

Læreverks bruk av IKT ved introduksjon av brøk

En analyse av hvordan to læreverks nettbaserte elevressurser tilrettelegger for læring av brøk

CATRINE SKOGLUND

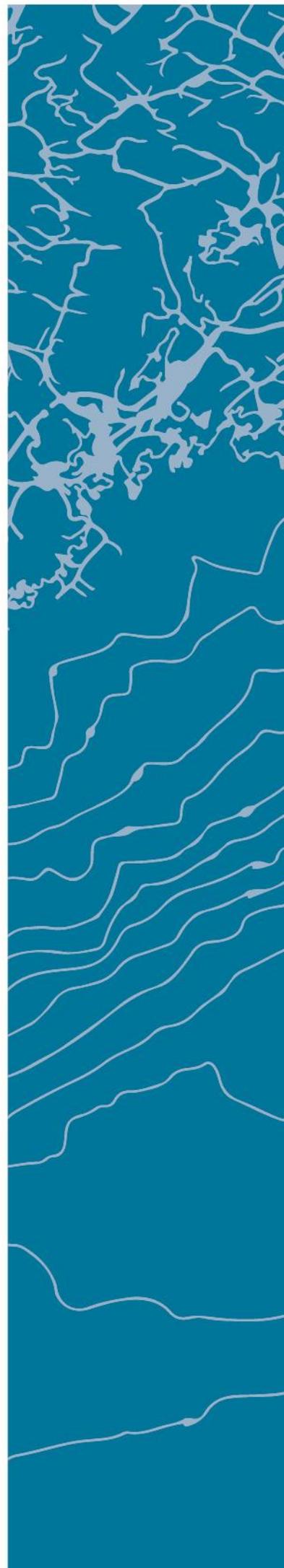
VEILEDER

Hans Kristian Nilsen

Universitetet i Agder, 2018

Fakultet for teknologi og realfag

Institutt for matematiske fag



Forord

Denne studien er gjennomført som del av min mastergrad i matematikdidaktikk. Den markerer slutten på en femårig grunnskolelærerutdanning ved Universitetet i Agder. Arbeidet med oppgaven har vært spennende og lærerikt, men det har også vært krevende og frustrerende til tider. Ved begynnelsen av vårsemesteret 2018 startet arbeidet med oppgaven og det har pågått i en periode over seks måneder.

Jeg vil gjerne takke min veileder Hans Kristian Nielsen som har vært en viktig støttespiller gjennom skriveprosessen. Han har vært behjelpelig med å svare på mine mange spørsmål og bidratt med gode råd og tilbakemeldinger. Jeg setter stor pris på hans hjelp og veiledning.

Jeg vil også takke Aschehoug og Gyldendal forlag for tillatelse til å forske på de nettbaserte elevressursene til Matemagisk og Multi. På kundesentrene var de behjelpelig med å opprette tilgang til de digitale læremidlene og de kom med gode tilbakemeldinger på mine spørsmål. Ellers vil jeg takke mine medstudenter på masterprogrammet. Til slutt er jeg takknemlig for gode råd, motivasjon og oppmuntring fra familie og venner. En stor takk til min far, Per Kristian Skoglund, som har stilt opp og bidratt med gode råd og tilbakemeldinger underveis. Han har hjulpet til med korrekturlesing og motivert meg gjennom et arbeidskrevende semester.

Catrine Skoglund

Kristiansand, mai 2018

Sammenheng

Brøk blir gjerne ansett som et utfordrende og komplekst tema innenfor matematikk i grunnskolen. Digitale læremidler kan benyttes for å fremme læring. Denne studien har til hensikt å undersøke hvordan brøk introduseres i to nettbaserte elevressurser. Studien tar utgangspunkt i læreverkene Matemagisk og Multi som begge har utviklet digitale læremidler. For å undersøke hvordan brøk introduseres ligger følgende forskningsspørsmål til grunn:

Hvordan er brøk introdusert i de nettbaserte elevressursene til læreverkene Matemagisk og Multi?

For at det skal være hensiktsmessig å benytte nettbaserte læremidler skal disse kunne tilføre noe til undervisningen som tradisjonelle læremidler ikke kan. Forskningsspørsmålet blir derfor besvart ved å undersøke hvilke teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter som fremkommer ved introduksjon av brøk ved hjelp av disse læremidlene.

Sentralt i det teoretiske rammeverket er studien til Hadjerrouit (2017). I den vurderer han hvordan det digitale verktøyet SimReal+ kan støtte læring innen matematikk. Hans analysemodell danner grunnlag for utviklingen av denne studiens analyseverktøy. For å kunne besvare forskningsspørsmålet blir det også redegjort for øvrig relevant forskning angående digitale læremidler og litteratur som omhandler brøkbegrepet og representasjoner. De to matematikkverkene presenteres og beskrives i et eget kapittel. Studien er en «case»-studie, hvor de to nettbaserte elevressursene utgjør hver sin «case». Den baserer seg således på en kvalitativ forskningsmetode, hvor datainnsamlingen er gjennomført ved dokumentanalyse. Analyseverktøyet er utviklet gjennom en vekselprosess mellom en induktiv og deduktiv tilnærming. Det er så gjennomført to deskriptive analyser i forhold til hvordan brøk blir introdusert i programvarene.

Funnene som fremkommer som følge av de to analysene baserer seg på forhåndsdefinerte kriterier og empirien fra elevressursene. Resultatene viser at det fremkommer flere teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter. Brukervennlighet og funksjonalitet viste seg å påvirke hvordan brøk ble introdusert. Disse var av betydning i forhold til hvordan faginnholdet ble tilgjengelig og hvordan elever aktivt kan handle i spillaktivitetene. Videre utgjorde programvarenes muligheter for interaktivitet og multimodalitet en sentral rolle for hvordan brøk ble introdusert. Disse var av betydning i forhold til tilbakemeldinger og hvordan brøkbegrepet ble formidlet.

Summary

Fraction within mathematics is often considered a challenging and complex theme in elementary school. Digital learning tools can be used to promote learning. The purpose of this study is to investigate how fraction is introduced to pupils in third grade by two web-based learning resources. The study is based on two educational textbooks called *Matemagisk* and *Multi*, which both have developed web-based learning resources. To investigate how fractions is introduced, this study is based on the following research question:

How is fraction introduced in the web-based learning resources that are part of Matemagisk and Multi?

A prerequisite for using web-based learning resources is that they add something to teaching that traditional learning resources don't achieve. The research question is therefore answered by examining technological and pedagogical learning opportunities that arise by introducing fraction through web-based learning resources.

The centrepiece in the theoretical framework is the study performed by Hadjerrouit (2017), where he assesses how the digital tool SimReal+ can support learning in mathematics. His model for analysis forms the basis for the development of this study's analysis tool. To answer the research question other relevant studies within digital learning resources are presented. In addition, literature within the concept of fraction and representations are also provided. The two educational textbooks are presented and described in a separate chapter. The study is a case study, where the two web-based learning resources each constitutes a case. It is therefore based on a qualitative research method, where the data collection is carried out through document analysis. The analysis tool is developed through interaction between an inductive and deductive approach. Two descriptive analyses have been conducted in relation to how fraction is introduced in the web-based learning resources.

The findings are derived from the two analyses that are based on predefined criteria and empirical observations. The results indicate several technological and pedagogical learning opportunities. Usability and functionality proved to influence how fraction were introduced. These two aspects also proved to be of importance regarding access to subject content and how pupils can navigate during the gaming activity. Furthermore, interactivity and multimodality were key aspects related to how fraction where introduced. They were important regarding feedback and how fraction was conveyed.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	3
Sammendrag	5
Summary	7
1 Innledning	11
1.1 Bakgrunn for valg av tema.....	11
1.2 Forskningsspørsmål.....	11
1.3 Avgrensninger i oppgaven	11
1.4 Oppbygging av oppgaven.....	12
2 Teoretisk rammeverk	13
2.1 Digitale læremidler i skolen	13
2.2 Tidligere relevant forskning	13
2.3 Begrepet «affordance»	14
2.4 «Affordance» modell.....	15
2.4.1 Teknologiske læringsmuligheter.....	17
2.4.2 Pedagogiske læringsmuligheter	18
2.5 Representasjoner	21
2.6 Brøk.....	22
2.6.1 Brøk i skolen.....	22
2.6.2 Brøkbegrepet.....	22
2.6.3 Aspekter ved brøkbegrepet	23
2.6.4 Ulike representasjonsformer	24
3 Læreverk	25
3.1 Valg av læreverk	25
3.2 Matemagisk	25
3.2.1 Formål.....	25
3.2.2 Innhold og oppbygging	26
3.2.3 Digitale læremidler	26
3.3 Multi.....	27
3.3.1 Formål.....	27
3.3.2 Innhold og oppbygging.....	28
3.3.3 Digitale læremidler	28
4 Metode	31
4.1 Forskningsdesign.....	31
4.2 Analyseverktøy og analysestrategi.....	32
4.3 Evaluering av studien	34
4.4 Etikk	35

5	Presentasjon av empirisk data.....	37
5.1	Matemagisk	37
5.2	Multi.....	40
5.2.1	Hvor stor del er fargelagt?	41
5.2.2	Fargelegg figurene	42
5.2.3	Bygg med klosser.....	42
5.2.4	Brøk.....	43
6	Analyse	45
6.1	Teknologiske læringsmuligheter ved Matemagisk	45
6.1.1	Brukervennlighetsnivå	45
6.1.2	Funksjonsnivå	47
6.2	Pedagogiske læringsmuligheter ved Matemagisk	48
6.2.1	Elevnivå	48
6.2.2	Klasseromsnivå.....	49
6.2.3	Matematisk fagnivå.....	51
6.3	Teknologiske læringsmuligheter ved Multi	51
6.3.1	Brukervennlighetsnivå	51
6.3.2	Funksjonsnivå	53
6.4	Pedagogiske læringsmuligheter ved Multi.....	54
6.4.1	Elevnivå	54
6.4.2	Klasseromsnivå.....	55
6.4.3	Matematisk fagnivå.....	57
7	Diskusjon	59
7.1	Teknologiske læringsmuligheter.....	59
7.2	Pedagogiske læringsmuligheter.....	60
8	Konklusjon.....	63
8.1	Matemagisk	63
8.2	Multi.....	64
9	Avsluttende betraktninger.....	67
9.1	Tilbakeblikk	67
9.2	Didaktiske implikasjoner.....	67
9.3	Videre forskning.....	68
	Referanseliste.....	69

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for valg av tema

Læring av brøk anses gjerne som et utfordrende tema i skolen (Van De Walle, Karp & Bay-Williams, 2014). Det er gjennomført flere studier som undersøker hvordan teknologi kan benyttes som et verktøy for å støtte læring av matematikk (Bruce & Ross, 2009; Hadjerrouit, 2017; Nokelainen, 2006; Pierce & Stacey, 2010). For at det skal være hensiktsmessig å benytte nettbaserte læremidler bør disse kunne tilføre læringsmuligheter som ikke er mulig med tradisjonelle trykte læremidler (Nokelainen, 2006). For å undersøke potensialet som finnes i digitale læremidler avhenger dette gjerne av teknologiske og pedagogiske aspekter ved programvaren (Hadjerrouit, 2010).

I dagens skole har teknologi en sentral rolle. Dette fremkommer i Kunnskapsløftet hvor digitale ferdigheter fremheves som en grunnleggende ferdighet som skal inkluderes i alle fag, også i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2017). Digitale læremidler synes derfor å være et aktuelt tema å forske på. Studien har med dette til hensikt å undersøke hvordan de to læreverkene Matemagisk og Multi introduserer brøkbegrepet ved bruk av nettbaserte elevressurser.

1.2 Forskningsspørsmål

Min målsetting om å undersøke hvordan brøk blir introdusert ved hjelp av nettbaserte elevressurser ledet frem til følgende forskningsspørsmål:

Hvordan er brøk introdusert i de nettbaserte elevressursene til læreverkene Matemagisk og Multi?

Ut ifra forskningsspørsmålet skal to nevnte programvarer undersøkes. De danner utgangspunkt for studiens datainnsamling. I de to matematikkverkene blir brøk introdusert på 3. trinn og det ligger således til grunn for valg av klassetrinn i studien. For å besvare forskningsspørsmålet er det utviklet et analyseverktøy. Det er utviklet med utgangspunkt i tidligere forskning og er tilpasset datamaterialet. Dette vil det redegjøres ytterligere for i delkapittel 4.2. Analyseverktøyet benyttes for å undersøke teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter i programvarene for på den måten å besvare forskningsspørsmålet.

I forskningsspørsmålet benyttes begrepet «nettbaserte elevressurser». Innenfor de digitale læremidlene til Matemagisk innebærer det elevnettstedet «Matemagisk 3 elev». Tilsvarende elevnettsted for Multi er «Multi 3b nettoppgaver». Nettbaserte elevressurser refererer således til programvarene med de interaktive nettoppgavene som elevene kan arbeide med innenfor brøk.

1.3 Avgrensninger i oppgaven

Denne studien begrenser seg til å omhandle de to matematikkverkene Matemagisk og Multi. Disse er valgt ut da jeg selv har erfaring med dem fra praksis i skolen fra studietiden. De ble også ansett som relevante for studien da begge synes å ha fokus på digitale ferdigheter og har utviklet flere digitale læremidler. Med tanke på omfanget av studien valgte jeg å avgrense det matematiske emne til å omhandle brøk, da dette gjerne anses som et komplekst og utfordrende tema for elever (Van De Walle et al., 2014). Brøk er også et tema elevene møter på flere trinn i grunnskolen. Studien er avgrenset til å vektlegge introduksjon av brøk. I de to matematikkverkene blir dette introdusert på 3.trinn og dette ligger derfor til grunn for mitt

valg av klassetrinn. Da nettbaserte læremidler har egenskaper som skiller dem fra trykte, anså jeg det som interessant å undersøke hvilke læringsmuligheter slike gir.

1.4 Oppbygging av oppgaven

Denne oppgaven er bygd opp av flere kapitler. Etter studiens innledning i første kapittel, presenteres det teoretiske rammeverket i andre kapittel. Dette kapitlet omhandler teori som studien bygger på. Her blir det redegjort for tidligere forskning innenfor digitale læremidler. Sentral er studien til Hadjerrouit (2017) hvor han har utviklet et rammeverk for å vurdere det digitale verktøyet SimReal+. Videre vil også teori innenfor områdene brøk og representasjoner vektlegges. I det tredje kapitlet vil mine valg av læreverk begrunnes. De to læreverkene Matemagisk og Multi blir også presentert og beskrevet. Dette er gjort for å gi en helhetlig oversikt over hver av dem. Det redegjøres også for formålet som ligger til grunn for utviklingen av dem. I tillegg blir de øvrige komponentene presentert, men de digitale læremidlene vektlegges.

I det fjerde kapitlet gis det en detaljert beskrivelse av forskningsmetoden som er benyttet i studien. Videre blir prosessen for å utvikle analyseverktøyet beskrevet. I tillegg evalueres studien ut ifra kriterier om troverdighet og noen sentrale etiske betraktninger blir fremlagt. Til slutt blir det også her redegjort for valg av læreverk. Videre i femte kapittel blir empiriske data presentert og beskrevet. Her legges det ved utvalgte skjermbilder hentet fra de nettbaserte elevressursene.

Det sjette kapitlet inneholder de to analysene som er gjort for henholdsvis Matemagisk og Multi sine elevressurser. Dette etterfølges av en diskusjon i sjuende kapittel, hvor sentrale funn fra analysene fremheves. Begge analysene diskuteres samlet for å tydeliggjøre og få frem karakteristiske egenskaper og kontraster ved de to. Oppgaven fortsetter med konklusjonen i det åttende kapitlet. Det oppsummerer hovedfunnene i forhold til forskningsspørsmålet. Her blir de to nettbaserte elevressursene behandlet separat. Til slutt kommer det noen avsluttende betraktninger i kapittel ni, etterfulgt av kapittel ti med referansene.

2 Teoretisk rammeverk

I dette kapitlet blir det redegjort for studiens teoretiske grunnlag. Det innebærer en presentasjon av relevante begreper, tidligere forskning i forhold til digitale læremidler og aktuell litteratur innenfor områdene representasjoner og brøk.

2.1 Digitale læremidler i skolen

Vi lever i et teknologisamfunn som er i stadig utvikling, noe som følgelig påvirker opplæringen i skolen. Dette gjør digitale læremidler til et aktuelt tema. I Kunnskapsløftet regnes digitale ferdigheter som en av de grunnleggende ferdighetene som skal inkluderes i alle fag, også i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2017). Digitale ferdigheter innebærer «å bruke digitale verktøy til læring gjennom spill, utforskning, visualisering og presentasjon. Det handler også om å kjenne til, bruke og vurdere digitale verktøy til beregninger, problemløsning, simulering og modellering.» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 4). Teknologi har derfor en sentral rolle i dagens skole og det finnes et bredt spekter av digitale læringsressurser som kan benyttes i matematikkopplæring (Pierce & Stacey, 2010). Denne studien er begrenset til å omhandle de nettbaserte elevressursene til Matemagisk og Multi.

Nokelainen (2006) definerer digitale læremidler som alt materiale utviklet for undervisningsformål, publisert i et digitalt format og ment å være tilgjengelig gjennom bruk av datamaskin. Gjennom denne definisjonen fremkommer det noen sentrale kjennetegn på digitale læremidler. I den forbindelse bruker Liu og Johnson (2004) begrepet «Web-based learning application». De definerer dette som nettbaserte læringsapplikasjoner som inneholder instruksjoner eller aktiviteter levert gjennom internett som underviser et spesifikt konsept, oppfyller spesifikke læringsmål, skaper et læringsmiljø og gir mulighet for individuelt og gjenbrukbart arbeid. I forhold til de overnevnte definisjonene kan disse anses som relevante i forhold til begrepet «nettbaserte elevressurser». Dette begrepet forstås derfor i forbindelse med de overnevnte definisjonene da begge programvarene underviser om brøkkonseptet, de har utviklet læringsmål basert på kompetansemålene i læreplanen, de er derfor utviklet i den intensjon at de skal fremme læring, elevene kan arbeide selvstendig i elevressursene og spillaktivitetene kan gjennomføres flere ganger (Alseth, Arnås, Kirkegaard & Røsseland, 2011; Kroknes, Egeland & Kavén, 2013).

Tradisjonelt i Norge har læremidler måttet gjennom en nasjonal godkjenningsordning før de kunne benyttes i skolen. Denne ordningen skulle sikre god kvalitet på læremidlene med tanke på faglig innhold, pedagogisk tilrettelegging, samsvar med læreplanen og språklig formulering. Ordningen ble opphevet i år 2000 og hadde da vært gjeldende siden folkeskoleloven av 1889 (Sjøberg, 2001). Dette har ført til at skolelederne og lærerne selv står ansvarlig for å vurdere og velge læremidler basert på deres faglige og pedagogiske kompetanse (St, 2016). Således bør læreren kunne vurdere både trykte og digitale læremidler.

2.2 Tidligere relevant forskning

I dette delkapitlet blir to studier presentert. Disse anses som relevante for denne forskningsoppgaven, da de omhandler bruk av digitale læringsmidler i matematikkundervisning.

Læring av brøk blir gjerne ansett som et utfordrende område innenfor matematikk (Van De Walle et al., 2014). Ifølge Bruce og Ross (2009) er forståelse av brøk som del av en hel, komplekse prosedyrer og utfordrende notasjon elementer som gjør brøk utfordrende for elevene å lære. Lærere og forskere har hatt vansker med å finne løsninger for hvordan brøk

kan gjøres meningsfullt, relevant og forståelig for elevene. I den forbindelse har Bruce og Ross (2009) gjennomført en studie hvor de undersøkte hvordan den interaktive programvaren CLIPS kan benyttes i undervisning for å støtte elevenes læring på dette området. En gruppe med lærere, forskere og pedagoger med kunnskap om programmering utviklet fem sett med brøkkaktiviteter i det digitale læremidlet. Aktivitetene var rettet mot elever på 7-10 trinn og det ble valgt ut elever som hadde utfordringer med brøkkonseptet. I artikkelen beskrives det hvilke betingelser som gjorde suksess mulig for disse elevene. Studien er basert på 36 klasseromsobservasjoner og 16 elevtilfeller.

Det rapporteres om flere funn i studien. Gjennom intervju uttalte elever at de følte de hadde mer kontroll over læringssituasjonen når de kunne kontrollere hastigheten på oppgavene ved å bruke navigasjonspiler for å gå frem og tilbake og benytte ulike menyer. Gjennom både en kvalitativ og kvantitativ tilnærming viste resultatene at rekkefølgen oppgavene ble løst i var av betydning. Det var de elevene som metodisk gjennomgikk aktivitetene og som ikke utelot noen, som hadde størst utbytte av opplegget. Forskerne mente elevene kunne velge hvilke aktiviteter de ville starte med og ble overrasket over at dette ikke var tilfellet. Brøkoppgavene var utviklet i rekkefølge. Når elevene ikke fulgte denne fremgangen mistet de nøkkelelementer som var avgjørende for videre progresjon. Dette hindret elevene i å utvikle en konseptuell forståelse av brøkbegrepet.

