.

Fangen, K. (2004). *Deltagende observasjon.* Bergen: Fagbokforlaget

Fjørtoft, H. (2014). *Norskdidaktikk (nr. 198).* Bergen: Fagbokforlag. Landslaget for norskundervisningen.

Freemark, S. & Smith, S. (2014). *How Relearning Old Concepts Alongside New Ones Makes It All Stick*. Hentet 31.02.2018, fra https://ww2.kqed.org/mindshift/2014/10/28/how-relearning-old-concepts-alongside-new-ones-makes-it-all-stick/

Fuglseth, K. (2006). Vitenskapsteori og hermeneutikk. I K. Fuglseth & K. Skogen (Red.). *Masteroppgaven i pedagogikk og spesialpedagogikk*. Oslo: Cappelen Akademiske Forlag.

Gee, J.P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy.* New York: St. Martin`s Griffin

Getha-Eby, T.J, Beery, T.J, Xu, Y. O`Brien, B.A. (2014). *Meaningful Learning: Theoretical Support for Concept-Based Teaching*. Hentet 07.02.2018, fra https://search-proquest-com.eazy.uin.no/docview/1625562786/fulltext/92CDBD4EC1594E0DPQ/1?accountid=26469

Greca, I.M. & Moreira, M.A. (2010). *Mental models, conceptual models, and modelling*. Hentet 17.02.2018, fra https://doi.org/10.1080/095006900289976

Halkier, B. (2010). *Fokusgrupper.* Oslo: Gyldendal Akademiske Forlag

Halldén, O., Scheja, M., Haglund, L. (2013). The Contextuality of Knowledge. I S. Vosniadou (Red.), *International handbook of research on conceptual change.* New York: Routledge. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Hanghøj, T. & Dissing, L.M. (2017). *Den spilkompetente lærer*. Learning Tech, 3, 8-31. Hentet 18.02.2018, fra http://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2017/06/LearningTech03_web.pdf

Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement.* London and New York: Routledge.

Hattie, J. (2015). *Hattie Ranking: 195 Influences And Effect Sizes Related To Student Achievement*. Hentet 19.02.2018, fra https://visible-learning.org/hattie-ranking-influences-effect-sizes-learning-achievement/

Hattie, J. & Brown, G.T.L. (2004). *Cognitive processes in as TTIe: The SOLO taxonomy. As TTl e Technical Report (No. 43).* Hentet 13.05.2018, fra https://auckland.rl.talis.com/items/8240294D-F3F7-82B2-FD93-4E005B8BC71D.html

Hattie, J. & Yates, G. (2014[1]). *Visible Learning and the Science of How We Learn*. New York: Routledge.

Hattie, J. & Yates, G. (2014[2]). *Synlig læring – hvordan vi lærer*. Oversatt av: Goveia, I.C. Oslo: Cappelen Damm.

Howland, J.L. Jonassen, D., Marra, R.M. (2012). *Meaningful Learning with Technology.* Boston: Pearson.

Hung, W. & Jonassen, D. (2006). *Conceptual Understanding of Causal Reasoning in Physics*. Hentet 18.02.2018, fra https://doi.org/10.1080/09500690600560902

Hung, W. (2013). Conceptualizing Problems in Problem-Based Learning I J.M. Spector, B.B. Lockee, S.E. Smaldino & M.C. Herring (Red.*), Learning, problem solving, and mindtools. Essays in honor of David Jonassen*. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Hveem, G. (2005). *Bruk av grafiske organisatorar i læringsarbeid*. (Masteroppgave) Høgskolen i Stord, Haugesund. Hentet 30.03.2018, fra https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/152264

Hyerle, D. (2009). *Visual Tools for Transforming Information Into Knowledge.* California: Corwin Press.

Ifenthaler, D., Seel, M. (2011). *A longitudinal perspective on inductive reasoning tasks. Illuminating the probability of change.* Hentet 05.02.2018, fra: https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.08.004

Imsen, G. (2008). *Elevens verden.* Oslo: Universitetsforlaget

Imsen, G. (2014). *Elevens verden. Innføring i pedagogisk psykologi*. Oslo: Universitetsforlaget.