De innledende oppgavene elevene gjorde før de arbeidet i programvaren var av betydning for læringsutbyttet. Målrettede innledende oppgaver som var direkte knyttet til læringsmålene i CLIPS bidro til at elevene var forberedt på aktivitetene i nettressursen. Når de innledende oppgavene ikke var direkte relatert til konseptet presentert i CLIPS var det utfordrende for elevene å orientere seg i de nettbaserte læringsaktivitetene. Til slutt fremhever Bruce og Ross (2009) at brukerens digitale ferdigheter er av betydning. De elevene som behersket teknologien var mer sikre i bruken av programvaren, selv om de hadde lav forståelse av brøkbegrepet. Ut ifra dette mener de at elever som sliter med matematiske begreper, men som behersker teknologi trolig vil ha nytte av å bruke nettbaserte læremidler i undervisningen. De konkluderer med at CLIPS brøkoppgaver støttet elevenes læring av brøk.

Hadjerrouit (2017) har i en av sine studier utviklet et rammeverk basert på konseptet «affordance». Han bruker dette for å undersøke hvordan det digitale verktøy SimReal+ kan være engasjerende for elever i arbeid med matematikk og vurderer hvilke læringsmuligheter bruken av dette kan medføre. For å analysere de nettbaserte elevressursene til Matemagisk og Multi er de digitale aspektene ved verktøyene av betydning og hans rammeverk anses derfor som relevant for denne studien. Før rammeverket til Hadjerrouit (2017) presenteres kan det være av betydning å redegjøre for begrepet «affordance» da dette utgjør essensen i hans modell.

2.3 Begrepet «affordance»

Begrepet «affordance» ble først introdusert av den amerikanske psykologen James J. Gibson i boken «The Ecological Approach to Visual Perception». Her definerer han begrepet som «The affordances of the environment are what it offers the animal, what it *provides* or *furnishes*, either for good or ill» (Gibson, 1986, s. 127). Han refererer her til forholdet mellom individet og miljøet og «affordances» kan forstås som de muligheter og begrensninger miljøet kan medføre. Gibson (1986) skriver at han selv har oppfunnet uttrykket «affordance» og han mener begrepet refererer til en terminologi som ikke har eksistert før.

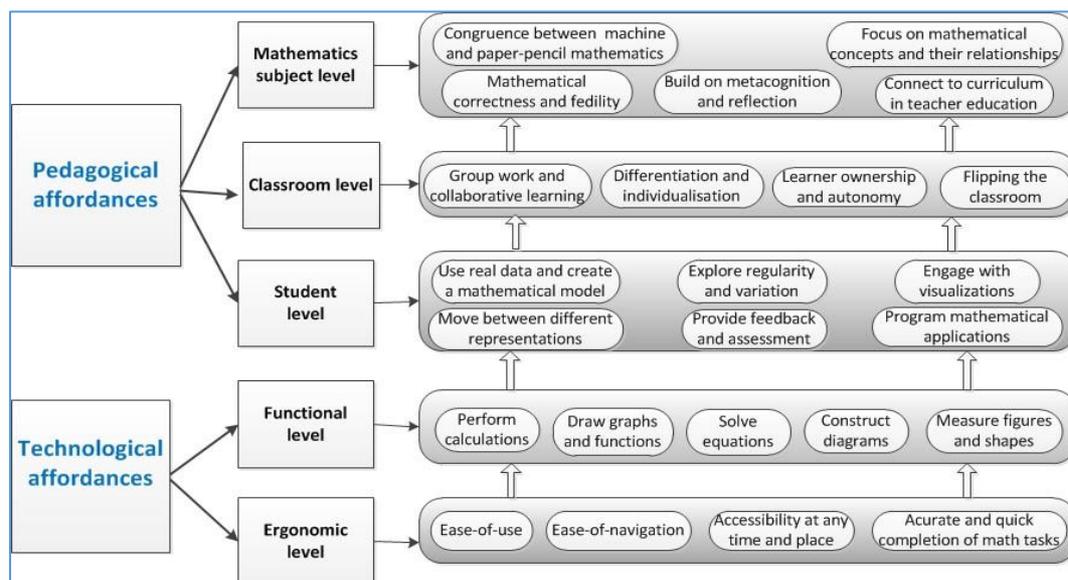
Således er det utfordrende å finne en direkte oversettelse som vil være dekkende på norsk, men det kan forstås som de muligheter et miljø kan tilby.

Norman (1988) videreførte dette uttrykket og skriver i sin bok «The Design of Everyday Things» om en studie av «affordances» ved objekter. Her refererer han til begrepet som de oppfattede og faktiske egenskapene ved et objekt, først og fremst de grunnleggende egenskapene som bestemmer hvordan dette kan benyttes. Alle objekter har «affordances», noen mer opplagte enn andre. Norman (1988) peker blant annet på at en stol kan gi mulighet for å sitte, mens glass kan gi mulighet for å se gjennom. Et annet eksempel kan være et pizzahjul som gir mulighet til å dele en hel pizza opp i mindre deler. Dette anses som «affordances» ved objektene. Han beskriver begrepet i relasjon til egenskaper. Sett fra et pedagogisk perspektiv kan begrepet anses som de læringsmuligheter et miljø eller objekt tilbyr. I forlengelsen av dette vil begrepet «affordance» i denne studien forstås som læringsmuligheter.

2.4 «Affordance» modell

Basert på tidligere litteratur som redegjør for begrepet «affordance» (Gibson, 1986; Norman, 1988) fremhever Hadjerrouit (2017) at et digitalt verktøy kan anses som et miljø eller objekt. Han mener det kan mediere mellom individuelle, teknologiske, pedagogiske og sosiokulturelle kontekster. Digitale verktøy skaper «affordances» eller læringsmuligheter for brukeren på ulike nivå. I hans studie undersøkte han «affordances» ved det digitale verktøyet SimReal+.

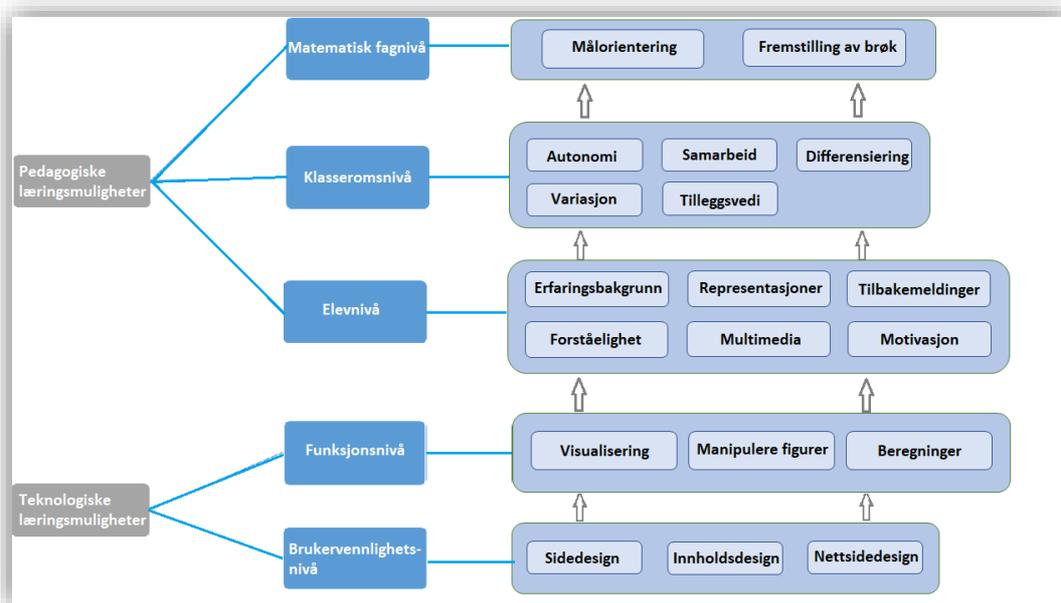
Hadjerrouit (2017) baserer i hovedsak sitt rammeverket på studien til Pierce og Stacey (2010). I deres studie utarbeidet de et pedagogisk kart for analyse av programvare. De fremhever at hensikten med kartet er å summere opp de potensielle mulighetene teknologien kan fremme i undervisning. Her skiller de mellom funksjonelle og pedagogiske muligheter ved programvarer. De peker på at teknologi kan benyttes funksjonelt for å produsere svar eller pedagogisk for å fremme læring. Deres hensikt var å vurdere og kategorisere de pedagogiske mulighetene som er tilgjengelige ved bruk av ulike programvarer i klasserommet (Pierce & Stacey, 2010). Figur 2.1 fremstiller Hadjerrouit (2017) sin «affordance» modell, som altså ble benyttet som analyseverktøy i studien av SimReal+.



Figur 2.1: «Affordances of SimReal+» (Hadjerrouit, 2017, s. 124)

Konseptet med «affordance» er av Hadjerrouit (2017) benyttet som rammeverk for å utforske hvilke teknologiske og pedagogiske «affordances» eller læringsmuligheter verktøyet SimReal+ gir for å skape engasjement i matematikkfaget (Hadjerrouit, 2017). Programvarene til Matemagisk og Multi er utviklet til undervisningsformål og baserer seg på lærerplanen (Alseth et al., 2011; Kroknes, Egeland, et al., 2013). Slike nettbaserte læremidler kan tilby andre læringsmuligheter enn de tradisjonelle trykte, blant annet gjennom interaktivitet (Hadjerrouit, 2010). Det vil således være hensiktsmessig å analysere både teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter ved de nettbaserte elevressursene i forhold til introduksjon av brøkbegrepet. Rammeverket til Hadjerrouit (2017) anses derfor som et velegnet analyseverktøy for å kartlegge potensielle læringsmuligheter. Siden hans modell opprinnelig er utviklet med tanke på SimReal+ er det derfor nødvendig å tilpasse den til denne studien, slik at den vil utgjøre et passende analyseverktøy rettet mot de nettbaserte elevressursene. Resultatene av tilpasningen fremgår av figur 2.2. Her er hans kriterier oversatt fra engelsk og omformulert, mens noen er fjernet eller lagt til.

Analyseverktøyet har samme struktur som «affordance» modellen og baserer seg på læringsmuligheter som kan oppstå på fem nivå. Brukervennlighets- og funksjonsnivået handler om hvilke teknologiske læringsmuligheter programvaren kan gi. Elevnivå, klasseromsnivå og matematisk fagnivå handler om hvilke pedagogiske læringsmuligheter programvaren kan gi. Elevnivå handler om de læringsmulighetene som kan oppstå for eleven i møte med oppgaver. Klasseromsnivå innebærer de læringsmulighetene som oppstår i undervisningssituasjoner og som er av betydning for elev-lærer interaksjonen. Matematisk fagnivå handler om matematikken som blir undervist og de læringsmuligheter som fremkommer her. Utviklingen av analyseverktøyet er videre beskrevet i delkapittel 4.2.



Figur 2.2: Teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter.

2.4.1 Teknologiske læringsmuligheter

Brukervennlighet

Brukervennlighet omhandler verktøyets utforming angående tilgang til programmet, navigering i det, nøyaktighet i beregninger og hurtighet i fremvisning av oppgaver (Hadjerrouit, 2017). Brukervennlighet er et sentralt aspekt ved nettbaserte læringsressurser. Det er ønskelig at de som benyttes i undervisning er enkle å ta i bruk, effektive og fleksible slik at man kan oppnå ønsket læringsutbytte (Hadjerrouit, 2010). Programvarens brukervennlighet handler også om hvordan innhold er presentert (Nielsen, 2000). Brukervennlighet er aktuelt i forhold til forskningsspørsmålet i denne studien.

Nielsen (2000) presenterer begrepet teknisk brukervennlighet og mener det innebærer å sikre en problemfri interaksjon mellom brukeren og programvaren. I boken «Designing Web Usability» fremheves tre hovedaspekter innenfor teknisk brukervennlighet. Selv om det er en stund siden boken ble utgitt og noe av innholdet kan være mindre relevant med dagens teknologi, fremkommer det likevel noen aktuelle kriterier i forhold til teknisk brukervennlighet. Hadjerrouit (2010) har også i sin studie vektlagt disse kriteriene til Nielsen (2000) for å evaluere nettbaserte læringsressurser. Følgende tre kriterier er ansett som sentrale for teknisk brukervennlighet: sidedesign, innholdsdesign og nettsidedesign.

Sidedesign dreier seg om utformingen av nettsiden og dermed hvordan den fremstår visuelt. Her er struktur og navigasjonsmenyer av særlig betydning. Brukeren er gjerne mer interessert i innholdet som presenteres enn selve utformingen. Det understrekes at mye bruk av bilder, navigeringer og illustrasjoner kan gjøre det vanskelig for brukeren å finne frem. Det kan også virke overveldende og forvirrende (Nielsen, 2000). Slik Hadjerrouit (2010) skriver handler det om hvor enkelt det er å bruke siden for å finne frem til riktig informasjon. Nielsen (2000) understreker at enkelhet bør være målet med sidedesignet.

Med *innholdsdesign* er det innholdet på nettsiden som er i fokus. Det er det som er grunnen til at brukeren besøker nettsiden i utgangspunktet. Designet er derfor utviklet for å gi brukerne tilgang til innholdet. Når de åpner nettsiden er gjerne hovedinnholdsområdet, titler og andre indikatorer for hva siden inneholder det som ført legges merke til. Dersom brukeren ikke finner ønsket informasjon, blir navigeringsmenyene undersøkt. Innenfor innholdsdesign blir det vektlagt at tekst presentert på en dataskjerm kan være krevende å lese og at det gjerne tar lengre tid enn på papir. Dette medfører gjerne at brukeren ikke leser lengre tekster på nett og informasjonen bør derfor presenteres i korthet (Nielsen, 2000). Ifølge Hadjerrouit (2010) handler innholdsdesign om hvor enkelt det er å lese innholdet i nettressursen.

Nettsidedesign handler om hvordan nettsiden er utformet i forhold til hvor enkelt det er å finne frem til menyer og navigere seg gjennom ulike sider (Hadjerrouit, 2010). For å ha oversikt over hvor en er og hvor en ønsker å komme videre er strukturen på nettsiden avgjørende. Dersom innholdet er dårlig organisert kan det hindre funksjonaliteten til nettstedet. Muligheten til å søke med en søkemotor på hver side gjør det enklere og raskere å finne frem til ønsket innhold (Nielsen, 2000).

I forlengelsen av dette utvidet Nokelainen (2006) brukervennlighetsbegrepet til også å innbefatte pedagogisk brukervennlighet som har som mål å støtte læringsprosessen. Hadjerrouit (2010) mener teknologisk og pedagogisk brukervennlighet er sterkt relatert til hverandre. Denne terminologien innenfor brukervennlighet kan ses i relasjon til det Hadjerrouit (2017) beskriver som teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter.

Hadjerrouit (2010) fremhever at teknisk brukervennlighet ved nettbaserte læremidler er av betydning for elevenes muligheter for læring. Om det nettbaserte læremidlet oppleves som oversiktlig og enkelt å bruke kan elevene fokusere på innholdet som presenteres uten å måtte bruke unødvendig tid på tekniske utfordringer. Det er likevel ikke nødvendigvis slik at god teknisk brukervennlighet fører til mer læring. Det er her de pedagogiske aspektene ved nettressursene blir av særlig betydning. Dette vil bli omtalt ytterligere i neste delkapittel som omhandler pedagogiske læringsmuligheter.

Funksjonsnivå

Det andre nivået innenfor teknologiske læringsmuligheter er det funksjonelle. Her undersøkes hvilke funksjoner verktøyet tilbyr brukeren (Hadjerrouit, 2017). På det funksjonelle nivået benyttes det i programvarene til Matemagisk og Multi ulike visualiseringer for å formidle kunnskap om brøkbegrepet. Det gis også mulighet til å manipulere figurer og programmet gjennomfører matematiske beregninger.

Visualisering handler om muligheten til å bruke og reflektere over bilder, grafer, animasjoner og diagram på papir eller med bruk av programvarer. Den har til hensikt å formidle informasjon for å fremme forståelse (Arcavi, 2003; Hadjerrouit, 2017). Ifølge Hadjerrouit (2017) kan visualiseringer benyttes for å engasjere elevene til matematisk problemløsning.

Kriteriet om å kunne *manipulere figurer* handler ifølge Reimer og Moyer (2005) om muligheten til å manipulere objekter på en skjerm. De har gjennomført en studie hvor de undersøkte effekten av å bruke dataprogrammer som tilbyr virtuelle manipulasjoner av objekter ved introduksjon av brøk på 3. trinn. De beskriver «Virtual manipulatives» som kopier av fysiske objekter som finnes på internett i dataprogrammer og som elevene kan manipulere. Moyer, Bolyard og Spikell (2002) definerer begrepet som en interaktiv, nettbasert visuell representasjon av dynamiske objekter som gir mulighet for å fremme matematisk kunnskap. Disse definisjonene vil ligge til grunn for hvordan begrepet vil forsås i denne studien. Funnene i studien til Reimer og Moyer (2005) indikerer at arbeid med virtuelle manipulasjoner innenfor brøk hjelper elevene å tilegne seg kunnskap gjennom umiddelbare og spesifikke tilbakemeldinger. De mener denne metoden kan være enklere og raskere å bruke enn virkelighetens tradisjonelle papir- og blyantmetode. I tillegg fremheves det at arbeid med virtuelle konkrete kan øke elevenes glede over å lære matematikk. Kriteriet innebærer blant annet at elever kan skyve, vende og snu på objekter ved å bruke datamusen. Slike dynamiske visuelle objekter anses som fordelaktig for å representere abstrakte matematiske symboler (Reimer & Moyer, 2005).

Det neste kriteriet innebærer blant annet at programvaren kan benyttes som et redskap for å gjøre *beregninger*. Datamaskinen fungerer da som et verktøy i matematikkundervisningen. På den måten kan eleven bruke mindre tid på tidkrevende utregninger. Det baserer seg på interaktivitet, hvor programmet på grunnlag av elevens svar eller respons kan gjennomføre beregninger og gi tilbakemeldinger (Taylor, 1980).

2.4.2 Pedagogiske læringsmuligheter

Innenfor pedagogiske læringsmuligheter kan digitale verktøy fremme ulike læringsmuligheter på studentnivå, klasseromsnivå og matematisk fagnivå (Hadjerrouit, 2017). Disse blir presentert separat, selv om noen av dem delvis dekker hverandre. Nokelainen (2006) presenterer ti kriterier som kan benyttes for å vurdere om et digitalt læremiddel er pedagogisk brukervennlig. Disse kriteriene er elevkontroll, læringsaktivitet, samarbeidslæring, målorientering, anvendbarhet, tilleggsverdi, motivasjon, forkunnskaper,

fleksibilitet og tilbakemeldinger. Hadjerrouit (2010) har i sin studie modifisert kriteriene for å evaluere nettbaserte læringsressurser og utviklet tolv kriterier. Deres kriterier sammen med elementer fra «Affordance» modellen til Hadjerrouit (2017) danner grunnlag for å utvikle et rammeverk for å vurdere pedagogiske læringsmuligheter.

Elevnivå:

Elevnivå handler ifølge Hadjerrouit (2017) om de læringsmulighetene som kan oppstå for elevene i møte med matematikkoppgaver. Det fins mange pedagogiske læringsmuligheter som kan fremkomme på elevnivå. Bruk av oppgaver som bygger på elevenes *erfaringsbakgrunn* kan virke motiverende og fremme muligheter for matematisk tenkning (Pierce & Stacey, 2010).

Det å veksle mellom symbolske, aritmetiske og grafiske *representasjoner* kan fremme en konseptuell forståelse av det aktuelle emnet (Hadjerrouit, 2017). Bruk av ulike representasjonsformer vil bli redegjort ytterligere for i delkapittel 2.5.

Kriteriet *tilbakemeldinger* innebærer at nettressursen gir støtte for interaktivitet gjennom enkel og brukervennlig tilgang til faginnholdet og ulike oppgaver. Interaktivitet er betydningsfullt da det gir elevene mulighet til aktivt å delta i problemløsning (Hadjerrouit, 2010). Ifølge Hadjerrouit (2015) er kvaliteten på interaksjoner og tilbakemeldinger i forhold til elevenes handlinger avgjørende for læringsprosessen. I den forbindelse henviser han til formativ og summativ vurdering. Formativ vurdering er av betydning for å undersøke hvilke muligheter programvaren gir for umiddelbare evalueringer underveis. Med summativ vurdering gir programmet oversikt over studentens resultater til slutt.