Johannessen, A., Tufte, P.A. og Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til Samfunnsvitenskapelig metode.* Oslo: Abstrakt forlag.

Johnsen, G. (2004). Intervjuet. I K. Fuglseth & K. Skogen (Red.). *Masteroppgåva. Kort innføring i design og forskningsmetode for spesialpedagogikk og tilpassa opplæring* (HBO-rapport 22/2004). Høgskolen i Bodø, Bodø.

Jonassen, D.H. (2011). *Learning to Solve Problems. A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments*. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Jonassen, D.H., Easter, M.A. (2013). Model Building for Conceptual Change. I S. Vosniadou (Red.), *International handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge.

Jonassen, D.H. (2013). First Principles of Learning. I J.M. Spector, B.B. Lockee, S.E. Smaldino & M.C. Herring (Red.), *Learning, problem solving, and mindtools. Essays in honor of David Jonassen*. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Kay, K., & Greenhill, V. (2013). *The Leaders`s Guide to 21th Century Education*. United States of America: Pearson

Kester, L., Kirschner, P.A., van Merrienboer, J.G. (2005). *The management of cognitive load during complex cognitive skill acquisition by means of computer-simulated problem solving.* Hentet 29.01.2018, fra: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1348/000709904X19254/full

Klette, K. (1998). *Klasseromsforskning - på norsk.* Oslo: Ad Notam Gyldendal.

Kristiansen, R. (2014). *Problemløsning med digitale verktøy. En kvalitativ studie på grunnskolens mellomtrinn* (Masteroppgave). Universitetet i Nordland, Bodø. Hentet 13.05.2018, fra https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/282355

Kunnskapsdepartementet. (2013). NOU 2013:2. *Hindre for digital verdiskapning*. Hentet 14.01.2018, fra https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2013-2/id711002/

Kunnskapsdepartementet. (2015). NOU 2015:8. *Fremtidens skole. Fornyelse av fag og kompetanser*. Hentet 14.01.2018, fra https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/

Kunnskapsdepartementet. (2016). Meld. St. 28. *Fag – Fordypning – Forståelse. En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Hentet 14.01.2018, fra: https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/

Kunnskapsdepartementet. (2017). *Verdier og prinsipper for grunnopplæringen - overordnet del av læreplanverket.* Hentet 28.04.2018 fra https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-for-grunnopplaringen/id2570003/

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju.* Oslo: Gyldendal Akademiske Forlag

Lave, J., Wenger, E. (2000). Legitim perifer deltagelse. I K. Illeris (Red.). *Tekster om læring.* Fredriksberg: Roskilde Universitetsforlag.

Lee, C.B., Jonassen, D., Teo, T. (2009). *The role of model bulding in problem solving and conceptual change*. Hentet 15.01.2018, fra https://doi.org/10.1080/10494820902850158

Lee, C.B. (2010). *The interactions between problem solving and conceptual change: System dynamic modelling as a platform for learning*. Hentet 08.02.2018, fra https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.012

Lee, C.B., & Murcia, K. (2013). Problem Solving for Conceptual Change. I J.M. Spector, B.B, Lockeee, S.E. Smaldino, M.C. Herring (Red.), *Learning, Problem Solving, and Mindtools. Essays in Honor of David H. Jonassen.* New York: Routledge. [Kindle] Hentet fra https://www.amazon.com/

Letnes, M-A. (2016). *Barns møter med digital teknologi. Digital teknologi som pedagogisk ressurs i barnehagebarns lek.* Oslo: Universitetsforlaget.

Marshall, S.P. (2012*). Schema-Based Problem Solving.* Hentet 28.01.2018, fra https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_262

Mayer, R.E. (2009). *Multimedia learning. Second edition.* New York: Cambridge University Press.

Mayer, R.E. (2014). *Computer Games for Learning, an evidence-based approach.* Massachusetts: The MIT PRESS.

McFarlane, A. (2015). *Authentic Learning for the Digital Generation. Realasing the potential of technology in the classroom.* New York: Routledge.