Kriteriet *forståelighet* handler om at beskrivelser og informasjon som blir presentert skal være forståelig. Innholdet bør være godt strukturert, tydelig og konsist slik at det er enkelt å forstå det som formidles (Hadjerrouit, 2010). I de nettbaserte elevressursene omhandler dette om oppgavene som presenteres er tydelige og forståelige.

Multimedia innenfor nettressurser handler om å formidle fagstoff gjennom ulike typer medier, eksempelvis gjennom lyd, tekst, bilder, spill, video og animasjoner (Hadjerrouit, 2010). Ifølge Mayer (2005) kan en kombinasjon av ord og bilder gi bedre forutsetninger for læring enn ved bare å benytte ord. Han definerer begrepet «multimedia» som en presentasjon av både ord og bilder. Hvor ord blant annet kan innbefatte lyd eller tekst, mens bilder blant annet kan innbefatte illustrasjoner, fotografier, animasjoner eller videoer. Bruk av multimedia for å fremme læring handler derfor om å skape mentale representasjoner fra ord og bilder.

Motivasjon er betydningsfullt innenfor pedagogisk brukervennlighet. Dette kriteriet er gjerne avgjørende for elevenes arbeidsinnsats og følgelig læringsutbytte (Hadjerrouit, 2010). Ifølge Nokelainen (2006) påvirker motivasjonen all type læring. Nettressursene bør presentere motiverende oppgaver og eksempler, som fremstiller sentrale aspekter ved faginnholdet. Motivasjon er målrettet og gjør eleven engasjert i arbeidet (Hadjerrouit, 2010).

Klasseromsnivå:

Klasseromsnivå innebærer ifølge Hadjerrouit (2017) de læringsmulighetene som er av betydning for undervisningen og som påvirker elev-lærer interaksjonen. Også på klasseromsnivå kan det fremkomme flere pedagogiske læringsmuligheter. Bruk av IKT i undervisning kan være av betydning for læreren og elevenes rolle i klasserommet. Ved bruk av digitale læremidler kan undervisningen bli mindre lærerstyrt og mer elevorientert. Slik kan

elevene blir mer autonome i sin læringsprosess, da programmet inntar en veiledende rolle (Hadjerrouit, 2017).

Kriteriet med *autonomi* innebærer at elevene skal kunne arbeide på egen hånd med fagstoff i nettressursen. Det skal tilrettelegges for at de kan tilegne seg kunnskap uten å måtte være avhengig av læreren. Nettressursen skal hjelpe eleven til å bli mindre avhengig av lærerens assistanse (Hadjerrouit, 2010).

Hadjerrouit (2017) fremhever at bruken av digitale læremidler i matematikkundervisningen kan skape muligheter for *samarbeid* og gruppearbeid. Slik Nokelainen (2006) skriver handler dette kriteriet om å samarbeide med andre for å oppnå et felles læringsmål. Ifølge Læringsplakaten skal skolen gi elevene mulighet for læring både gjennom individuelt arbeid og i samarbeid med medelever (Utdanningsdirektoratet, 2015). Hadjerrouit (2010) mener læring kan anses som en iboende sosial aktivitet som kan utvikles i samarbeid med andre.

Et annet sentralt aspekt innenfor klasseromsnivå er at verktøy gjerne gir mulighet til å *differensiere* og individualisere undervisningen ut fra elevenes evner og forutsetninger (Hadjerrouit, 2017). I norsk skole står prinsippet om tilpasset opplæring sterkt. Det er et overordnet prinsipp som er nedfelt i Opplæringsloven § 1-3. Der står det at læreren har ansvar for å tilpasse undervisningen etter den enkelte elevs evner og forutsetninger (Opplæringslova, 1998). Slik Skaalvik og Fossen (1995) legger frem anses gjerne differensiering som et nødvendig middel for å tilpasse undervisningen. Elevene har forskjellige læringsforutsetninger, noe som fører til at den opplæringen de vil ha mest nytte av trolig også vil være ulik (Solvang, 1992). Differensiering gjelder også ved bruk av digitale nettressurser. Her innebærer kriteriet å tilpasse innholdet etter den enkelte elevs alder, forutsetninger og interesser. I tillegg handler det om å ta hensyn til deres ulike evner, matematikkferdigheter, behov, motivasjon, forkunnskaper og dataferdigheter (Hadjerrouit, 2010).

Bruk av digitale verktøy kan gi rom for *variasjon* i undervisningen og bruk av ulike arbeidsmetoder (Hadjerrouit, 2017). Dette innebærer at elevene skal kunne bruke andre læringsressurser sammen med nettressursen. Blant annet å kunne variere mellom både trykte og digitale læremidler. Variasjon er av betydning for læring da elevene gjerne foretrekker forskjellige arbeidsmetoder og noen foretrekker enkelte fremfor andre (Hadjerrouit, 2010).

Når det benyttes digitale læringsressurser i undervisningssituasjoner forventes det at disse kan tilføre undervisningen noe som de tradisjonelle ressursene, som for eksempel læreboka, ikke har mulighet til. Denne *tilleggsverdien* kan blant annet fremkomme i nettressursene ved bruk av lyd, bilder og videoer (Nokelainen, 2006). Gjennom eksempelvis interaktivitet, tilbakemeldinger og fleksibilitet kan de digitale læringsressursene gi læringsmuligheter som ikke er mulig ved bruk av læreboken alene. Med utgangspunkt i dette bør det vurderes om oppgavene som fremstilles i nettressurser kan tilby mer enn de som presenteres i trykte læremidler (Hadjerrouit, 2010).

Matematisk fagnivå:

Matematisk fagnivå handler ifølge Hadjerrouit (2017) om matematikken som blir undervist og de læringsmuligheter som fremkommer her. Kriteriet om *målorientering* innebærer at de læringsmålene som er fastsatt av læringsressursen samsvarer med de mål som er gitt av læreren eller i læreplanen (Hadjerrouit, 2010). Læring anses som et målrettet arbeid og målene bør derfor være tydelige for eleven (Nokelainen, 2006). Slik Hadjerrouit (2017)

fremhever innebærer det at matematikken som presenteres i verktøyet samsvarer med pensumet i matematikk.

Brøk er det gjennomgående matematiske temaet i denne studien. Det finnes ulike aspekter ved *brøkbegrepet*. Fremstillingen av brøk vil vurderes i forhold til de definerte kriteriene i analysemodellen. I tillegg vil brøkbegrepet redegjøres ytterligere for i delkapittel 2.6.

2.5 Representasjoner

De nettbaserte elevressursene benytter ulike representasjonsformer for å illustrere brøkbegrepet. Det kan derfor være nyttig å redegjøre for begrepet representasjon. «A representation is something that stands for something else» (Duval, 2006, s. 103). Innenfor matematikk kan de benyttes for å illustrere matematiske objekter, noe som er nødvendig for å fremme forståelse. Grunnen til dette er at matematiske objekter er abstrakte idéer som ikke kan manifesteres direkte, slik som konkrete objekter. De er derfor bare tilgjengelige gjennom bruk av semiotiske representasjoner. Säljö (2001) skriver at språkets semiotiske funksjon gir mulighet for å fremme kunnskap om fenomener. Språket som medierende redskap refererer til forholdet mellom språklige uttrykk og de fenomenene disse representerer. Det understrekes at de språklige uttrykkene ikke bare refererer til fenomener, men også inneholder mening og betydning. Språkets semiotiske funksjon er altså ikke nøytralt, men har en meningsbærende funksjon.

Matematikk skiller seg fra andre fag som eksempelvis fysikk, biologi og kjemi som gjerne er tilgjengelige gjennom observasjoner. Da benyttes representasjoner for å visualisere og beskrive et fenomen fra virkeligheten (Duval, 1999). Dette forutsetter ifølge Säljö (2001) at det finnes et én-til-én-forhold mellom fenomenet og representasjonen, noe som ikke er tilfellet i matematikk (Duval, 1999).

Innenfor matematikk har vi ulike registre som inneholder samlinger av representasjoner. Duval (1999) kaller disse for registre av representasjoner og mener matematiske objekter blir behandlet i ulike registre. Han skiller mellom to typer transformasjoner av semiotiske representasjoner som benevnes «treatment» og «conversion». «Treatment» innebærer en overgang mellom representasjoner i samme register. Dette kan eksempelvis være aritmetiske eller algebraiske beregninger (Duval, 2006). Et eksempel på dette kan være overgangen fra $\frac{3}{6}$ til $\frac{1}{2}$. «Conversion» innebærer derimot overgang mellom ulike representasjoner fra forskjellige registre (Duval, 2006). Et eksempel på dette kan være overgangen $\frac{1}{2}$ til 50%. Slike overganger mellom ulike registre er gjerne utfordrende for elever. Dersom de behersker dette regnes de å ha god matematisk forståelse, da de evner å overføre sin matematiske kunnskap til andre sammenhenger (Duval, 1999). I lys av det foregående kan representasjoner benyttes for å fremstille matematiske begreper og uttrykk på ulike måter (Duval, 1999). Slik kan elever oppdage sammenhenger mellom ulike representasjonsformer, noe som kan fremme en konseptuell matematisk forståelse (Hadjerrouit, 2017).

I de nettbaserte elevressursene til Matemagisk og Multi benyttes det ulike representasjoner for å visualisere brøkbegrepet. Duval (2006) sin teori om representasjoner kan være nyttig for å undersøke hvilke transformasjoner som fremkommer i disse elevressursene. I analysene som presenteres i kapittel 6 blir begrepene «treatment» og «conversion» benyttet. Disse er ikke oversatt, da de er redegjort for i dette delkapittelet.

2.6 Brøk

Denne studien er avgrenset til å omhandle det matematiske temaet brøk. For å analysere hvordan dette introduseres i elevressursene til Matemagisk og Multi vil det være hensiktsmessig å redegjøre for relevant teori på området. Innledningsvis i dette delkapitlet vil derfor brøkbegrepets plass i skolen vektlegges. Dette gjøres med utgangspunkt i kompetansemål fra læreplanen og læringsmål fra de to matematikkverkene. Videre vil brøkbegrepet defineres og ulike aspekter ved begrepet presenteres. I tillegg vil det redegjøres for ulike representasjonsformer i forhold til brøk.

2.6.1 Brøk i skolen

Nzmaths (2008) fremhever at behovet for brøk har sitt utspring i målings- og delingssituasjoner. Eksempler på slike situasjoner i hverdagen kan være objekter som skal fordeles eller beholdere som skal fylles. Deling er derfor noe de fleste barn har kjennskap til. Det kan derfor danne utgangspunkt for hverdagslige situasjoner som kan benyttes i skolen når elevene skal lære om brøk (Van De Walle et al., 2014). I Kunnskapsløftet er brøk inkludert i hovedområdet «Tall». Her fremheves det at elevene etter 4. trinn skal kunne: «...bruke enkle brøkar og desimaltal i praktiske sammenhengar og uttrykkje talstorleikar på varierte måtar» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 6).

I Matemagisk og Multi sine nettbaserte elevressurser er læringsmålene utviklet i samsvar med læreplanen (Alseth et al., 2011; Kroknes, Egeland, et al., 2013). I Grunnboken til Matemagisk fremheves det at elevene etter introduksjon av brøk skal kunne forstå brøk som del av en hel og som del av en mengde, kunne skrivemåten til brøk, kunne stambrøkene $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}$ og forklare hva likeverdige brøker er gjennom enkle eksempler. Det fokuseres på begreper som todel, tredel, firedel og femdel (Kroknes, Klavén & Persson, 2013).

I Multi sin lærerveiledning står definerte læringsmål som elevene skal kunne etter 3. trinn. Innenfor området Tall og Algebra står det at elevene skal forstå enkle brøker som del av en helhet basert på praktiske sammenhenger. Mer spesifikt utdypes det at stambrøker som $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}$ og ekvivalente brøker som $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$ særlig skal vektlegges (Alseth et al., 2011). Formuleringene i de to matematikkverkene har flere sammenfallende elementer, da begge vektlegger brøk som del av en hel, stambrøker og likeverdige brøker. Elever på småskoletrinnet vil dermed i brøkoppgaver arbeide med likeverdige brøker. Dette krever at de evner å sammenlikne og regne med brøk. I møte med likeverdige brøker kan de få erfaring med å utvide og forkorte brøker (Solem, Alseth & Nordberg, 2010).

2.6.2 Brøkbegrepet

Brøk kan defineres som en tallstørrelse bestående av to tall over hverandre hvor en brøkestrek skiller dem. Telleren står over brøkestreken, mens nevneren står under (Birkeland, Breiteig & Venheim, 2011). En tilsvarende beskrivelse finner vi igjen hos Solem et al. (2010) som definerer brøk som et tall som kan skrives på formen $\frac{a}{b}$, hvor a og b representerer hele tall.

Elevenes møte med brøk krever en utvidelse av deres tallbegrep. De har tidligere arbeidet med de naturlige tallene som innbefatter positive heltall gjerne i form av ordinal- og kardinaltall. Tallbegrepet de første skoleårene består av heltallene (naturlige tall og negative heltall), samt tallet null. I møte med brøk kreves det derfor en utvidelse som også inkluderer de rasjonale tallene. Semiotisk defineres altså en brøk av en teller og en nevner som begge er heltall, adskilt av en horisontal brøkestrek (Siegler, Fazio, Bailey & Zhou, 2013).

2.6.3 Aspekter ved brøkbegrepet

Ifølge Kieran (1980) finnes det flere aspekter ved brøkbegrepet. I grunnskolen blir det gjerne introdusert som del av en helhet (Van De Walle et al., 2014). For å utvikle forståelse er det avgjørende å ha innsikt i de ulike aspektene ved brøk og deres relasjon til hverandre. Van De Walle et al. (2014) fremlegger fem hovedaspekter ved brøkbegrepet. Brøk som: del av en hel, måling, divisjon, operator og forhold. I læringsmålene til Matemagisk og Multi står det at elevene skal lære om brøk som del av en hel (Alseth et al., 2011; Kroknes, Egeland, et al., 2013). Derfor vil dette aspektet vektlegges spesielt i fortsettelsen.

Ifølge Van De Walle (2004) bør det første målet ved introduksjon av brøk i grunnskolen være å hjelpe elevene til å forstå *brøk som del av en helhet* (Van De Walle, 2004). Hovedidéen som de må oppdage er at en brøk ikke beskriver størrelsen på en helhet eller på deler. En brøk sier noe om forholdet mellom dem. Dette forholdet kan beskrives som følgende: «Fractional parts are equal shares or equal-sized portions of a whole or unit. A unit can be an object or a collection of things. More abstractly, the unit is counted as 1. On the number line, the distance from 0 to 1 is the unit» (Van De Walle, 2004, s. 242). Det fremheves her at brøkdeler er delt i like størrelse i forhold til en helhet. Solem et al. (2010) understreker at skrivemåten til brøk ikke er intuitiv for elevene. Det skilles mellom det hele og en del, hvor delen står over brøkestreken og helheten under. De mener brøk som del av en hel gjerne introduseres ved bruk av stambrøker, altså med teller lik én. (Van De Walle et al., 2014). Eksempelvis kan konkreter eller illustrasjoner av en sjokolade eller pizza, som deles i tre like store deler, benyttes. Da utgjør de tre delene en hel, mens en bit utgjør én av tre deler.

Brøk som måling innebærer å identifisere en lengde og bruke denne som målestokk for å avgjøre lengder på objekter (Van De Walle et al., 2014). For eksempel hvis elevene skal finne $\frac{7}{10}$ kan de først finne $\frac{1}{10}$ og bruke dette som utgangspunkt for å måle $\frac{7}{10}$ (Van De Walle et al., 2014). Elevenes forståelse av brøk som måling kan ifølge Van De Walle (2004) undersøkes gjennom oppgaver hvor de skal plassere brøker i rekkefølge etter størrelse.

Brøk som divisjon innebærer at disse kan skrives som divisjonsstykker (Van De Walle et al., 2014). Slik Birkeland et al. (2011) skriver består brøk av to heltall som angir én tallstørrelse. Disse to heltallene kan alltid divideres med hverandre, unntatt divisjon med null. Et eksempel på brøk som divisjon kan være å dele 21 klinkekuler på 7 personer, hvor alle skal få like mange. Dette kan regnes ut ved å dividere antall kuler på antall personer. Det gir $\frac{21}{7} = 21 : 7$.

Med *brøk som operator* innebærer det at brøken indikerer eller beskriver en operasjon som skal gjøres (Van De Walle et al., 2014). Dette fremkommer i følgende formulering: “Estimation of fraction computations is tied almost entirely to the concepts of the operations of fractions” (Van De Walle, 2004, s. 264). Et eksempel kan her være å finne $\frac{3}{5}$ av et tall eller en mengde på eksempelvis 500. En løsning kan da være å dividere 500 på 5 for å finne $\frac{1}{5}$, for så å multiplisere dette med 3 for å finne $\frac{3}{5}$.

Brøk som forhold er ifølge Behr, Lesh, Post og Silver (1983) forholdet mellom to størrelser. Eksempelvis som brøkdel av en hel. Et praktisk eksempel kan være en gruppe med 4 jenter og 12 gutter, da utgjør jentene $\frac{1}{3}$ av gruppen. Her presenteres antall jenter i forhold til det totale antallet personer.

2.6.4 Ulike representasjonsformer

Effektiv bruk av representasjoner i brøkoppgaver er av betydning for elevenes forståelse (Van De Walle et al., 2014). Dette forholdet kan beskrives på følgende måte: «Dersom elevene virkelig skal forstå regning med brøk og ikke bare lære reglene, må de få en rik forståelse av brøkbegrepet. Det betyr at vi i undervisningen må legge vekt på å arbeide med og se sammenhengen mellom ulike representasjonsformer for brøk» (Solem et al., 2010, s. 83). Slik Duval (1999) fremhever er representasjoner den eneste måten å fremstille abstrakte matematiske objekter på. Disse blir dermed vesentlige for å fremme matematisk forståelse. Modeller kan benyttes for å representere et forenklet bilde av virkeligheten. Det forutsetter at aspekter eller deler ved modellen samsvarer med virkeligheten. Van De Walle et al. (2014) peker på tre ulike modeller for brøk som baserer seg på areal, lengde og mengde. I nettoppgavene til Matemagisk og Multi benyttes modeller basert på areal og mengde (Alseth et al., 2011; Kroknes, Egeland, et al., 2013). I det videre vil derfor disse to være fremtredende.

Ifølge Solem et al. (2010) blir brøk ofte introdusert ved bruk av modeller basert på areal. Elevene skal gjerne dele figurer i like deler og angi andeler. Dette kan hjelpe dem med å oppdage sammenheng mellom del og hel (Solem et al., 2010; Van De Walle et al., 2014). Sirkler er hyppig å benytte som arealmodeller, da disse tydeliggjør brøk som del av en helhet (Van De Walle et al., 2014). Illustrasjoner av pizzaer og kaker nevnes som vanlige arealmodeller når brøk introduseres. I nettoppgavene til Matemagisk er alle oppgavene basert på sirkelmodeller i form av pizza, mens det i Multi blir benyttet ulike modeller basert på areal og mengde. Med mengdemodeller er helheten forstått som en mengde objekter, hvor antallet er det vesentlige (Van De Walle et al., 2014). For eksempel utgjør 3 drops $\frac{1}{4}$ av en mengde på 12 drops. Slike mengdemodeller kan være nyttige for å hjelpe eleven med å relatere matematikken til hverdagslige situasjoner hvor det er naturlig å benytte brøkgregning (Van De Walle et al., 2014). Mengdemodeller kan også hjelpe elevene med å oppdage sammenheng mellom en del og hel, hvor helheten utgjør en samling av objekter (Van De Walle, 2004).

3 Læreverk

I dette kapitlet vil mine valg av læreverk begrunnes. De to læreverkene Matemagisk og Multi blir også beskrevet og presentert. Dette er gjort for å gi en helhetlig oversikt over dem. Det redegjøres også for formålet som ligger til grunn for utviklingen av dem. I tillegg blir de ulike komponentene presentert, men de digitale læremidlene blir vektlagt.

3.1 Valg av læreverk

Når det gjelder valg av læreverk finnes det ingen overordnede føringer for hvilke den enkelte skole skal ta i bruk (St, 2016). Mine ble valgt ut fordi jeg har erfaring med begge fra egen praksis i grunnskolelærerutdanningen. Matemagisk har utviklet ulike applikasjoner som kan lastes ned gratis på nettbrett. Disse ble jeg oppmerksom på når jeg skulle planlegge en undervisningstime i matematikk hvor elevene skulle lære om måling. Jeg oppdaget da at Aschehoug forlag har utviklet ulike applikasjoner innenfor områdene regning, telling, brøk, tid, geometri, måling, algebra og statistikk (Aschehoug, (u.å.)). Matemagisk synes således å ha fokus på digitale ferdigheter og bruk av digitale læringsressurser, noe som gjorde dette til et aktuelt matematikkverk for min studie (Kroknes, Egeland, et al., 2013). Multi sitt læreverk har jeg benyttet flere ganger i ulike praksisperioder på forskjellige barneskoler. I undervisningen tilrettela jeg for bruk av både trykte og digitale læremidler. Ifølge Gyldendal forlag regnes dette som Norges mest brukte læreverk i matematikk (Gyldendal, (u.å.)).

Begge matematikkverkene retter seg mot elever i grunnskolen på 1. til 7. trinn. De har fokus på digitale ferdigheter og har utviklet flere digitale læremidler (Alseth et al., 2011; Kroknes, Egeland, et al., 2013). På bakgrunn av dette anses Matemagisk og Multi som representative for å undersøke hvordan brøk introduseres gjennom digitale læringsressurser i grunnskolen.

3.2 Matemagisk

Matemagisk er et matematikkverk som baserer seg på det svenske læreverket Uppdrag Matte: Mattedetektiverna som er utviklet av Lena Palovaara, Anna Kavén og Hans Persson (Kroknes, Egeland, et al., 2013). Dette er et relativt nytt matematikkverk i Norge. De første lærebøkene i serien ble utgitt i 2013 (Aschehoug, (u.å)-b). De matematiske mysteriene i Matemagisk er skrevet av Tom Egeland. Disse historiene innleder hvert kapittel i lærebøkene og er et gjennomgående tema også i elevressursene (Lokus, (u.å)). Det er forfatterne Tom-Erik Kroknes, Anna Kavén og Hans Persson som har utviklet Matemagisk Grunnbok 3B som ligger til grunn for Matemagisk 3 sin elevressurs (Aschehoug, (u.å)-b).

3.2.1 Formål

Matemagisk sitt læreverk består av ulike komponenter som samlet skal være en ressurs for å fremme læring i forhold til definerte læringsmål (Kroknes, Egeland, et al., 2013). For å kunne analysere den nettbaserte elevressursen vil det være hensiktsmessig å redegjøre for formålet med matematikkverket. Dette er presentert i lærerveiledningen 3A til Matemagisk. Her fremheves fem hovedområder som beskriver hva som ønskes oppnådd:

- begeistre elever og lærere
- stimulere til elevenes læring og utvikling av forståelse i matematikk
- hjelpe læreren å gi elevene tilpasset opplæring
- støtte læreren i vurderingsprosessen
- ha fokus på grunnleggende ferdigheter i matematikk og målene i læreplanen (Kroknes, Egeland, et al., 2013, s. 9).

Det første punktet handler om begeistring. Forfatterne mener dette skaper et godt grunnlag for læring. De ønsker å begeistre elevene gjennom matematikkmysteriene. På 3. trinn følger elevene reisen til Mats og Mathilde over de sju hav, hvor de møter pirater underveis. Ved å benytte slike historier ønsker de å motivere elevene til å løse matematiske problemer som oppstår underveis (Kroknes, Egeland, et al., 2013). Mysteryene er et gjennomgående virkemiddel både i læreboka, men også i de digitale elevressursene (Lokus, (u.å)). Matemagisk sitt læreverk har fokus på begreper for å stimulere til læring og utvikling av matematisk forståelse. I begynnelsen av hvert kapittel i grunnboken er det derfor fremhevet sentrale begreper som elevene skal lære ved hjelp av de ulike læremidlene. Det legges opp til en tilpasset undervisning gjennom såkalte sporoppgaver. Disse er sortert i henhold til tre spor. I grunnboka og oppgaveboka er oppgavene rangert etter vanskelighetsgrad med fargekoder. I de nettbaserte elevressursene arbeider elevene med oppgaver hvor vanskelighetsgraden øker etter hvert som elevene får til oppgavene.

Matemagisk sitt læreverk har som mål å støtte læreren i vurderingsprosesser. Fra 3. trinn er det derfor lagt opp til at læreren skal få hjelp til førvurdering. Dette kan gjøres ved å benytte en liste med spørsmål som finnes i lærerveiledningen. Denne kan da bli et utgangspunkt som stimulerer til diskusjon i klassen i forkant av et nytt tema. På den måten kan elevene tilegne seg kunnskap som styrker deres forutsetninger til å mestre de kommende oppgavene innenfor temaet. Det er også utarbeidet en prøve på slutten av kapitlet som kan benyttes på ulike måter. I lærerveiledningen anbefales det at elevene bruker disse til egenvurdering (Kroknes, Egeland, et al., 2013). Ved bruk av den nettbaserte elevressursen får læreren rapportert arbeidet til elevene (Lokus, (u.å)). Det siste punktet handler om målene formulert i læreplanen og det fokus som er på grunnleggende ferdigheter i matematikk. I Matemagisk sin grunnbok er det angitt mål i hvert kapittel. Det understrekes at disse baserer seg på kompetansemålene i læreplanen. Forfatterne påpeker at matematikkverket har fokus på grunnleggende ferdigheter i matematikk. Det tilrettelegges ikke bare for å kunne regne, men også for at elevene skal utvikle kompetanse innenfor alle de grunnleggende ferdighetene (Kroknes, Egeland, et al., 2013).

3.2.2 Innhold og oppbygging

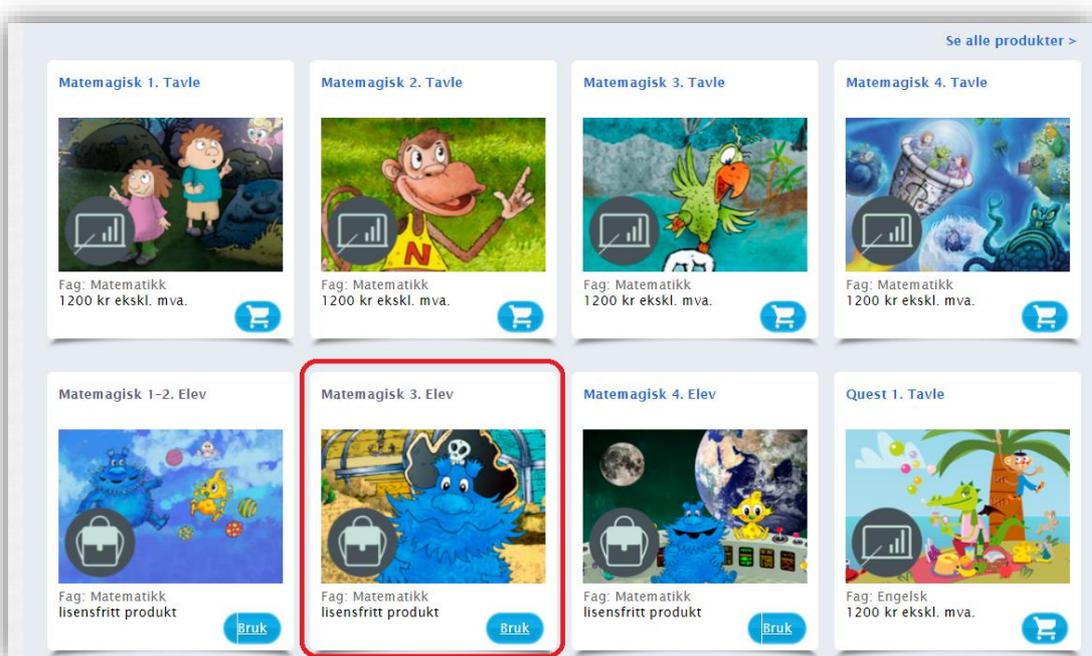
I lærerveiledningen 3A er de ulike komponentene i læreverket beskrevet. Matemagisk består av både trykte og digitale læremidler. De trykte hovedkomponentene er grunnbok, oppgavebok og lærerveiledning. De digitale hovedkomponentene er elevressursen med nettoppgaver og interaktive tavler (Kroknes, Egeland, et al., 2013).

3.2.3 Digitale læremidler

På figur 3.1 er det gitt en oversikt over noen av Matemagisk sine digitale læremidler. Den nettbaserte elevressursen som er utgangspunktet for denne studien er markert. Kroknes, Egeland, et al. (2013) beskriver Matemagisk sin nettbaserte elevressurs på 3.trinn. Her fremheves det at elever lærer på ulike måter og at en kombinasjon av flere læringsstiler er hensiktsmessig. I nettoppgavene får elevene mulighet til å arbeide med oppgaver fra hverdagslivet, hvor halvkonkrete benyttes for å illustrere den abstrakte matematikken. I tillegg får elevene gjennom programvaren visuelle og muntlige forklaringer av det aktuelle tema. Det understrekes at den digitale elevressursen er utarbeidet i relasjon til grunnboka, slik at tilsvarende kapitler er tilgjengelig med egne innganger i den nettbaserte elevressursen. Her kan elevene arbeide med spillaktiviteter for å øve på sentrale ferdigheter i kapitlet. Spillene har økende vanskelighetsgrad etter hvert som elevene mestrer oppgavene. Det er også utarbeidet to moduler kalt Regne og Forske. I førstnevnte skal elevene gjennom spill trene på regneartene. Innenfor forskermodulen kan elevene arbeide med oppgaver som stimulerer til

logisk og strategisk tenkning. Disse er ikke vektlagt i denne studien da de ikke omhandler brøkkonseptet. Elevressursen er utarbeidet for at elevene skal kunne arbeide selvstendig med fagstoffet. Den er lisensfri, men krever at elevene logger inn med egen bruker. På den måten lagres deres resultater i elevressursen og læreren kan gjennom en rapport følge elevenes progresjon. For å bruke den nettbaserte elevressursen kreves det at elevene har tilgang til datamaskin med internettilgang og Flash installert, samt hodetelefoner (Kroknes, Egeland, et al., 2013).

Matemagisk har utviklet interaktive tavler. Disse inneholder undervisningsopplegg til hvert kapittel i grunnboka. Her finnes det oppgaver fra læreboka og andre oppgaver som er spesielt tilpasset bruk av interaktive tavler. Formålet med tavleressursen er å tilrettelegge for samtale og diskusjon om matematiske tema i klassen. Mysteriene om Mats og Mathilde finnes her og kan fremvises med lyd og bilder (Kroknes, Egeland, et al., 2013).



Figur 3.1: Hentet fra Lokus sin nettside (Aschehoug, (u.å)-a)

3.3 Multi

Multi er et læreverk utgitt av Gyldendal forlag for grunnskolen på 1. til 7. trinn. Læringsmålene er utarbeidet i samsvar med læreplanen. Det er et norsk læreverk som er utviklet av fem forfattere. Bjørnar Alseth og Mona Røsseland er hovedforfattere på 1.-7. trinn. Videre er Ann-Christin Årnes, Henrik Kirkegaard og Gunnar Nordberg medforfattere av Multi (Gyldendal, (u.å.)).

3.3.1 Formål

For å kunne analysere den nettbaserte elevressursen vil det være hensiktsmessig å redegjøre for formålet forfatterne har med matematikkverket. I Lærerens bok 3a fremheves det tre aspekter som er vektlagt i utviklingen av matematikkverket:

- arbeide praktisk, utforskende og kreativt gjennom varierte aktiviteter
- gi tilpasset opplæring innenfor læringsfellesskap
- ha tydelig faglig fokus og progresjon i tråd med læreplanen (Alseth et al., 2011, s. IV)

Det første punktet handler om å benytte varierte aktiviteter. Kapitlene i grunnbøkene starter med et samtalebilde. Disse kan benyttes for å relatere praktiske og utforskende aktiviteter til oppgaver og aktiviteter som er mer faglig fokuserte. På den måten er det lagt opp til å gå fra det konkrete til det mer abstrakte. Samtalebildene fremkommer også i den nettbaserte elevressursen. Gjennom lærerveiledningen finnes det forslag til ulike aktiviteter som har til hensikt å skape variasjon i undervisningen. Multi sitt læreverk tilrettelegger for elevenes ulike læringsstiler og ønsker å fremme bruk av ulike læringsstrategier (Alseth et al., 2011). Den andre punktet handler om å tilrettelegge for en tilpasset opplæring. Det fremheves at strukturen på kapitlene i grunnbøkene er utarbeidet med hensyn til dette prinsippet. I starten er det fokus på konkrete og praktiske situasjoner som igjen kan benyttes for å bygge bro til mer abstrakt matematikk. I Multi sin nettbaserte elevressurs tilpasses oppgavene gjennom nivådeling (Alseth et al., 2011). Det tredje punktet handler om faglig tydelighet og progresjon. I Lærerens bok er kompetansemålene for hvert trinn fra læreplanen presisert. Det fremheves også hvilke faglige mål som er vektlagt innenfor de ulike områdene. Multi sitt læreverk har fokus på grunnleggende ferdigheter som er nedfelt i læreplanen (Alseth et al., 2011; Utdanningsdirektoratet, 2017). Det påpekes i den forbindelse at digitale ferdigheter innebærer å kunne bruke digitale verktøy. Ved bruk av den digitale elevressursen får elevene øvd seg på dette (Alseth et al., 2011).

3.3.2 Innhold og oppbygging

Forfatterne bak matematikkverket Multi ønsker å utvikle elevenes innsikt og matematiske kompetanse og mener grunnboken ikke vil være tilstrekkelig for å oppnå dette målet. Det er derfor utviklet andre tilleggskomponenter som kan bidra til å utvikle elevenes matematiske kompetanse (Gyldendal, (u.å.)).

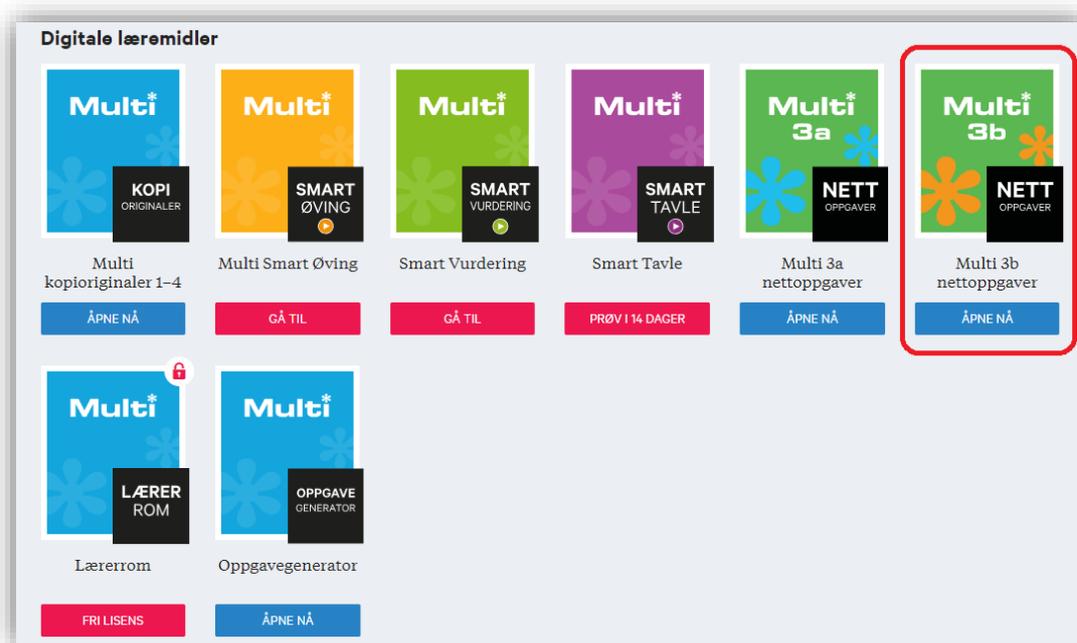
Læreverket består som nevnt av både trykte og digitale læremidler. De trykte hovedkomponentene til matematikkverket på 3. trinn er Grunnboka 3A og 3B, Lærerens bok 3A og 3B og Kopioriginaler 1-4. Det er i tillegg utviklet Kartleggingsprøve og Grublishefte 1-4. De digitale hovedkomponentene er nettoppgaver, Multi Smart Tavle, Lærerrum og Multi Smart Øving (Alseth et al., 2011; Gyldendal, (u.å.)). Multi har også utviklet to hjelpere som følger elevene gjennom pensum fra 1. til 4. trinn. Disse heter Fibo og Fiboline og er blant annet med i samtalebilder, oppgaver i grunnboken og i nettoppgavene. Deres rolle er å veilede elevene i arbeidet. De skal også være med på å gjøre arbeidet mer morsomt og kan være en ekstra motivasjonsfaktor for elevene (Alseth et al., 2011).

3.3.3 Digitale læremidler

For å gi en mer helhetlig oversikt over de digitale læremidlene til læreverket vil disse presenteres og beskrives kort i dette delkapitlet.

Multi har en egen nettside hvor man gjennom lisens får tilgang til de digitale læremidlene. For å bruke den nettbaserte elevressursen forutsettes det at elevene har tilgang til datamaskin med internetttilgang og Flash installert. Nettoppgavene til Multi er inndelt i tre nivå. Hensikten er at elevene skal starte på nivå 1 og arbeide seg oppover. Når eleven har fullført et nivå vil det komme opp et vindu med deres resultater. På grunnlag av dette kan elevene velge hvilket nivå de ønsker å arbeide videre på. Det fremheves at nettoppgavene er generiske, altså at tall og figurer fornyes hver gang en oppgave åpnes. Elevene har mulighet til å trykke på en egen hjelp-knapp dersom de ikke vet hva de skal gjøre. Det kommer da opp et vindu med en forklarende tekst (Alseth et al., 2011). Det sentrale med nettoppgavene er at elevene arbeider med disse gjennom spillaktiviteter. På den måten kan de oppleve glede ved å spille og samtidig få mengde- og ferdighetstrening (Gyldendal, (u.å.)).

Multi Smart Tavle er et produkt som læreren kan benytte på interaktive tavler eller på lerret. Smart Tavle inneholder alle sidene i Grunnbok 3A og 3B. De er identiske med papirversjonene, men har digitale tilleggfunksjoner. Disse kan brukes for å konkretisere matematikken. Det er også flere spill, oppgaver og aktiviteter som kan benyttes i fellesskap i undervisningen (Gyldendal, (u.å)-b). Multi 1-7 Lærerrum inneholder blant annet læringsmål på de ulike trinnene, kopioriginaler, prøve og vurderingsmaterieell, fasiter, foreldrebøker og andre generelle ressurser (Alseth et al., 2011). Multi Smart Øving tilbyr elevene øvingsoppgaver basert på teknologi for adaptiv læring og læringsanalyse. Systemet gir elevene direkte tilbakemeldinger i forhold til om løsningen er riktig. Programvaren tilpasser kontinuerlig oppgavene etter elevenes nivå basert på deres svar og resultater. Læreren får også tilgang til oversikt over elevens progresjon (Gyldendal, (u.å)-a).



Figur 3.2: Hentet fra Gyldendal sin nettside (Gyldendal, (u.å.)).

4 Metode

I denne forskningsoppgaven har jeg undersøkt hvordan brøk introduseres i de nettbaserte elevressursene til Matemagisk og Multi. I dette kapitlet vil metoden som er benyttet for å besvare forskningsspørsmålet presenteres. Videre vil fremgangsmåten for datainnsamling og prosessen for utviklingen av analyseverktøyet beskrives. I tillegg vil egen forskning evalueres ut ifra kriterier om troverdighet og noen sentrale etiske betraktninger vil omtales. Avslutningsvis vil valg av læreverk også redegjøres for her.

4.1 Forskningsdesign

Ifølge Bryman (2016) skiller det mellom kvantitativ og kvalitativ forskning. I fortsettelsen vil jeg redegjøres for valg av forskningsmetode. Jeg vil også presentere noen sentrale kjennetegn ved de to tilnærmingene og noen av deres tilhørende datainnsamlingsmetoder.

Siden hensikten med denne studien å undersøke hvordan brøk er introdusert i to nettbaserte elevressursene er det derfor naturlig å benytte en kvalitativ tilnærming for å belyse forskningsspørsmålet. Dette går frem av forskningsspørsmålet der spørsmålsformen «hvordan» indikerer et fokus på dybde. Ifølge Bryman (2016) gir kvalitativ forskningsmetode mulighet for å gå i dybden på en problemstilling og baserer seg ofte på et begrenset antall forskningsobjekter. Utvalget i studien er avgrenset til å omhandle to forskningsobjekter. Dette kan anses som et relativt begrenset utvalg og det er derfor hensiktsmessig å benytte en kvalitativ tilnærming. Ved å benytte denne forskningsmetoden er det mulig å gjennomføre grundige og dype analyser av de to nettbaserte elevressursene (Bryman, 2016). Denne studiens datainnsamlingsmetode baserer seg på dokumentanalyse, hvor innholdet i programvarene utgjør dokumentene. Innenfor kvalitativ forskningsmetode er gjerne observasjon, intervju eller dokumentanalyse vanlige former for datainnsamling (Postholm & Jacobsen, 2011).