Medietilsynet. (2016). *Barn og medier 2016 – 9-16-åringers bruk og opplevelse av medier.* Hentet 30.03.2018, fra https://www.medietilsynet.no/globalassets/publikasjoner/barn-og-medier-undersokelser/2016_barnogmedier.pdf

Meliaas, I. & Mørk, P. (2015). *Multimodalitet. Samspillet mellom tekst bilde og lyd.* Trondheim: Skipnes Kommunikasjon. Hentet 21.02.2018, fra http://www.skrivesenteret.no/uploads/files/PDF/Multimodalitet._Metliaas_M%C3%B8rk_2015.pdf

Miller, G.A. (1994). *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information.* Hentet 28.01.2018, fra http://psycnet.apa.org/fulltext/1994-28291-001.html

National research council of the national academies (NRC). (2012). *Education for life and work. Developing transferable knowledge and skills in the 21st century.* Washington DC: The National Academies Press.

Nersessian, N.J. (2013). Mental Modeling in Conceptual Change. I S. Vosniadou (Red.), *International handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge.

Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier, Den skrivende forskeren*. Oslo: Universitetsforlaget.

New Media Consortium & Consortium for School Networking, NMC/CoSN Horizon Report: 2017. (2017). *2017 K-12 Edition.* Hentet 28.03.2018, fra https://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-cosn-horizon-report-k12-EN.pdf

Novak, J.D. (2002). *Meaningful Learning: TheEssential Factor for Conceptual Change in Limited orInappropriate Propositional Hierarchies Leading toEmpowerment of Learners.* Hentet 21.02.2018, fra http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.10032/epdf

Novak, J.D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge. Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. New York: Routledge.

Næss, N.G. (2004). Observasjon. I K. Fuglseth & K. Skogen (Red.). *Masteroppgåva. Kort innføring i design og forskningsmetode for spesialpedagogikk og tilpassa opplæring* (HBO-rapport 22/2004). Bodø: Høgskolen i Bodø

OECD. (2003). *Problem Solving for Tomorrow's World First Measures of Cross-Curricular Competencies from PISA 2003.* Hentet 16.03.2018, fra https://www.oecd.org/edu/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/34009000.pdf

OECD. (2010). *PISA 2012 Field trial problem solving framework draft subject to possible revision after the field trial.* Hentet 16.03.2018 fra http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46962005.pdf

OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy.* Hentet 16.03.2018, fra http://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2012-assessment-and-analytical-framework_9789264190511-en

OECD. (2017[1]). PISA 2015 *Collaborative problem-solving framework*. Hentet 16.03.2018, fra https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf

OECD. (2017[2]). *The Nature of Problem Solving Using Research to Inspire 21st Century Learning.* Hentet 16.03.2018, fra http://dx.doi.org/10.1787/9789264273955-en

Olsen, M. & Nilsen, E.Ø. (2016). *"Om å snu en supertanker, skynde seg sakte og bestige Kilimanjaro" - Erfaringer rundt det lokale arbeidet med læreplaner.* (Masteroppgave). NORD Universitet, Bodø. Hentet 13.03.2018, fra https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2423899

Partnership for 21st Century Learning, P21: The 4Cs Research Series. (2015). *What We Know About Creativity, What We Know About Critical thinking, What We Know About Collaboration, What We Know About Communication.* Hentet 21.01.2018, fra http://www.p21.org/our-work/4cs-research-series

Partnership for 21st century learning (n.d). *Critical thinking and problem solving*. Hentet 18.02.2018, fra http://www.p21.org/about-us/p21-framework/260

Piaget, J. (1972). *Psychology and epistemology: towards a theory of knowledge.* New York: The Viking Press

Postholm, M.B. (2010). *Kvalitativ metode, En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier.* Oslo: Universitetsforlaget.