I lys av det foregående vil det ikke være naturlig å benytte en kvantitativ tilnærming da den gjerne baserer seg på tall og statistiske data. Den benyttes for å samle inn store mengder data for å skape bredde i forskningen. En vanlig form for datainnsamling kan være gjennom spørreundersøkelse med mange deltakere eller fra allerede eksisterende statistikk, da dette gir en bred oversikt over datamaterialet. Kvantitativ forskningsmetode baserer seg på tall, mens ved den kvalitative er tekst vektlagt (Postholm & Jacobsen, 2011).

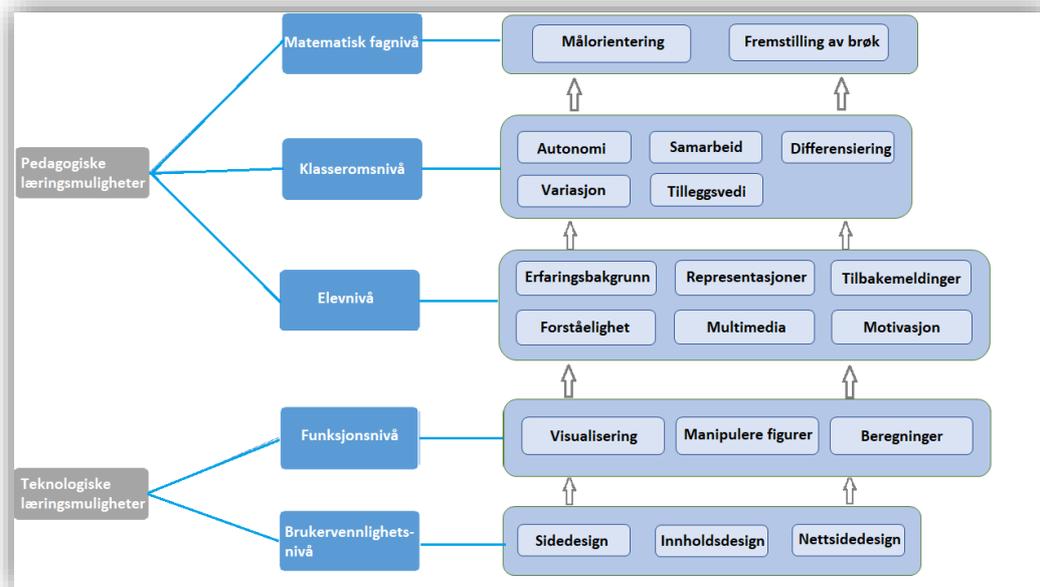
Slik Silverman (2014) skriver er det vanlig innenfor kvalitativ forskning å gjennomføre «case»-studie, hvor utgangspunktet er et enkelt tilfelle eller noen få tilfeller. Denne studien kan anses å ha form som en «case»-studie da den baserer seg på to tilfeller. Ifølge Bryman (2016) innebærer en «case»-studie å gjennomføre en detaljert og intensiv analyse av et enkelt tilfelle. Eksempelvis av et miljø, en person eller en enkel hendelse. «Case»-studie er derfor hensiktsmessig å benytte for å innhente mye informasjon innenfor et avgrenset område. I mitt tilfelle utgjør de to programvarene hvert sitt «case» som begge utspiller seg i hvert sitt avgrensede miljø i nettressursene. Metoden for datainnsamling baserer seg som nevnt på dokumentanalyse. Ifølge Postholm og Jacobsen (2011) har analyse til hensikt å skape et system som gir oversikt over datamaterialet. Det innebærer å utvikle en struktur som reduserer kompleksiteten slik at fenomenet som skal undersøkes blir håndterlig og oversiktlig. Tematisk analyse er en av de vanligste tilnærmingene for å analysere kvalitative data. Det innebærer å kode materialet etter tema som er aktuelle for studien. Koding handler derfor om å finne elementer i empirien som beskriver fenomenet som undersøkes og markere disse med passende stikkord for å sortere data (Bryman, 2016).

I Matemagisk og Multi sine læreverk er det fokus på digitale ferdigheter og det er utviklet flere digitale læremidler (Alseth et al., 2011; Kroknes, Egeland, et al., 2013). På bakgrunn av dette anses disse som representative for å undersøke hvordan brøk er introdusert ved bruk av digitale læringsmidler i grunnskolen.

4.2 Analyseverktøy og analysestrategi

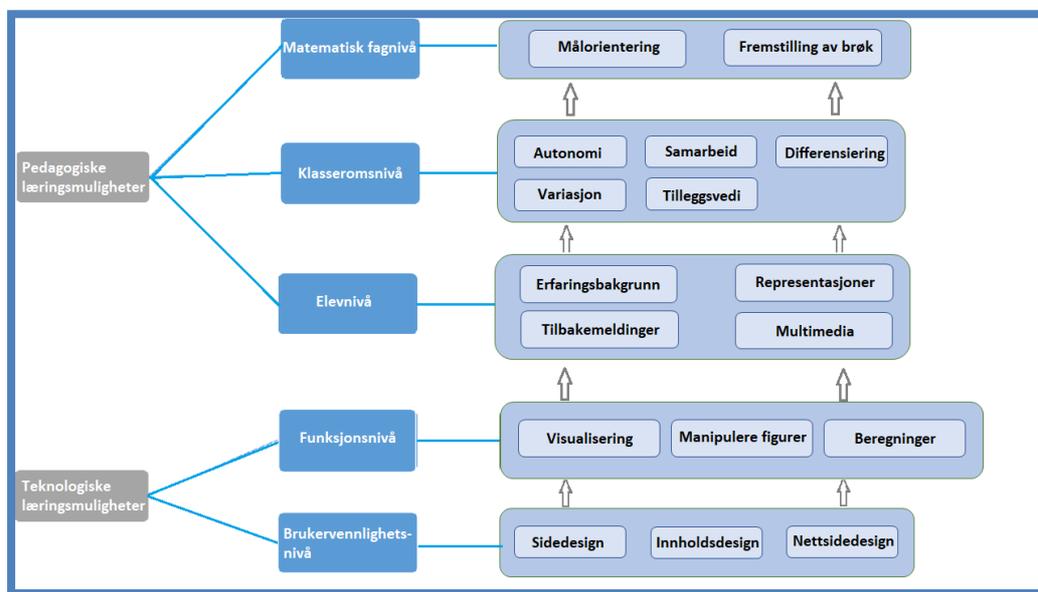
I denne delen av oppgaven vil prosessen for utviklingen av analyseverktøyet beskrives. I studien er det gjennomført en tematisk analyse av de nettbaserte elevressursene. Det ble gjennomført for å utvikle et analyseverktøy som kunne benyttes for å undersøke hvordan brøk introduseres i dem. Analyseverktøyet ble utviklet ved å veksle mellom en induktiv og deduktiv tilnærming. I studien er de nevnte elevressursene valgt ut som forskningsobjekter og brøkkapitlet utgjør studiens empiri. Det dannet utgangspunkt for å finne relevant teori. Ifølge Bryman (2016) benyttes det her en induktiv tilnærming da det foreligger observasjoner eller funn som danner utgangspunkt for valg av teori som er relevant for fenomenet som undersøkes. Gjennom litteratursøk ble «affordance» modellen som er utviklet av Hadjerrouit (2017) ansett som et relevant rammeverk for studien. Således ble den tematiske analysen av datamaterialet gjennomført med utgangspunkt i denne modellen. Ifølge Bryman (2016) benyttes det her en deduktiv tilnærming, hvor det foreligger teori som er bestemmende eller avgrensende i forhold til datamaterialet som samles inn.

De forhåndsdefinerte kategoriene som fremkom i «affordance» modellen måtte videre tilpasses denne studiens empiri slik at analyseverktøyet ville bli brukbart for å besvare studiens forskningsspørsmål. Det ble da benyttet en induktiv tilnærming. Empirien ble kodet for å kunne tilpasse kategoriene i «affordance» modellen. Dette dannet utgangspunkt for å finne annen relevant teori i forhold til disse. Koding innebærer å finne elementer i empirien som beskriver det observerte fenomenet og som er av betydning for forskningen (Bryman, 2016). På bakgrunn av den tematiske analysen ble det utviklet et analyseverktøy som undersøker teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter ved introduksjon av brøk. Kriteriene til Nielsen (2000) som omhandler teknisk brukervennlighet og kriteriene til Hadjerrouit (2010) som omhandler pedagogisk brukervennlighet ligger også til grunn for utviklingen av analyseverktøyet. Sistnevnte baserer seg på Nokelainen (2006) sine kriterier, men er modifisert av Hadjerrouit (2010) for å kunne evaluere nettbaserte læringsressurser. Analyseverktøyet er presentert i figur 4.1 og støttes av oppgavens teoretiske rammeverk.



Figur 4.1: Teknologisk og pedagogiske læringsmuligheter

Siden metoden for datainnsamling baserer seg på dokumentanalyse er den ikke gjennomført i tilknytning til faktiske elever eller en klasse. På den bakgrunn er det derfor ikke naturlig å analysere aspekter som forståelighet og motivasjon. Analyseverktøyet i figur 4.1 er derfor justert ytterligere for at analysene skal være mulig å gjennomføre basert på den empirien som foreligger (se figur 4.2). Analysene er gjennomført med utgangspunkt i datamaterialet fra de nettbaserte elevressursene og ut ifra analysemodellen som baserer seg på teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter.



Figur 4.2: Teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter

Datamaterialet som ligger til grunn for analysene er presentert i kapittel 5. Her beskrives de ulike oppgavene som er i de nettbaserte elevressursene. Det benyttes også skjermbilder av utvalgte oppgaver. De er valgt ut da de anses som relevante i forhold til kategoriene i analyseverktøyet. Analysen av de to programvarene er gjort i separate avsnitt. Slik blir de

analysert uavhengig av hverandre. Grunnen til dette er at forskningsspørsmålet ikke indikerer at elevressursene skal sammenliknes. Videre i kapittel 7, som er diskusjonsdelen, blir hovedfunnene presentert i et felles avsnitt. Dette er ikke gjort for å kvalitetsvurdere programvarene i forhold til hverandre, men heller for å fremheve karakteristiske egenskaper og kontraster. Avslutningsvis når forskningsspørsmålet skal besvares, i kapittel 8, blir de to elevressursene behandlet i separate delkapitler for tydelig å få frem hvilke funn som er gjort i forhold til de to programvarene.

4.3 Evaluering av studien

I dette delkapitlet vil studiens troverdighet evalueres. Lincoln og Guba (1985) fremhever fire kriterier som kan benyttes for å vurdere troverdigheten ved en kvalitativ studie. Disse består av kredibilitet, overførbarhet, pålitelighet og bekreftbarhet. Videre vil denne studiens troverdighet evalueres basert på disse kriteriene.

Kredibilitet handler om å fremstille troverdige funn og tolkninger (Lincoln & Guba, 1985). Resultatene som fremkom av analysene støtter seg på annen forskning og det benyttes flere kilder for å underbygge funnene. I det teoretiske rammeverket er Hadjerrouit (2017) sin «affordance» modell vektlagt, men det er også benyttet annen litteratur for å redegjøre ytterligere for de ulike kategoriene som fremgår av analyseverktøyet. Dette kan være med på å øke kredibiliteten til studien. En annen styrke er at analyseverktøyet baserer seg på et rammeverk som allerede er benyttet i nyere tids forskning for å vurdere aspekter ved et digitalt verktøy.

Forskningsoppgaven er begrenset til ett semester. I denne perioden har innholdet i de nettbaserte elevressursene vært tilgjengelig hele tiden. På den måten har det vært mulig å kontinuerlig vurdere hvilket datamateriale som er mest representativt for å belyse forskningsspørsmålet. Dette var tilfellet i prosessen med å utvikle analyseverktøyet. Det baserte seg i utgangspunktet på «affordance» modellen og de kriteriene som var fremstilt der. Dette rammeverket ble videre justert og annen teori ble lagt til. Det var derfor nødvendig å undersøke datamaterialet på nytt for at utvalget skulle være representativt i forhold til disse endringene. Dette kan styrke funnenes kredibilitet da det underveis var mulig å endre datautvalget dersom det gjennom teori fremkom andre aspekter som var relevante for forskningsspørsmålet.

Analyseverktøyet er utviklet med utgangspunkt i datamaterialet som skal analyseres og det teoretiske rammeverket. På den måten er det sammenheng mellom datamaterialet og analyseverktøyet, noe som kan gjøre funnene mer troverdige. I tillegg til forskningslitteraturen er de ulike læreverkene redegjort for i et eget kapittel. Dette er blant annet gjort for å belyse forfatterens formål med læreverket og deres intensjoner med de ulike komponentene. Denne informasjonen er benyttet i analysene og kan øke kredibiliteten.

Studien baserer seg på en kvalitativ forskningsmetode med utgangspunkt i to nettbaserte elevressurser. Funnene som fremkommer kan derfor ikke generaliseres utenfor disse kontekstene (Bryman, 2016). *Overførbarhet* handler ifølge Lincoln og Guba (1985) om funn som fremkommer i en studie også kan være relevante i andre sammenhenger. For at overførbarhet skal være mulig er det nødvendig at forskeren inkluderer en detaljert beskrivelse av sin fremgangsmåte av datainnsamling og analyse. På bakgrunn av dette kan andre vurdere om forskningen er overførbar til deres situasjoner. I denne studien er forskningsmetoden og analysene detaljert beskrevet i henholdsvis delkapittel 4.1 og kapittel

6. Her blir også valg som er tatt underveis i forskningsoppgaven redegjort for og begrunnet. Ut ifra dette kan det være mulig for leseren å vurdere studiens overførbarhet.

I forhold til *pålitelighet* understreker Lincoln og Guba (1985) at det kan være hensiktsmessig å benytte en tilnærming hvor en person kontrollerer at hele forskningsprosessen er loggført og at prosedyrene i forskningen er tilstrekkelig fulgt. Denne tilnærmingen er ikke direkte benyttet i forhold til denne studien, men jeg har hatt en veileder som har gitt retningsgivende råd og tilbakemeldinger underveis i arbeidet. På den måten har vi hatt samtaler om valg av tilnæringsmetode for å sikre at studien gjennomføres i henhold til korrekt vitenskapelig metode.

Bekreftbarhet innebærer at forskeren etterstreber at funnene er basert på reelle data og i mist mulig grad på subjektive holdninger (Lincoln & Guba, 1985). Bryman (2016) fremhever at forskeren bør være bevisst på at total objektivitet ikke er mulig. Ut ifra formulert forskningsspørsmål har denne studien et deskriptivt perspektiv. Den har til hensikt å beskrive hvordan brøk er introdusert i to nettressurser. Dette kan gi mindre rom for subjektivitet, da den ikke har til hensikt å sammenlikne eller kvalitetsvurdere nettressursene ut ifra en normativ vinkling. Slik kan studien trolig fremstå som mer objektiv, noe som igjen kan styrke troverdigheten.

4.4 Etikk

Begrepet forskningsetikk handler om de verdier og normer som bidrar til å regulere forskningsvirksomhet (NESH, 2006). Det er noen etiske forhold som er av betydning for denne forskningsoppgaven. I studien er det benyttet kildehenvisninger for å tydeliggjøre hvor informasjonen er hentet fra. Det er gjort ut ifra retningslinjer for korrekt kildehenvisning. Forskningsoppgaven undersøker digitale læremidler til læreverk. Datainnsamlingen inneholder derfor ikke sensitive data i forhold til personer. Som forsker har man likevel et etisk ansvar ovenfor produsentene av læreverkene. Studien har ikke til hensikt å kvalitetsvurdere eller sammenlikne dem, men heller å beskrive potensialet som ligger i de interaktive brøkoppgavene. Det er derfor lite relevant å fabrikkere data for å fremstille en av dem som mer egnet. I analysene er elevressursene analysert etter ferdigdefinerte kategorier som støttes av tidligere forskningslitteratur. Studien har en deskriptiv tilnærming hvor jeg som forsker etterstreber objektivitet, selv om total objektivitet ikke er mulig (Bryman, 2016).

For å få tillatelse til å forske på de aktuelle elevressursene tok jeg kontakt med kundesentrene hos Aschehoug forlag og Gyldendal Undervisning. På det tidspunktet i prosessen var ikke studien avgrenset til bare omhandle nettoppgavene i dem. Forlagene ble informert om planlagt studie og jeg forespurte derfor tilgang til deres digitale læremidler. Begge forlagene var positive til studien og opprettet brukerkontoer for meg. Innenfor Matemagisk sine digitale læremidler fikk jeg tilgang til den nettbaserte elevressursen og de digitale tavlene.

Gyldendal forlag informerte om at det var mulig å få tilgang til Nettoppgavene, Smart Tavle og Lærerrømmet da disse ble ansett som relevante i forhold til tenkt studie. Digitale læremidler som Smart Øving og Smart Vurdering ble ikke inkludert da de baserer seg på at en lærer er tilknyttet en klasse som arbeider med oppgaver og prøver. Elevenes resultater blir lagret i en rapporteringsmodul som læreren har tilgang til. Uten en slik faktisk klasseromssituasjon vil ikke disse verktøyene være hensiktsmessige til mitt formål. De opplyste også at oppgavene i Smart Øving i stor grad samsvarer med nettoppgavene og mente disse ville gi et godt grunnlag for studien. Med tanke på tilbakemeldingene fra kundesenteret hos Gyldendal Undervisning og omfanget av denne studien valgte jeg i samråd med min

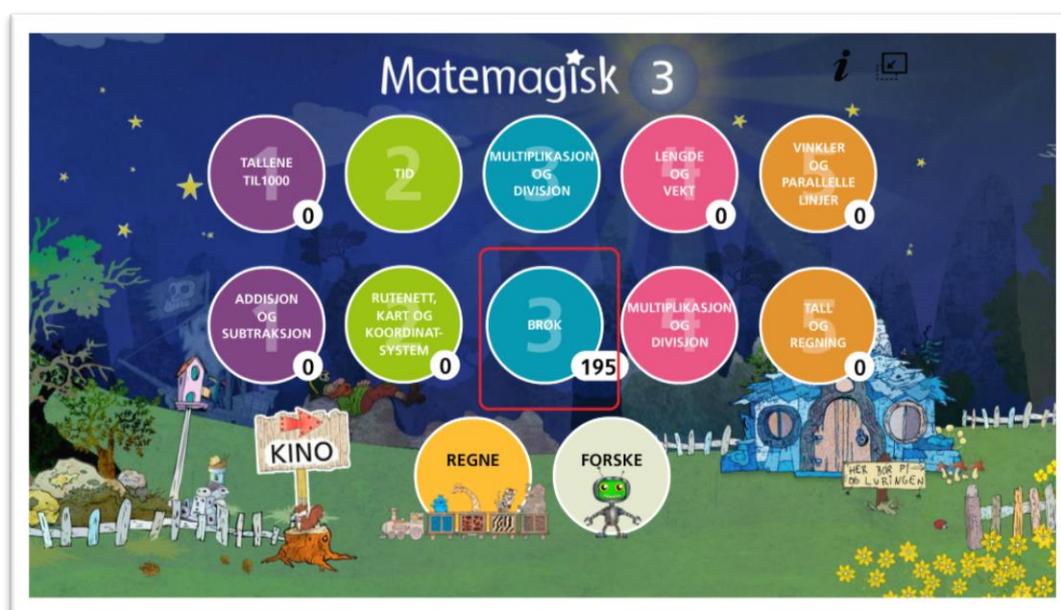
veileder å avgrense studien til å omhandle nettbaserte elevressurser. Det ble også sendt forespørsel til forlagene om tillatelse til å publisere bilder fra deres elevressurser. Begge forlagene ga tillatelse til dette så fremt kilder blir oppgitt.

5 Presentasjon av empirisk data

I dette kapitlet blir empiriske data presenteres. Presentasjonen gir en oversikt over hovedsidene og spillaktivitetene i programmene. Det er også lagt ved relevante skjermbilder for videre analyse.

5.1 Matemagisk

Figur 5.1 er hentet fra Matemagisk sin nettbaserte elevressurs for 3.trinn. Den viser hovedmenyen med alle kapitlene fra Grunnbøkene 3A og 3B. Disse er tilgjengelige med hver sin inngang. Her er brøk presentert i kapittel 3. På hvert kapittel markeres antall poeng som eleven har oppnådd. Elevressursen inneholder også to moduler kalt «Regne» og «Forske» som befinner seg nederst i menyen. Det finnes også en funksjon kalt «Kino» hvor elevene kan se korte filmer. Øverst til høyre på figuren er det to mindre ikoner. Klikker man på den første kalt «i» får man informasjon om hva elevressursen inneholder, hva ulike ikoner betyr og hvordan elevressursene kan benyttes i undervisning. Det andre ikonet gir mulighet for å utvide vinduet til fullskjerm.



Figur 5.1: Hentet fra Matemagisk sin digitale elevressurs

Ved å velge kapitlet med brøk kommer man inn til et brøkspill (se figur 5.2). Her skal elevene dra ingredienser og legge dem på pizzastykker ved å følge oppskriften vist til høyre i bildet. Deretter klikker de på bjellen for å signalisere at pizzaen er ferdig. Den fungerer derfor som en knapp for å avgi svar og få neste oppgave. Når eleven har avgitt svar, gjennomfører programmet beregninger og gir på bakgrunn av dem tilbakemelding på om løsningen er riktig. Utformingen av brøkspillet baserer seg på historien som står skrevet innledningsvis til brøkkapitlet i lærerveiledningen (Aschehoug, (u.å)-b). Programmet gir instruksjoner i form av lyd, men eleven kan også trykke på ikonet for tekst.



Figur 5.2: Hentet fra Matemagisk 3 digitale elevressurs.

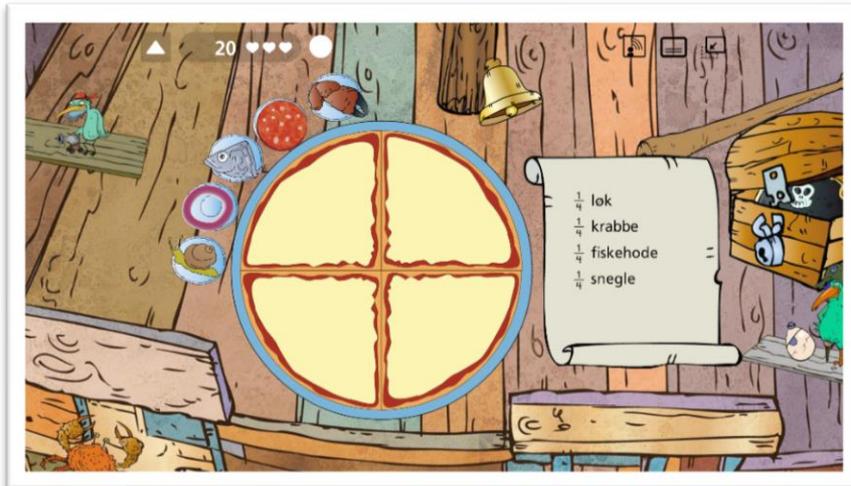
Øverst i vinduet finnes det en verktøylinje med ulike ikoner. I figur 5.3 er det et utklipp som viser de ulike ikonene og hva de representerer. Ikonet helt til venstre, som illustrerer en hvit trekant, er tilbakeknappen i programmet. Den kan trykkes på for å gå tilbake til hovedmenyen. Den hvite sirkelens svarte indikator viser progresjonen i spillet. Etter hvert som elevene løser oppgaver synliggjøres progresjonen her. Elevene får 10 poeng for hver oppgave de løser på første forsøk. På andre og tredje forsøk får de henholdsvis 5 og 3 poeng.

Hvis man svarer riktig på alle 20 oppgavene kan maksimalt 200 poeng være oppnådd når spillet er slutt. Antall poeng er synlig for eleven øverst og oppdateres underveis. De tre hjertene i verktøylinjen symboliserer antall liv. Mister eleven alle livene ved å svare feil på tre oppgaver mister vedkommende poengene og må starte spillet på nytt. Det neste ikonet som viser en person og lydbølger benyttes for å gjenta den siste instruksjonen. Elevene kan også få teksten instruksjonene i programmet ved å trykke på ikonet for teksting. De to ikonene nest lengst og lengst til høyre benyttes for henholdsvis å aktivere og deaktivere fullskjerm.

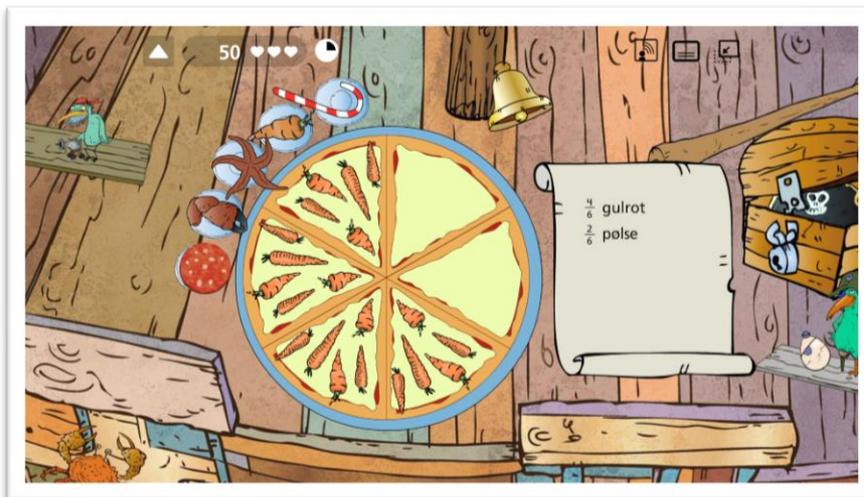


Figur 5.3: Hentet fra Matemagisk 3 digitale elevressurs.

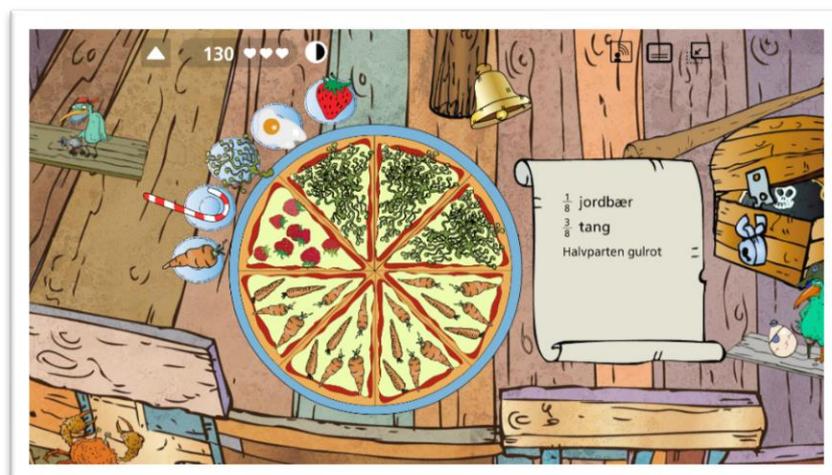
Basert på den tematiske analysen er det valgt ut oppgaver fra Matemagisk sin nettbaserte elevressurs som anses som relevante for å besvare studiens forskningsspørsmål. Det er derfor tatt skjermbilder fra elevressursen som presenteres i det følgende.



Figur 5.4: Hentet fra Matemagisk 3 digitale elevressurs.



Figur 5.5: Hentet fra Matemagisk 3 digitale elevressurs.



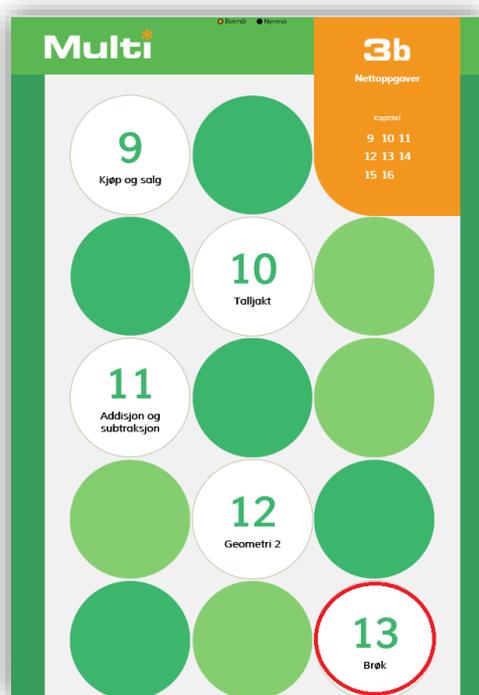
Figur 5.6: Hentet fra Matemagisk 3 digitale elevressurs



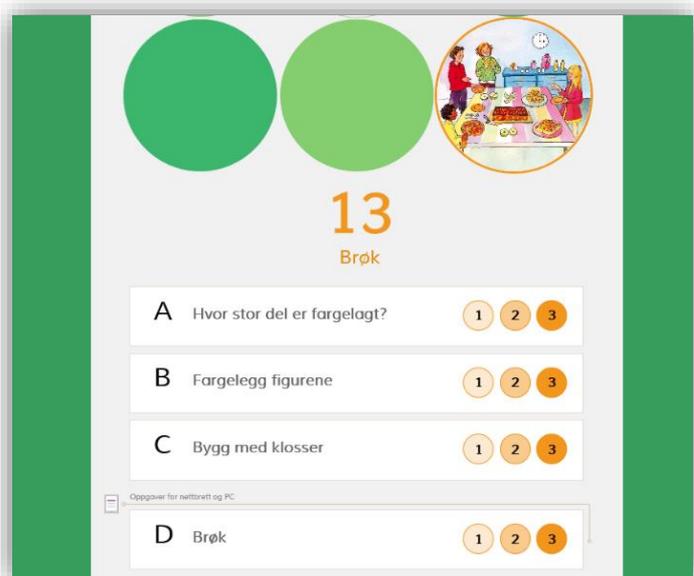
Figur 5.7: Hentet fra Matemagisk 3 digitale elevressurs.

5.2 Multi

Figur 5.8 er hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver. Her vises en hovedmeny med kapitlene fra Grunnboka 3B. De er presentert med hver sin inngang. Brøk er her introdusert i kapittel 13. Ved å velge dette kapitelet kommer man inn til brøkoppgavene (se figur 5.9). Her kan elevene selv navigere mellom oppgaver med ulik vanskelighetsgrad. Der presenteres tre ulike moduler inndelt med bokstaven A, B og C som representerer tre ulike oppgavetyper. Det er også utviklet en modul D med forskjellige oppgaver innenfor brøk. Oppgavene er delt inn i tre nivå. I Lærerens bok 3A anbefales det at elevene arbeider med oppgavene i stigende rekkefølge. Øverst til høyre på bildet er et utklipp av samtalebildet som vises i starten av kapitlet i grunnboken.



Figur 5.8: Hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver



Figur 5.9: Hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver.

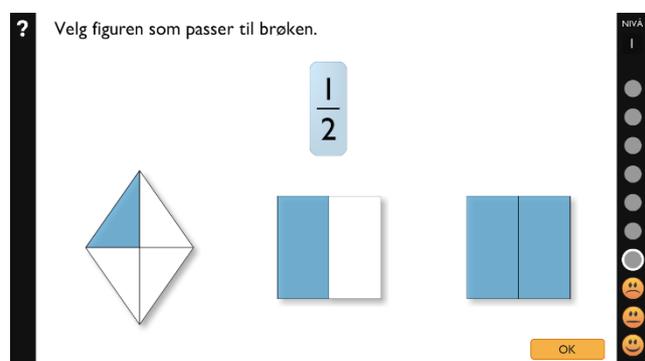
Ved å velge nivå innenfor en av oppgavemodulene kommer brukeren inn til valgt brøkspill. Figur 5.10 viser et skjermbilde fra et brøkspill. Oppgaven presenteres gjennom tekst, men det er også lagt inn lydfunksjon i programmet som aktiveres når markøren er over teksten. I brøkspillet finnes det en knapp merket «Tilbake». Den kan benyttes for å komme tilbake til menyen. Til venstre i spillvinduet er det et ikon merket med «?»». Ved å klikke på dette kommer det opp et vindu med instruksjoner om hva som skal gjøres i oppgaven. Eleven kan så velge å fortsette eller hoppe over oppgaven.

Til høyre i spillvinduet er det en kolonne med ti grå sirkler som representerer de ti oppgavene i hvert spill. Resultatene til eleven indikeres gjennom disse. Når en oppgave er løst, gir programmet tilbakemelding på om løsningen er riktig. Det benyttes i den forbindelse tre ulike uttrykksikoner. Er oppgaven løst riktig på første forsøk vises et smilefjes til høyre i spillvinduet. Dersom eleven først svarer feil, for så å svare riktig, etter et ubegrenset antall forsøk, vises et mellomfornøyd fjes. Hvis eleven velger å hoppe over oppgaven kommer det opp et misfornøyd fjes (se figur 5.10). Når oppgaven er løst trykker man på «OK» knappen for å avgi svar og dermed få neste oppgave. Når de ti oppgavene i brøkspillet er gjennomført kommer det opp et vindu som viser elevens resultater. Her er antall uttrykksikoner av hver type oppsummert.

Basert på forskningsspørsmålet og den tematiske analysen er det valgt ut oppgaver fra Multi sine elevressurs som anses som relevante for å besvare studiens forskningsspørsmål. Utklippene som vises i det følgende er hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver.

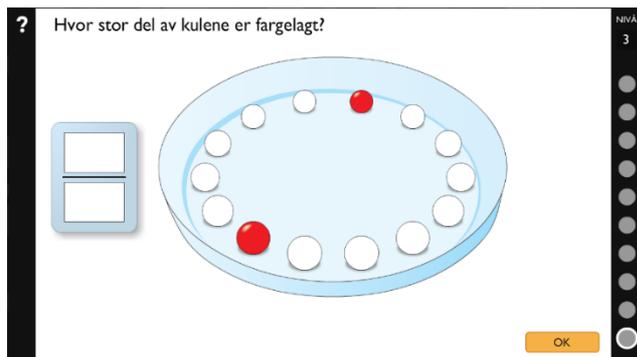
5.2.1 Hvor stor del er fargelagt?

På det første nivået skal eleven klikke på den figuren som brøken representerer (se figur 5.10). Tilbakemeldinger på dette nivået gis ved hjelp av uttrykksikonene.



Figur 5.10: Hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver.

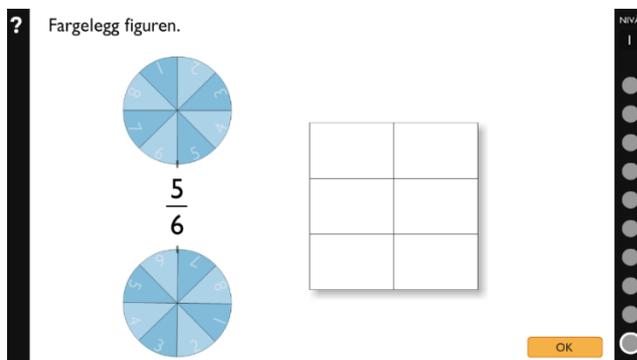
På det andre nivået benyttes det figurer for å representere brøk. Elevenes oppgave er å skrive brøken som figuren representerer. I svarfeltet er det en brøkstrek hvor riktig teller og nevner skal angis. På tredje nivå skal elevene angi brøken som de fargede kulene utgjør av den totale mengden (se figur 5.11).



Figur 5.11: Hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver.

5.2.2 Fargelegg figurene

På det første nivået vises en animasjon av to tallhjul. De roterer til de stopper og tallene på dem danner en brøk. Elevene skal så fargelegge riktig antall deler av en hel figur (se figur 5.12).

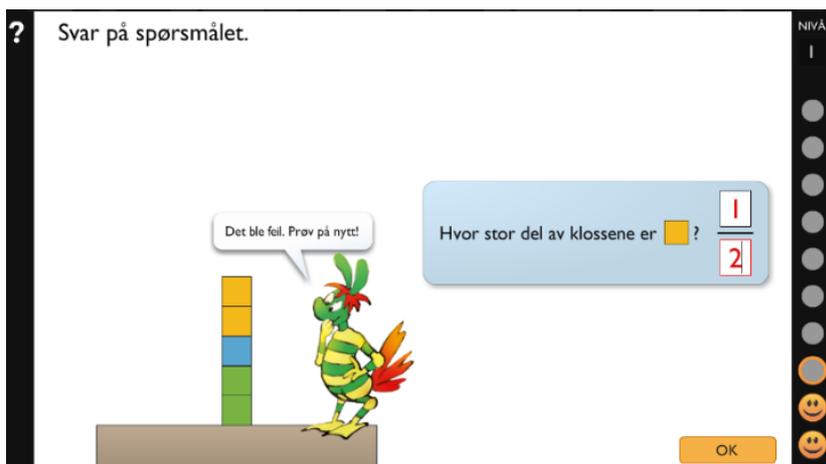


Figur 5.12: Hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver.

På det andre nivået benyttes de samme tallhjulene for å danne en brøk og elevene skal fargelegge riktig andel av en figur. På det tredje nivået fremstilles en brøk. Den representerer hvor stor del av en mengde kuler som skal fargelegges. På dette nivået presenteres likeverdige brøker ved at det ikke er et én-til-én-forhold mellom nevner og antall kuler totalt i mengden. Et eksempel på dette er at elevene skal fargelegge $\frac{1}{3}$ av totalt 12 kuler. Det er da nødvendig å se sammenhengen mellom $\frac{1}{3}$ og $\frac{4}{12}$ som likeverdige brøker.

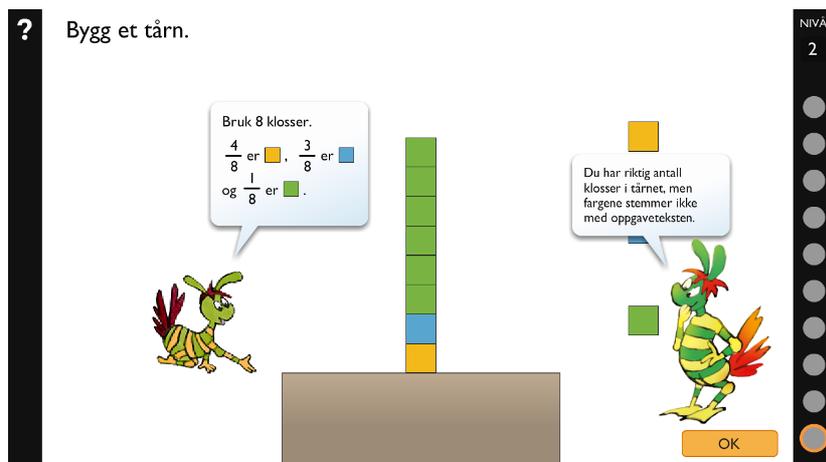
5.2.3 Bygg med klosser

På det første nivået skal elevene angi en brøk som representerer andelen fargede klosser i et tårn (se figur 5.13). Tilbakemeldingene fra programmet er annerledes på dette nivået. Dersom svaret blir galt dukker Fiboline opp med tilbakemelding til eleven. Brøken markeres også med rødt i dette tilfellet.



Figur 5.13: Hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver.

På det andre nivået får elevene oppgitt tre brøker av Fiboline som viser hvor stor del av klossene som skal være gule, blå og grønne (se figur 5.14). Elevene skal bygge et tårn slik at andelene med fargede klosser stemmer med de oppgitte brøkene. Dette gjør de ved å dra klosser til bordet. Hvis eleven svarer feil på oppgaven dukker Fiboline opp i spillvinduet og gir veiledning.



Figur 5.14: Hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver.

På det tredje nivået skal elevene også bygge et tårn med klosser. Her møter elevene likeverdige brøker ved at det ikke nødvendigvis er et én-til-én-forhold mellom nevnerne i de gitte brøkene og antall klosser totalt i tårnet.

5.2.4 Brøk

På det første nivået vises det figurer. Elevene skal angi brøken som en figur representerer. Oppgavene på dette nivået vektlegger stambrøker og skrivemåten til brøk. På det andre nivået vises en figur hvor elevene skal angi brøken som figuren representerer. I noen av oppgavene møter elevene uekte brøker, ved at de må forholde seg til mer enn én enhet (se figur 5.15).

? Hvor stor er brøken som er vist på bildet?

NIVÅ 2

OK

Figur 5.15: Hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver.

På det tredje nivået får elevene oppgitt brøker. Disse viser hvor stor del av et rutenett som skal bestå av ulike farger. Elevene fargelegger rutenettet ved å klikke på fargene nederst i spillvinduet og markerer på figuren (se figur 5.16).

? Fargelegg rutenettet.