Reeves, T.C., Patricia, M. (2013). Simulations, Games, and Virtual Worlds as Mindtools. I J. M. Spector, B.B. Lockee, S.E. Smaldino & M.C. Herring (Red.), *Learning, problem solving, and mindtools. Essays in honor of David Jonassen*. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Robertson, I. (2005). *Problem solving*. Hentet 24.01.2018, fra https://books.google.no/books?id=Arl5AgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=no&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Seel, N.M., Ifenthaler, D. & Pirnay-Dummer, P. (2013). Mental Models and Their Role in Learning by Insight and Creative Problem Solving. I J.M. Spector, B.B. Lockee, S.E. Smaldino & M.C. Herring (Red.), *Learning, problem solving, and mindtools. Essays in honor of David Jonassen*. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Sigurđardóttir, H.D.I.S. (2016). *Domesticating Digital Game-Based Learning*. Hentet 29.03.2018, fra https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2430280/Sigurdardottir.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Skaug, J.H., Staaby, T., Husøy. (2017). *Dataspill i skolen*. Senter for IKT i utdanningen. Hentet 26.03.2018, fra https://iktsenteret.no/sites/iktsenteret.no/files/attachments/spill_i_skolen_-_notat_-revidert_2018.pdf

Skogen, K. (2004). Case. I K. Fuglseth & K. Skogen (Red.). *Masteroppgåva. Kort innføring i design og forskningsmetode for spesialpedagogikk og tilpassa opplæring* (HBO-rapport 22/2004). Høgskolen i Bodø, Bodø.

Spector, J.M., Lockee, B.B., Smaldino, S.E., Herring, M.C. (2013). Mindtools and Problem Solving: An Introduction. I J.M. Spector, B.B. Lockee, S.E. Smaldino & M.C. Herring (Red.), *Learning, problem solving, and mindtools. Essays in honor of David Jonassen*. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Säljø, R. (2006). *Læring og kulturelle redskaper. Om læreprosesser og den kollektive hukommelsen*. Oslo: Cappelen akademiske forlag.

Tan, S-C. (2013). Alternative Pathways for Research and Instructional Design on Thecnology-Supported Group Problem Solving. I J.M. Spector, B.B. Lockee, S.E. Smaldino & M.C. Herring (Red.), *Learning, problem solving, and mindtools. Essays in honor of David Jonassen*. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Tjora, A. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo: Gyldendal Akademiske Forlag

Tkachenko, E. (2015). "Alle lærere er språklærere" - også i høyere utdanning. I M. Greek & K. M. Jonsmoen (Red.). *Språkmangfold i utdanning: refleksjon over pedagogisk praksis*. Oslo: Gyldendal Akademisk, 2015.

Trilling, B. & Fadel C. (2009). *21st century skills. Learning for life in our times*. San Francisco: Jossey-Bass.

Trost, J. (2010). *Kvalitativa intervjuer*. Lund: Studentlitteratur AB

Utdanningsdirektoratet. (2016, 18.05). *Å forstå kompetanse*. Hentet 20.04.2018, fra https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/forsta-kompetanse/

Utdanningsdirektoratet. (2018). *Fagplaner*. Hentet 18.02.2018, fra https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fag/

Vosniadou, S. (1994). *Capturing and modeling the process of conceptual change.* Hentet 18.02.2018, fra https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3

Vosniadou, S. (2013). *International handbook of research on conceptual change.* New York: Routledge.

Waale, M-B., & Kristiansen, R. (2017). Bruk av digitale verktøy i barneskolen. I K. Lyngsnes & M. Rismark (Red.) *Didaktisk praksis 1. – 7. trinn.* Oslo: Gyldendal Akademiske.

Wadel, C. (2014). *Feltarbei i egen kultur*. Oslo: Cappelen Damm Akademiske Forlag.

Warren, S.J. & Wakefield, J.S. (2013). Simulations, Games, and Virtual Worlds as Mindtools. I J.M. Spector, B.B. Lockee, S.E. Smaldino & M.C. Herring (Red.), *Learning, problem solving, and mindtools. Essays in honor of David Jonassen*. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Wilson, B.G. (2013). A Practice-Centered Approach to Instructional Design. I J.M. Spector, B.B. Lockee, S.E. Smaldino & M.C. Herring (Red.), *Learning, problem solving, and mindtools. Essays in honor of David Jonassen*. [Kindle]. Hentet fra http://www.amazon.com/

Wüstenberg, S., Greiff, S., Funke, J. (2012). *Complex problem solving — More than reasoning?* Hentet 28.01.2018, fra https://doi.org/10.1016/j.intell.2011.11.003

Oversikt over figurer

Figur 1. Seel, N. M., Ifenthaler, D. & Pirnay-Dummer P. (2013). Cognitive functions of assimilation and accommodation. I Mental Models and Their Role in Learning by Insight and Creative Problem Solving. J.M. Spector, B.B. Lockee, S.E. Smaldino & M.C. Herring (Red.), *Learning, problem solving, and mindtools. Essays in honor of David Jonassen*. [Kindle]. Hentet jan. 2018, fra http://www.amazon.com/ (Oversatt og bearbeidet)

Figur 2. Hook, P. (2013, 02.11) *Essential Resources SOLO Flyer.* Hentet feb. 2018, fra http://pamhook.com/2013/11/02/essential-resources-solo-flyer/ (Oversatt og bearbeidet)

Figur 3. En lineær modell av konseptuell endring.

Figur 4. En ikke-lineær modell av konseptuell endring.

Figur 5. Novak, J.D. (2010). A concept map showing key ideas and principles exhibited in a good concept map. I *Learning, Creating, and Using Knowledge. Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. New York: Routledge. (Oversatt og bearbeidet)

Figur 6. Mayer, R.E (2014). A cognitive theory of multimedia learning. I *Computer games for learning: An evidence-based Approach.* Cambridge, Massachusetts London, England: The MIT Press. (Oversatt og bearbeidet)

Figur 7. Mayer, R.E (2014). Four kinds of academic knowledge that can be learned in games. I *Computer games for learning: An evidence-based Approach.* Cambridge, Massachusetts London, England: The MIT Press. (Oversatt og bearbeidet)

Figur 8. Mal for konseptkart

Figur 9. Konseptkart som skulle belyse bakgrunnskunnskaper

Figur 10. Konseptkart elev 1 (første dag av undervisningsopplegget)

Figur 11. Konseptkart, elev 1 (siste dag av undervisningsopplegget)

Figur 12. Konseptkart, elev 2 (første dag av undervisningsopplegget)

Figur 13. Konseptkart, elev 2 (siste dag av undervisningsopplegget)

Oversikt over vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Vedlegg 2: Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

Vedlegg 3: Tilbakemelding på melding om behandling av personopplysninger

Vedlegg 4: Vurderingsrubrikk

Vedlegg 5: Modulplan

Vedlegg 1: Intervjuguide

Spørsmål til kvalitative gruppeintervjuer

- Hvordan synes dere det har vært å arbeide med problemer i et spill som SimCityEdu?
  - Hvilke problemer møtte dere?
  - Er slike problemer annerledes enn andre problemer dere møter i skolen?
- Fortell hva du lærte gjennom å lage et konseptkart og spille spillet SimCityEdu
- På hvilken måte kan konseptkart og problemløsningsoppgaver i spill hjelpe elever til bedre forståelse av emner på skolen?

Vedlegg 2: Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

" Problemløsning, konseptuell forståelse og digitale spill på mellomtrinnet"

Bakgrunn og formål

Jeg er utdannet adjunkt med opprykk og jobber som lærer ved (den aktuelle skolen). Dette skoleåret er jeg i tillegg til lærer student på studiet Master i tilpasset opplæring ved Nord universitet. Formålet med forskningen min i studiet er å belyse problemløsning og konseptuell endringsforståelse gjennom et digitalt læringsspill, som en del av et undervisningsopplegg. Undervisningsopplegget som skal gjennomføres er et tverrfaglig opplegg i fagene norsk og samfunnsfag. Forskningen skjer kun i disse fagene, med utgangspunkt i kompetansemål elevene skal lære på 7. trinn. Undervisningsopplegget har en varighet på to uker. Mitt utgangspunkt for forskningen er å se på hvordan barn og unge løser problemene de møter i spill og hvordan man kan bruke disse prinsippene i læringsøyemed. Problemstillingen som skal analyseres i mastergradsstudiet er: «Hvordan kan elever på mellomtrinnet bruke digitale spill til problemløsning?»