NIVÅ 3

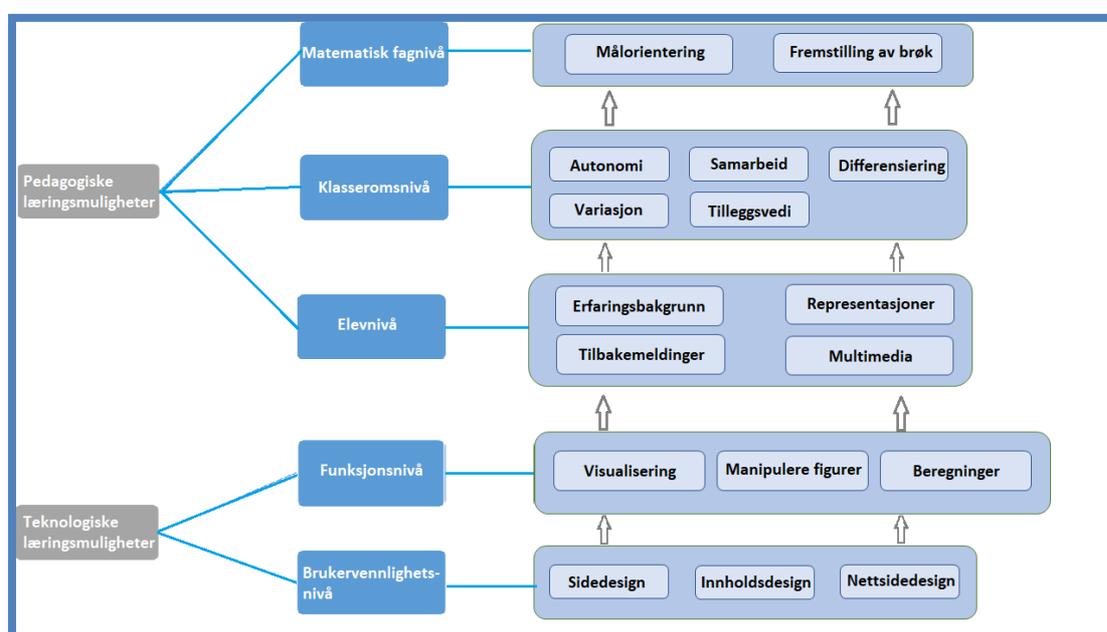
OK

Figur 5.16: Hentet fra Multi 3b sine nettoppgaver.

6 Analyse

Det ble i delkapittel 4.2 redegjort for utviklingen av rammeverket som utgjør studiens analyseverktøy. Det baserer seg på teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter ved digitale læremidler som kan oppstå på fem ulike nivå. Innenfor teknologiske læringsmuligheter kan de fremkomme basert på programvarens brukervennlighet og funksjoner. Innenfor pedagogiske læringsmuligheter kan de oppstå på elevnivå ut ifra hvilke muligheter oppgavene gir. De kan fremkomme på klasseromsnivå i forhold til muligheter som er av betydning for undervisningen. I tillegg kan det oppstå læringsmuligheter på matematisk fagnivå i forhold til det matematiske området som blir undervist.

Analyseverktøyet benyttes i denne studien for å analysere hvordan brøk blir introdusert i de nettbaserte elevressursene til Matemagisk og Multi. Det vil derfor gjennomføres to separate analyser for disse. Analysemodellen er presentert i figur 6.1.



Figur 6.1: Teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter.

6.1 Teknologiske læringsmuligheter ved Matemagisk

I dette delkapitlet blir brukervennligheten og funksjonaliteten ved Matemagisk sin elevressurs analysert. Dette gjøres på bakgrunn av programvarens utforming på hovedsiden og i brøkpillet.

6.1.1 Brukervennlighetsnivå

Hadjerrouit (2010) fremhever at brukervennlighet er av betydning for elevene muligheter for læring. Dersom den nettbaserte læringsressursen oppleves som oversiktlig og enkel å bruke kan elevene fokusere på innholdet som presenteres fremfor tekniske utfordringer. Brukervennlighet ved Matemagisk sin elevressurs blir analysert basert på kriteriene om side-, innholds- og nettsidedesign med utgangspunkt i skjermbilder hentet fra programvaren (se figur 5.1-5.7). Disse er presentert i delkapittel 5.1.

Det første kriteriet innenfor brukervennlighet er *sidedesign*. Det handler om utformingen av nettsiden og dermed hvordan den fremstår visuelt. Her vektlegges særlig struktur og

navigasjonsmenyer (Nielsen, 2000). På hovedsiden er hovedmenyen til Matemagisk 3 sin elevressurs presentert (se figur 5.1). Her kan eleven navigere mellom de ulike kapitlene som finnes for 3. trinn. Kapitlene er indikert og avgrenset med fargekoder og egne sirkler. De har således egen inngang, og fremstår på den måten som adskilte deler i programmet. Slik bidrar designet til at elevene finner ønsket faginnhold. Ved å velge ikonet for brøk kommer man inn til brøkspillet der oppgavene presenteres (se figur 5.2). Utformingen av spillet baserer seg på historiene som følger de ulike kapitlene. Øverst i vinduet er det en verktøylinje med ulike ikoner.

Nielsen (2000) understreker at mye bruk av bilder, navigeringer og illustrasjoner kan påvirke brukervennligheten, da dette kan oppleves forvirrende for brukeren. Hovedsiden til Matemagisk har et bakgrunnsbilde som dekker hele programvinduet (se figur 5.1). I tillegg til kapitlene finnes det også noen moduler med egne innganger nederst i vinduet. Utenom dette er det ingen andre bilder, illustrasjoner eller navigeringer som påvirker strukturen til denne siden. Således er det de ulike kapitlene som er i fokus når man er på hovedsiden. På spillsiden er det også et bakgrunnsbilde med ulike detaljer som dekker programvinduet (se figur 5.2). I tillegg er det bilder som illustrerer en pizza, ingredienser, en bjelle samt en oppskrift. Dette er halvkonkreter som elevene skal arbeide med i oppgavene. Det benyttes derfor noen illustrasjoner på denne siden. I Matemagisk sin lærerveiledning fremheves det at disse er ment som et virkemiddel for å begeistre elevene i arbeidet med matematiske oppgaver. Ved hjelp av historiene ønsker de å skape en kontekst som skal motivere elevene (Kroknes, Egeland, et al., 2013).

Med kriteriet om *innholdsdesign* er det ifølge Nielsen (2000) selve innholdet på siden som er i fokus. Han fremhever at hovedinnholdsområdet og titler er av betydning for å få oversikt over innholdet på en side. På hovedsiden til Matemagisk 3 sin elevressurs (se figur 5.1) er kapitlene plassert midt på siden i hovedinnholdsområdet. Det benyttes sterke farger som synliggjør innholdet her. Tittelen på denne siden «Matemagisk 3» indikerer at elevressursen er for elever på 3. trinn. I brøkspillet (se figur 5.2) formidles informasjon om hva elevene skal gjøre gjennom en lydfunksjon og eventuelt gjennom tekst. I hovedinnholdsområdet er det illustrasjon av en pizza, ingredienser, en bjelle og en oppskrift. Dette er halvkonkreter som er nødvendige for å kunne gjennomføre oppgavene. På denne siden er det ingen tittel som gir informasjon om hva siden inneholder.

Innenfor dette kriteriet understreker Nielsen (2000) at mye tekst på en dataskjerm kan være krevende å lese for brukeren og at tekster derfor bør presenteres i korthet. På hovedsiden til Matemagisk 3 sin elevressurs vises ingen lengre tekster, innholdet formidles gjennom stikkord i navigasjonsmenyen (se figur 5.1). Slik gis det oversikt over alle kapitlene i matematikk på 3. trinn. Kapitlene er også markert med kapittelnummer fra grunnbøkene. Innholdet på denne siden er synlig i et vindu uten at det kreves at elevene må rulle nedover på siden for å få oversikt over fagstoffet. De behøver derfor bare å lese stikkordene som er skrevet til de ulike kapitlene. På spillsiden (se figur 5.2) vises ingen tekster, med mindre man aktiverer funksjonen for teksting. Da vises en setning av gangen samtidig som den blir opplest høyt. På den måten unngås mye tekst samtidig inne i spillet. Elevene kan når som helst få gjentatt instruksjonene ved å klikke på ikonet for dette.

Det tredje kriteriet er *nettsidedesign* og handler om hvor enkelt det er å finne frem til menyer og navigere mellom ulike sider (Hadjerrouit, 2010). På hovedsiden (se figur 5.1) utgjør innholdsområdet navigasjonsmenyen som gir elevene tilgang til de ulike kapitlene med interaktive oppgaver. I brøkspillet (se figur 5.2) er det en verktøylinje øverst med ulike

symboler. Ikonet med en hvit trekant er en tilbakeknapp elevene kan benytte for å komme tilbake til hovedsiden. Denne knappen har ingen forklarende tekst knyttet til seg, men elevene har mulighet til å lese om de ulike ikonene på hovedsiden. Dette skal være informasjon som hjelper dem med å navigere på og mellom sidene. Elevene får instruksjoner i spillet om å klikke på bjellen for å avgi svar og slik få neste oppgave. Den fungerer derfor som en nesteknapp.

Nielsen (2000) understreker at muligheten til å søke med en søkemotor gjør det raskere å finne frem og navigere. I elevressursen til Matemagisk er det ikke tilrettelagt for en slik søkemotor. Det kan likevel understrekes at navigasjonsmulighetene i programmet alltid vises i et vindu, uten at eleven behøver å rulle opp eller ned for å finne informasjon.

Ifølge Hadjerrouit (2017) handler brukervennlighet også om programvarens tilgjengelighet, nøyaktighet i beregninger og hurtighet. Matemagisk 3 sin digitale elevressurs er et lisensfritt produkt og er derfor tilgjengelig for alle, men det krever innlogging. Innholdet er med dette tilgjengelig så lenge elevene har en datamaskin med internettilgang og Flash installert, samt hodetelefoner (Kroknes, Egeland, et al., 2013). Ved å klikke på ikoner i elevressursen responderer programmet hurtig tilbake. Gjennom evaluering av elevenes løsninger på oppgavene, gjennomfører programmet nøyaktige utregninger.

6.1.2 Funksjonsnivå

Ifølge Hadjerrouit (2017) handler dette nivået om de funksjonene programvaren tilbyr. Fra den tematiske analysen fremkom visualisering, manipulering av figurer og gjennomføring av beregninger som sentrale funksjoner ved den nettbaserte elevressursen til Matemagisk.

Visualisering handler om muligheten til å bruke og reflektere over bilder, grafer, animasjoner og diagram. Hensikten med disse er å formidle informasjon for å fremme forståelse (Arcavi, 2003; Hadjerrouit, 2017). I brøkspillet til Matemagisk benyttes det ulike illustrasjoner for å visualisere brøkbegrepet (se figur 5.2). I hovedinnholdsområdet er det illustrasjon av en pizza, som utgjør et sektordiagram, og tilhørende ingredienser som kan benyttes for å visualisere brøk som del av en hel. Programmet benytter ikke grafer eller animasjoner for å visualisere brøkbegrepet. Illustrasjonene i brøkspillet kan videre benyttes som utgangspunkt for refleksjon over nødvendigheten av brøk i hverdagen, i dette tilfellet gjennom tilberedning av mat ved å variere med ingredienser på pizzaens ulike sektorer. Visualiseringene har også som funksjon å begeistre elevene ved å skape en kontekst i forhold til historien.

Ved å *manipulere figurer* får elevene mulighet til å skyve, vende eller snu på objekter (Reimer & Moyer, 2005). Når elevene skal lage pizza i brøkspillet kan de flytte ingrediensene inn på dens ulike sektorer. Ifølge Reimer og Moyer (2005) kan denne metoden være raskere og enklere enn å bruke papir og blyant. Tilnærmingen kan også fremme arbeidsglede hos elevene. De kan på kort tid i elevressursen arbeide med et utvalg oppgaver, hvor de kan manipulere figurer.

Programvarer kan basert på interaktivitet benyttes som redskap for å gjøre *beregninger* (Taylor, 1980). Ved bruk av elevressursen til Matemagisk vurderer programvaren løsningene og gir på bakgrunn av disse tilbakemeldinger.

6.2 Pedagogiske læringsmuligheter ved Matemagisk

I dette delkapitlet vil mulige pedagogiske læringsmuligheter analyseres med utgangspunkt i kategoriene erfaringsbakgrunn, representasjoner, tilbakemeldinger og multimedia. Dette gjøres på bakgrunn av de interaktive brøkkoppgavene som er fremstilt i elevressursen.

6.2.1 Elevnivå

Slik Pierce og Stacey (2010) fremhever kan oppgaver som bygger på elevenes *erfaringsbakgrunn* fremme motivasjon og matematisk tenkning. Brøk har sitt utspring i delings- og målingssituasjoner (Nzmaths, 2008). Dette er noe elevene kan ha erfaringer med fra sin hverdag, hvor de eksempelvis skal fordele objekter (Van De Walle et al., 2014). Brøkkoppgavene i den nettbaserte elevressursen baserer deg på deling av en hel pizza, hvor de ulike delene skilles med bruk av ingredienser. Lærerveiledningen til Matemagisk 3A fremhever at nettoppgavene baserer seg på situasjoner fra dagliglivet, som her ved tilberedning av mat. Det benyttes halvkonkreter som visuelt er nært knyttet til virkeligheten for å fremstille brøkbegrepet (Kroknes, Egeland, et al., 2013). I lys av dette kan delingssituasjonen som fremstilles i nettoppgavene være noe elevene har erfaring med fra sin hverdag. Den kan dermed fremme motivasjon og læring gjennom bruk av spill.

Slik Hadjerrouit (2017) skriver kan det å veksle mellom symbolske, numeriske og grafiske *representasjoner* fremme en konseptuell forståelse. Solem et al. (2010) fremhever også at det er betydningsfullt at elevene møter ulike representasjonsformer i arbeidet med brøk. I nettoppgavene til Matemagisk benyttes det ulike representasjoner for å visualisere brøkbegrepet. Elevene arbeider her med transformasjoner mellom numeriske, grafiske og skriftlige representasjoner. Den grafiske representasjonen som fremkommer baserer seg på areal av en pizza, hvor elevene skal angi andeler av en hel. Slik Van De Walle et al. (2014) legger frem er sirkler hyppig benyttet som representasjon for areal. Det er også tilfeller i disse nettoppgavene hvor den grafiske representasjonen som benyttes er en sirkulær pizza.

I starten av nettoppgavene er brøkene i oppskriften representert numerisk. Det kreves derfor at elevene forstår transformasjonen mellom numeriske og grafiske representasjoner (se figur 5.2). Det er dette Duval (2006) fremhever som «conversion». Videre i spillet blir brøkene på oppskriften også representert gjennom skrift, hvor de baserer seg på halvparten av en hel. Det forekommer også en kombinasjon av numeriske og skriftlige representasjoner. Det gjør at brøkene ikke nødvendigvis har felles nevner (se figur 5.6). Det krever «conversion» av numeriske og skriftlige representasjoner til en grafisk. I de siste oppgavene får elevene oppgaver som baserer seg på prinsippet om likeverdige brøker, hvor det ikke er felles nevner. Det er da nødvendig at elevene evner å gjennomføre transformasjonen «treatment» for å se sammenhengen mellom de likeverdige brøkene. Eksempelvis må elevene oppdage overgangen mellom $\frac{1}{3}$ og $\frac{2}{6}$ for å løse oppgaven (se figur 5.7). Solem et al. (2010) peker på at dette krever at elevene evner å sammenlikne brøker. I disse oppgavene benyttes det kun numeriske representasjoner på oppskriften.

I brøkspeillet er transformasjonene, kalt «conversion», alltid utført enten fra numeriske eller skriftlige representasjoner til grafiske. Gjennom nettoppgavene møter elevene transformasjonene «treatment» og «conversion». Dette gjør at de kan oppdage sammenhenger mellom ulike representasjonsformer og på den måten ha mulighet til å utvikle en konseptuell forståelse for brøk som del av en hel (Duval, 1999).

Kriteriet om *tilbakemelding* baserer seg på interaktivitet gjennom brukervennlig tilgang til faginnhold og oppgaver (Hadjerrouit, 2010). I elevressursen responderer programmet umiddelbart på elevenes handlinger. Ved å velge brøkkapitlet på hovedsiden (se figur 5.1) kommer eleven direkte inn til brøkspillet med de interaktive oppgavene. Ved å klikke på bjella får elevene tilgang til neste oppgave. På den måten er det interaksjon mellom brukeren og programvaren. I studien til Bruce og Ross (2009) fremkom det at slike navigasjonsmuligheter basert på interaktivitet støtter elevenes følelse av kontroll i læringsprosessen. Dette er noe Hadjerrouit (2010) også støtter opp under da han understreker at dette gir elevene mulighet til aktiv deltakelse.

Tilbakemeldinger handler også om den responsen programvaren gir i forhold til elevenes svar på arbeidsoppgaver. I den forbindelse er formativ og summativ vurdering relevant (Hadjerrouit, 2010). Dersom eleven svarer riktig gis det umiddelbar tilbakemelding om dette. Eleven får så poeng og kommer deretter videre til neste oppgave. Dersom eleven svarer galt gis det også tilbakemelding om det. Eleven mister da et av livene i spillet. Dette kan anses som formativ vurdering underveis i spillet. På Matemagisk sin hjemmeside blir den nettbaserte elevressursen beskrevet. Her fremheves det at programmet tilbyr hjelp og veiledning underveis dersom eleven ikke er i stand til å løse oppgaven (Lokus, (u.å)). I brøkkapitlet fremkommer ikke slike tilbakemeldinger. Kapitlet utgjør på sin side bare en del av den nettbaserte elevressursen, så tilbakemeldingene kan således bli gitt innenfor de andre kapitlene.

Når brøkspillet er over gis det ikke noen oversikt over resultatene til eleven i forhold til svarene på oppgavene. På den annen side har man til sammen tre liv på oppgavene, så dersom elevene kommer gjennom alle kan de ikke ha mer enn to feil. Videre på hovedsiden til Matemagisk gir programmet tilbakemelding på hvor mange poeng eleven har fått i det gjeldende kapitlet (se figur 5.1). Dette kan anses som summativ vurdering av elevens prestasjon.

Multimodalitet innebærer at nettressursen formidler fagstoff gjennom ulike typer medier, som eksempelvis lyd, tekst, bilder, spill, video og animasjoner (Hadjerrouit, 2010). Slik Mayer (2005) fremhever kan en kombinasjon av ord og bilder gi bedre forutsetninger for å fremme læring enn bare ord alene. I lærerveiledningen til Matemagisk 3A fremheves det at elevene har fordel av å møte ulike læringsstiler og at den digitale elevressursen benytter ulike typer medier (Kroknes, Egeland, et al., 2013). Gjennom brøkoppgavene gis det informasjon til elevene gjennom ord, hvor det benyttes både lyd og tekst. Brøkbegrepet formidles også gjennom bilder. Det benyttes ulike illustrasjoner som baserer seg på historien. Dette formidles gjennom en spillaktivitet, hvor det benyttes halvkonkreter som pizza og ingredienser for å representere begrepet. Det benyttes også animasjoner og video i forhold til mysteriet med piratene, men de formidler ikke direkte informasjon om brøkbegrepet. De ulike mediene kan hjelpe elevene med å skape mentale representasjoner for å tilegne seg kunnskap om det abstrakte brøkbegrepet (Mayer, 2005).

6.2.2 Klasseromsnivå

Bruk av digitale læremidler kan ifølge Hadjerrouit (2010) gjøre undervisningen mindre lærerstyrt og mer elevorientert. Ved å benytte interaktive programvarer kan elevene bli mer *autonome* i arbeidet (Hadjerrouit, 2017). I Matemagisk 3A sin lærerveiledningen står det at den digitale elevressursen er utarbeidet slik at elevene skal kunne arbeide på egen hånd med fagstoffet (Kroknes, Egeland, et al., 2013).

Dette kan ses i relasjon til de tilbakemeldingene og instruksjonene programvaren tilbyr. Dersom elevene ikke har løst en oppgave riktig får de tilbakemelding om dette og kan prøve igjen uten nødvendigvis å måtte få hjelp av læreren. Dette kan gjøre at læreren blir mindre aktiv i rollen som veileder. Likevel gir ikke programmet veiledning eller hint underveis og da kan lærerveiledning bli nødvendig. I programvaren benyttes det virtuelle objekter som skal visualisere og formidle kunnskap om brøkbegrepet. Elevene kan aktivt flytte på ingredienser og får umiddelbare tilbakemeldinger av programmet underveis. Dette kan bidra til at elevene blir mer selvstyrte i læringsprosessen.

Digitale læremidler kan skape muligheter for *samarbeid* (Hadjerrouit, 2017). Dette innebærer at elevene samarbeider for å oppnå felles læringsmål (Nokelainen, 2006). I Matemagisk synes ikke dette å være vektlagt i brøkspillet. Brøkoppgavene baserer seg på felles læringsmål, men det er lagt opp til at elevene løser disse på egenhånd (Kroknes, Egeland, et al., 2013). Som nevnt tidligere er elevressursen utviklet for at elevene skal kunne arbeide selvstendig og de har egen brukerkonto for å logge inn. Det er således ikke tilrettelagt for annen arbeidsform. Læreren står på sin side fritt i forhold til anvendelse av nettressursen.