Det er ønskelig at hele trinnet deltar i forskningen som en del av empiriinnsamlingen til mitt videre arbeid. Trinnet blir observert i gjennomføringen, og enkelte elever blir valgt ut for å gjennomføre gruppeintervjuer i etterkant.

Hva innebærer deltakelse i studien?

I gjennomføringen av undervisningsopplegget blir trinnet observert og små grupper av trinnet intervjuet. Det vil bli skrevet logg fra observasjonen. Intervjuene blir i etterkant transkribert. Tidsrammen for undervisningsopplegget er satt til to uker (uke 22 og uke 23). Intervjuene som blir gjennomført blir tatt opp på lydopptaker og transkribert. Spørsmålene i intervjuer vil kun omhandle elevenes læring. Innsamlet data vil være notater, lydopptak og elevarbeid hentet fra læringsplattformen Showbie, samt transkribert datamateriale fra observasjoner og gruppeintervjuer. Dersom det er ønskelig kan intervjuguide tilsendes dere i forkant eller etter intervjuene har blir gjennomført.

Hva skjer med informasjonen om elevene?

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Det er kun undertegnede som student og veileder ved Nord universitet som har tilgang til personopplysningene. Personopplysningene lagres konfidensielt under og etter gjennomføringen. Deltakerne vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon av masteroppgaven. Arbeidet med masteroppgaven skal etter planen avsluttes 22.11.2017. Ved prosjektslutt slettes alle personopplysninger og lydopptak.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien. Du som foreldre kan når som helst trekke ditt samtykke til at ditt barn deltar i studiet, uten å oppgi noen grunn. Dersom du trekker deg, vil alle opplysninger om ditt barn bli slettet. Dersom du ønsker at ditt barn skal delta i undersøkelsen signeres samtykkeerklæringen. Dersom du eller dere har spørsmål til studiet, kan dere kontakte Øystein Nordvik Arntzen, tlf. *(telefonnummer)* eller veileder ved Nord universitet Trond Lekang, tlf. *(telefonnummer)*

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, NSD - Norsk senter for forskningsdata AS.

Samtykke til deltakelse i studien

Jeg er villig til at mitt barn kan delta i prosjektet

(Signert av prosjektdeltaker og foresatt, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om prosjektet

Øystein Nordvik Arntzen, 28.05.2017

Vedlegg 3: Tilbakemelding på melding om behandling av personopplysninger

Trond Lekang
Grunnskole Nord universitet

7600 LEVANGER

Vår dato: 20.03.2017 Vår ref: 52534 / 3 / AGH Deres dato: Deres ref:

TILBAKEMELDING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 26.01.2017. Meldingen gjelder prosjektet:

52534	*Problemløsning og spillbasert læring på mellomtrinnet*
Behandlingsansvarlig	*Nord universitet, ved institusjonens øverste leder*
Daglig ansvarlig	*Trond Lekang*
Student	*Øystein Nordvik Arntzen*

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

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

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

Personvernombudet har lagt ut opplysninger om prosjektet i en offentlig database, http://pvo.nsd.no/prosjekt.

Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 11.11.2017, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.

Vennlig hilsen

Kjersti Haugstvedt

Agnete Hessevik

Kontaktperson: Agnete Hessevik tlf: 55 58 27 97
Vedlegg: Prosjektvurdering

Dokumentet er elektronisk produsert og godkjent ved NSDs rutiner for elektronisk godkjenning.

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS Harald Hårfagres gate 29 Tel: +47-55 58 21 17 nsd@nsd.no Org.nr. 985 321 884
NSD – Norwegian Centre for Research Data NO-5007 Bergen, NORWAY Faks: +47-55 58 96 50 www.nsd.no

Vedlegg 4: Vurderingsrubrikk

Navn:	**0**	**1**	**2**	**3**
Konseptkart	Har ikke laget konseptkart	Har startet på et konseptkart men mangler sentrale begreper og tydelig struktur. Har limt inn bilde av konseptkartet i elevboka	Har laget et oversiktlig konseptkart med de sentrale begrepene. Viser tydelig struktur. Har limt inn bilde av konseptkartet i elevboka	Har laget et oversiktlig konseptkart med de sentrale begrepene. Viser meget god struktur og forståelse for emnet. Har limt inn bilde av konseptkartet i elevboka
Elevbok	Har svart på få av spørsmålene i elevboken og mangler noen skjermbilder fra spillet	Har svart på flere av spørsmål i elevboken. Har noen skjermbilder fra spillet	Har svart bra på alle spørsmålene i elevboken og har alle skjermbildene fra spillet	Har svart meget bra på alle spørsmålene i elevboken og har alle skjermbildene fra spillet
SimCityEdu	Har ikke gjennomført de fire delene av spillet	Har gjennomført alle delene av spillet men mangler sølv eller gullmedaljer	Har gjennomført alle delene av spillet bra, men mangler noen gullmedaljer	Har gjennomført alle delene av spillet og har bare gullmedaljer

Vedlegg 5: Modulplan

	EMNE - SimCity EDU
Hovedfag:	Samfunnsfag
Andre fag:	Naturfag og norsk
Sentral idè:	"En by er et sammensatt system"
Hovedspørsmål:	Hvilke faktorer påvirker hvordan en by fungerer? Hva trenger mennesker for å ha det bra, og hvordan møter vi disse behovene når mennesker lever i en storby? Hva skjer når en by vokser raskt? Hvilke ressurser kan benyttes for å bygge en næring i en by? Hvilke fordeler og ulemper er det ved å bruke forskjellige energiressurser for å drive en by? Hvordan er sammenhengen mellom jobber og forurensning?
Fagspesifikk kompetanse:	Samfunnsfag: Utforskeren -Formulere et samfunnsfaglig spørsmål, foreslå mulige forklaringer og belyse spørsmålet gjennom en undersøkelse -Diskutere samfunnsfaglige tema med respekt for andre sitt syn, bruke relevante fagbegreper og skille mellom meninger og fakta -Bruke digitale verktøy til å presentere samfunnsfaglig arbeid og følge regler for personvern og opphavsrett -Skrive samfunnsfaglig tekst ved å bruke relevante fagbegreper og flere kilder Geografi -Bruke atlas, hente ut informasjon fra papirbaserte temakart og digitale karttjenester og plassere nabokommunene, fylkene i Norge, de tradisjonelle samiske områder og de største landene i verden på kart -Forklare sammenhenger mellom naturressurser, næringer, bosetning og levevis -Beskrive hvordan produksjon og forbruk kan ødelegge økosystem og forurense jord, vann og luft, og drøfte hvordan dette kan hindres og repareres -Presenter en aktuell samfunnskonflikt og drøfte forslag til løsingen Naturfag: Forskerspiren -Trekke ut og bearbeide naturfaglig informasjon fra tekster i ulike medier og lage en presentasjon Fenomener og stoffer -Gjøre rede for bruken av noen energikilder før og nå, og innhente informasjon og statistikk fra ulike kilder for p beskrive og diskutere mulige konsekvenser av energibruken for miljøet lokalt og globalt Norsk: Skriftlig kommunikasjon -Forstå og tolke opplysninger fra flere uttrykksformer i en sammensatt tekst

	Bruke digitale kilder og verktøy til å lage sammensatte tekster med hyperkoblinger kg varierte estetiske virkemidler

Andre kompetanser: Lært og vurdert		L	V		L	V
	Kompetanse i å samarbeide			Kompetanse i å lære		
	Kompetanse i å kommunisere			Kompetanse i å utforske og skape	x	x
Verktøy:	BookCreator, Konseptkart, SimCityEDU					
Konsepter:	Bosetting/Befolkning, Næringer, Ressurser, Landskap, Energi, Økonomi, Miljø (se konseptliste)					

Uke: 22				
Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Introduksjon av emne. Start på konseptkartet. Bakgrunnskunn skaper	SimCityEdu del 1. Arbeid med konseptkart	Turdag	SimCityEdu del 2. Arbeid med konseptkart og bok.	SimCityEdu del 3. Arbeid med konseptkart og bok.

Uke: 23				
Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
SimCityEDU del 4. Arbeid med konseptkart	Arbeid med konseptkart. Ferdigstilling			