I en klasse er det nødvendig å *differensiere* undervisningen for å tilrettelegge for elevenes ulike forutsetninger (Skaalvik & Fossen, 1995). Hadjerrouit (2017) fremhever at digitale verktøy kan gi denne muligheten. Gjennom nettoppgavene arbeider elevene med oppgaver på ulike nivå. I starten av brøkspillet er oppgavene enkle, men etter hvert som eleven mestrer dem øker vanskelighetsgraden. Dette er et virkemiddel som tilrettelegger for elevenes ulike forutsetninger. Elevene har tre liv i spillet. Dersom brøkoppgavene oppleves som utfordrende risikerer eleven å miste liv og må starte spillet på nytt. På den måten arbeider elevene på et nivå de har forutsetninger for å mestre, men som etter hvert begynner å utfordre dem mer ettersom vanskelighetsgraden øker.

Kriteriet om *variasjon* innebærer ifølge Hadjerrouit (2010) at elevene skal kunne benytte andre læringsressursen sammen med nettressursen. Matemagisk er et læreverk som består av både trykte og digitale læremidler. Elevressursen baserer seg på tilhørende grunnbok (Kroknes, Egeland, et al., 2013). Dette gjør at undervisningen kan varieres ved å benytte ulike læremidler i matematikkverket som støtter opp under hverandre.

Bruce og Ross (2009) understreker at målrettede innledende oppgaver kan være hensiktsmessig å benytte før elevene arbeider på egen hånd med nettoppgaver. Slik oppnår de forutsetninger til å forstå konsepter som fremkommer i nettoppgavene. I lys av dette kan det være hensiktsmessig å variere mellom trykte og digitale læremidler. Digitale læremidler kan også benyttes for å variere arbeidsmetodene i matematikk (Hadjerrouit, 2017). Matemagisk sin digitale elevressurs tilrettelegger for oppgaveløsning med bruk av teknologi. Slik kan elevenes arbeid med brøkoppgaver varieres.

Digitale læringsressurser kan benyttes for å tilføre noe til undervisningen, som ikke er mulig med tradisjonelle læremidler (Nokelainen, 2006). En slik *tilleggsverdi* i den digitale elevressursen kan blant annet fremkomme gjennom programvarens mulighet for interaktivitet. Matemagisk sin elevressurs er interaktiv og kan på bakgrunn av det gi umiddelbare tilbakemeldinger til eleven i arbeidsprosessen. Slik kan arbeidet effektiviseres og eleven få en mer autonom rolle.

Gjennom multimodalitet benyttes en kombinasjon av ulike medier for å formidle kunnskap (Hadjerrouit, 2010; Mayer, 2005). Det kan være en annen tilleggsverdi ved bruk av den

nettbaserte elevressursen. Brøkbegrepet formidles gjennom en spillaktivitet hvor det benyttes ord i form av tekst og lyd og bilder i form av illustrasjoner og halvkonkreter. Slik kan det formidles kunnskap på ulike måter ved å imøtekomme elevenes ulike læringsstiler. I brøkspillet gir programmet muligheter til manipulering av virtuelle objekter, ved at elevene aktivt kan flytte på ingredienser og plassere disse på de ulike pizzastykkene. Reimer og Moyer (2005) understreker at manipulasjon av figurer på en dataskjerm kan være enklere og raskere enn å benytte den tradisjonelle papir- og blyantmetoden. Det tilrettelegges derfor for at elevene effektivt skal kunne løse mange oppgaver og få umiddelbare tilbakemeldinger underveis.

6.2.3 Matematisk fagnivå

Målorientering handler om at læringsmålene som er vektlagt i den nettbaserte elevressursen samsvarer med de som er gitt av læreren eller i læreplanen (Hadjerrouit, 2010). Læreverket baserer seg på kompetansemål i læreplanen og kan derfor benyttes som pensum for å oppnå disse (Kroknes, Egeland, et al., 2013). I læreplanen står det at elevene etter 4. trinn skal kunne: «... bruke enkle brøkar og desimaltal i praktiske samanhengar og uttrykkje talstorleikar på varierte måtar» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 6). I læringsmålene til Matemagisk fremheves det at elevene etter introduksjon av brøk skal ha kunnskap om brøk som del av en hel, som del av en mengde, skrivemåten til brøk, stambrøker og likeverdige brøker. Disse elementene fremkommer i elevressursen, med unntak av brøk som del av en mengde. Dette kan derimot være vektlagt i andre læremidler til Matemagisk. Læringsmålet i læreplanen fremhever hva elevene skal kunne etter 4. trinn og ikke etter 3. trinn. Momenter som eksempelvis å bruke enkle desimaltall inngår derfor ikke i brøkspillet på 3. trinn, men er trolig behandlet på et senere tidspunkt i læreverket.

Van De Walle et al. (2014) presenterer fem hovedaspekter ved *brøkbegrepet*, men presiserer at brøk i grunnskolen gjerne blir introdusert som del av en hel. Ut ifra læringsmålet til Matemagisk fremheves dette aspektet som sentralt ved introduksjon av brøk (Kroknes, Klavén, et al., 2013). I den nettbaserte elevressursen introduseres brøk som del av en hel ved hjelp av en hel pizza og ingredienser. Brøkspillet består av til sammen 20 oppgaver. I de første oppgavene benyttes det bare stambrøker og brøkene i oppskriften representerer like store deler av pizzaen (se figur 5.2). Delmengdene som pizzaen deles i varierer. Videre i oppgavene møter elevene ulike ekte brøker og ikke bare stambrøker. Telleren er heller ikke nødvendigvis lik i de ulike brøkene på oppskriften (se figur 5.5). Ingrediensene i spillet endrer seg også underveis. I de siste oppgavene får elevene oppgaver som baserer seg på prinsippet om likeverdige brøker, hvor det ikke nødvendigvis er felles nevner (se figur 5.7). Slik øker vanskelighetsgraden i oppgavene.

6.3 Teknologiske læringsmuligheter ved Multi

I dette delkapitlet vil brukervennlighet og funksjonalitet ved Multi analyseres. Dette gjøres på bakgrunn av programvarens utforming på hovedsidene og i nettoppgavene.

6.3.1 Brukervennlighetsnivå

Brukervennligheten til elevressurs blir analysert basert på kriteriene om side-, innholds-, og nettsidedesign med utgangspunkt i skjermbilder hentet fra nettressursen (se figur 5.8-5.16). Dette er skjermbilder av hovedmenyen med oversikt over kapitlene, siden som viser oversikt over de ulike oppgavemodulene og et utvalg brøkoppgaver som er fremstilt i nettressursen. Disse er presentert i delkapittel 5.2.

Kriteriet om *sidedesign* handler om utformingen av nettsiden med tanke på struktur og navigasjonsmenyer (Nielsen, 2000). På hovedsiden (se figur 5.8) gis det en oversikt over de ulike kapitlene som finnes i Multi sin Grunnbok 3B. Kapitlene er avgrenset med egne sirkler og presenteres vertikalt i samme rekkefølge som i grunnboken. I nettressursen blir brøkbegrepet introdusert i kapittel 13. Ved å velge dette kapitlet åpnes et vindu med en oversikt over de fire oppgavemodulene (se figur 5.9). Oppgavene utgjør en navigasjonsmeny og er delt inn i tre nivå. Utformingen i de ulike brøkspillene er lik, men innholdet varierer. Her blir oppgaveteksten presentert øverst, mens selve oppgaven er plassert i midten (se figur 5.10). Her er det også tre ulike navigasjonsknapper.

Det fremheves at mye bruk av bilder, navigeringer og illustrasjoner kan hindre brukervennlighet (Nielsen, 2000). På hovedsiden til Multi 3b er bakgrunnen hvit, mens kapitlene er markert med sirkler (se figur 5.8). På denne siden er det fokus på navigasjonsmuligheter og det fremkommer derfor ingen bilder eller illustrasjoner her. Videre på siden som presenterer oppgavemodulene fremkommer samtalebildet som er hentet fra grunnboken (se figur 5.9). Utenom dette er det ingen andre bilder eller illustrasjoner. Dette kan ses i sammenheng med det Nielsen (2000) skriver om at enkelhet bør være et mål ved sidedesignet. På denne siden er det navigasjonsmenyen for de ulike brøkoppgavene og deres tilhørende nivåer som vektlegges. I brøkspillene benyttes det som nevnt tre ikoner for navigasjon (se figur 5.10). Til høyre i spillet er det 10 grå sirkler. Etter hvert som eleven arbeider med oppgavene vil det her komme uttrykksikoner. Disse er avgrenset med en svart marg, slik at de fremstilles separat fra selve oppgavene. På hovedinnholdsområdet benyttes det figurer for å visualisere brøkbegrepet. Bakgrunnen er hvit, mens det brukes ulike farger på figurene.

Med *innholdsdesign* er det innholdet på siden som er i fokus. For å få oversikt over dette er hovedinnholdsområdet, titler og navigasjonsmenyer av betydning (Nielsen, 2000). På Multi 3b sin hovedside er kapitlene plassert på midten av siden og utgjør hovedinnholdsområdet (se figur 5.8). Tittelen på denne siden er «Multi 3b Nettoppgaver» og indikerer at programmet inneholder nettoppgaver som er rettet mot elever på 3. trinn. Hovedinnholdsområdet utgjør en navigasjonsmeny med de ulike kapitlene som finnes i Grunnboken 3b. Dette fremkommer derfor som innholdet i elevressursen.

Ved å velge ikonet med tallet 13 kommer man inn til de ulike oppgavemodulene. Disse utgjør hovedinnholdsområdet på siden og forteller noe om hvilke typer oppgaver programmet inneholder (se figur 5.9). Tittelen «13 Brøk» indikerer at eleven er i kapittel 13 som omhandler brøk. Hovedinnholdsområdet utgjør her en navigasjonsmeny som inneholder en oversikt over de ulike oppgavetyper og deres tilhørende nivå. Inne i brøkspillet (se figur 5.10) utgjør selve brøkoppgaven hovedinnholdsområdet. For å forstå hva oppgaven innebærer kan det være nødvendig å lese oppgaveteksten som er presentert øverst på siden. Ved å holde markøren over denne teksten blir innholdet formidlet gjennom en lydfunksjon, hvor oppgaveteksten muntlig leses opp. På denne siden forekommer det ingen navigasjonsmeny som gir oversikt over innholdet, men det finnes knapper som gjør at eleven kan navigere frem og tilbake. Øverst i høyre hjørne står det også hvilket nivå eleven arbeider på.

Ifølge Nielsen (2000) kan mye tekst på en dataskjerm være krevende å lese for brukeren. Den bør derfor presenteres i korthet. På hovedsiden (se figur 5.8) fremkommer det ingen lengre tekster og innholdet formidles gjennom stikkord i navigasjonsmenyen. Slik får brukeren oversikt over kapitlene som finnes i Multi sin nettressurs. For å få oversikt over kapitlene er

det nødvendig at eleven ruller nedover i programvinduet. På siden hvor oppgavemodulene er fremstilt benyttes det heller ingen lengre tekster (se figur 5.9). Her fremkommer fire ulike oppgavetyper og det benyttes få ord for å beskrive disse. Slik gir innholdsdesignet oversikt over de ulike spillaktivitetene i kapitlet. Inne i brøkspillet er oppgaveteksten presentert i en setning (se figur 5.10). Det fremkommer derfor lite tekst på hovedsidene og i brøkkapitlet.

Ifølge Hadjerrouit (2010) handler *nettsidedesign* om hvor enkelt det er å finne frem til menyer og navigere seg mellom ulike sider. På hovedsiden til Multi utgjør hovedinnholdsområdet en navigasjonsmeny som gjør det mulig for elevene å navigere mellom de ulike kapitlene (se figur 5.8). Hvert kapittel har egen inngang. Slik kan oppgavene innenfor et kapittel presenteres avgrenset fra resten av kapitlene og deres oppgaver. På den måten gir designet eleven tilgang til faginnholdet. På siden hvor oppgavemodulene er fremstilt utgjør disse og deres tilhørende nivå en navigasjonsmeny (se figur 5.9). Den er plassert i sentrum av siden og gjør at elevene kan velge hvilken oppgave de vil arbeide med og på hvilket nivå. På den måten kan de navigere seg inn til ulike brøkspill. Her finnes det tre ulike ikoner de kan klikke på (se figur 5.10). «OK» for å avgi svar og få neste oppgave, «?» for å få hjelp, og «Tilbake» for å gå ut av spillet. Det finnes således ingen knapp som kan benyttes for å bytte nivå underveis. Ønsker de dette må de gå tilbake til oppgavemodulene, for så å velge nytt nivå. Derimot er det slik at når alle de 10 oppgavene i et spill fullføres kommer det opp et vindu hvor de kan velge hvilket nivå de vil arbeide videre på.

Nielsen (2000) understreker at muligheten til å søke med en søkemotor gjør det raskere å finne frem og navigere. I den nettbaserte elevressursen til Multi er det ikke utviklet en slik søkemotor. På hovedsiden må derfor elevene rulle nedover siden for å få oversikt over innholdet (se figur 5.8). På siden med oppgavemodulene og i brøkspillene blir innholdet vist i sin helhet i ett vindu (se figur 5.9 og 5.10). Slik behøver ikke elevene å rulle nedover på siden for å få oversikt over innhold og navigasjonsmuligheter.

Ifølge Hadjerrouit (2017) handler brukervennlighet også om programvarens tilgjengelighet, nøyaktighet i beregninger og hurtighet. Multi sine nettoppgaver krever lisens og de er derfor ikke tilgjengelig for alle. Det kreves også at brukeren har en datamaskin med internetttilgang og Flashprogram installert (Gyldendal, (u.å.)). Ved å klikke på ikoner i elevressursen responderer programmet hurtig tilbake. Gjennom evaluering av elevenes løsninger, gjennomfører programmet nøyaktige utregninger.

6.3.2 Funksjonsnivå

Ifølge Hadjerrouit (2017) handler dette nivået om de funksjonene programvaren tilbyr. Fra den tematiske analysen fremkom visualisering, manipulering av figurer og gjennomføring av beregninger som sentrale funksjoner ved den nettbaserte elevressursen.

Visualisering innebærer muligheten til å bruke og reflektere over bilder, grafer, animasjoner og diagram. Hensikten med disse er å formidle informasjon for å fremme forståelse (Arcavi, 2003; Hadjerrouit, 2017). I nettoppgavene benyttes det ulike figurer og en animasjon av tallhjul for å visualisere brøk som del av en hel og som del av en mengde.

Kriteriet om å *manipulere figurer* handler om muligheten til å manipulere virtuelle objekter på en dataskjerm. Det innebærer blant annet å kunne skyve, vende eller snu på figurer ved hjelp av datamusen (Reimer & Moyer, 2005). Innenfor den første oppgavetyper hvor elevene skal svare på hvor stor del som er fargelagt, kan elevene klikke på figurer for å markere dem. I oppgavene hvor elevene skal fargelegge figurer manipuleres disse gjennom fargelegging av

ulike deler. Videre i oppgavene hvor elevene skal bygge med klosser kan de manipulere figurer ved å dra eller skyve på klosser for å bygge tårn. Reimer og Moyer (2005) understreker at manipulering av virtuelle objekter kan være enklere og raskere enn å benytte den tradisjonelle papir- og blyantmetoden. Elevene kan derfor i effektivt arbeide med ulike interaktive oppgaver som gir mulighet for manipulering av figurer.

Basert på interaktivitet kan programvaren benyttes som redskap for å gjennomføre *beregninger* (Taylor, 1980). Ved bruk av den nettbaserte elevressursen vurderer programmet løsningene til eleven og gir på bakgrunn av disse tilbakemeldinger om svaret er riktig eller galt. Slik bidrar programmet med å gjennomføre nøyaktige beregninger.

6.4 Pedagogiske læringsmuligheter ved Multi

I dette delkapitlet vil pedagogiske læringsmuligheter analyseres med utgangspunkt i kategoriene erfaringsbakgrunn, representasjoner, tilbakemeldinger og multimedia. Dette gjøres på bakgrunn av de interaktive brøkoppgavene i elevressursen med støtte fra det teoretiske rammeverket.

6.4.1 Elevnivå

Ifølge Pierce og Stacey (2010) kan oppgaver som bygger på elevenes *erfaringsbakgrunn* fremme motivasjon og matematisk tenkning. Nettoppgavene som er vektlagt i denne studien baserer seg på brøkbegrepet. Det benyttes ulike figurer som elevene kan ha erfaring med fra hverdagen som eksempelvis kuler, klosser og tallhjul. Disse kan benyttes for å bygge bro fra det konkrete og virkelighetsnære til det mer abstrakte. Dette kan være med på å danne utgangspunkt for motivasjon og læring.

Det er betydningsfullt at elevene møter ulike *representasjonsformer* i arbeidet med brøk (Solem et al., 2010). Ifølge Hadjerrouit (2017) kan det å veksle mellom symbolske, numeriske og grafiske representasjoner fremme en konseptuell forståelse. I den nettbaserte elevressursen benyttes det ulike representasjoner for å visualisere brøkbegrepet. Elevene arbeider her med oppgaver som krever transformasjon mellom numeriske og grafiske representasjoner. De grafiske representasjonene som fremkommer i nettoppgavene baserer seg på areal og mengde. Eksempelvis ved at elevene skal fargelegge en del av en figur (se figur 5.12) eller angi hvor stor del av et antall kuler som er fargelagt (se figur 5.11). Ifølge Solem et al. (2010) blir brøk ofte introdusert ved representasjoner basert på areal. Slik kan elevene oppdage sammenhengen mellom en del og en hel. Dette synes også å være det mest fremtredende i nettoppgavene.

I spillaktivitetene kreves det at elevene oppdager sammenhenger mellom representasjoner i ulike register. Det er dette Duval (2006) fremhever som «conversion». Det finnes oppgaver som krever transformasjoner fra numeriske til grafiske representasjoner. For eksempel kan elevene få oppgitt en brøk hvor de skal finne en figur som tilsvarer brøken (se figur 5.10). Det kan også være angitt en brøk hvor de skal fargelegge en del av en figur eller bygge et tårn som tilsvarer brøken (se figur 5.12 og 5.14). I andre oppgaver kreves det transformasjoner fra grafiske til numeriske representasjoner. For eksempel er deler av en figur fargelagt, og så skal de angi den brøken figuren tilsvarer (se figur 5.11 og 5.13).

I nettoppgavene kreves det også at elevene evner å gjennomføre transformasjoner i samme register. Det er dette Duval (2006) fremhever som «treatment». Dette fremkommer i oppgavene som baserer seg på prinsippet om likeverdige brøker, hvor eksempelvis elevene

skal se sammenhengen mellom $\frac{1}{3}$ og $\frac{4}{12}$ som likeverdige brøker. Solem et al. (2010) understreker at dette gjerne er krevende for elever og at de må evne å kunne sammenlikne brøker. I Multi sin nettbaserte elevressurs skal elevene foreta transformasjonen «conversion» fra numeriske til grafiske representasjoner, men de må også kunne gå motsatt vei. Gjennom nettoppgavene møter de således transformasjonene «treatment» og «conversion». Slik kan de oppdage sammenhenger mellom ulike representasjonsformer og på den måten ha mulighet til å utvikle en konseptuell forståelse av brøk som del av en hel (Duval, 1999).

Kriteriet om *tilbakemelding* baserer seg på interaktivitet gjennom brukervennlig tilgang til faginnhold og oppgaver (Hadjerrouit, 2010). I nettressursen responderer programmet umiddelbart på elevenes handlinger. Ved å klikke på brøkkapitlet på hovedsiden (se figur 5.8) får eleven tilgang til de ulike oppgavemodulene. Inne i brøkspillet kan eleven gjennom knappen merket «OK» få tilgang på neste oppgave. Slik er det interaksjon mellom bruker og programvare.

Tilbakemeldinger handler også om den responsen programmet tilbyr i forhold til elevenes løsninger. I den forbindelse er formativ og summativ vurdering relevant (Hadjerrouit, 2010). Tilbakemeldingene varierer innenfor de ulike oppgavetyperne. Oppgavene i modul A, B og D (se figur 5.9) gir tilbakemeldinger i forhold til om løsningen er riktig. Når eleven avgir svar gir det tilbakemelding via et uttrykksikon som kan være smilende, mellomfornøyd eller misfornøyd. Tilbakemeldingene med uttrykksikoner kan anses som formative vurderinger elevene får underveis i spillaktiviteten. Oppgavene i modul C (se figur 5.9) har en annen form for tilbakemelding dersom løsningen er gal. På det første nivået dukker Fiboline opp og forteller at svaret er galt og at eleven må prøve på nytt (se figur 5.13). Videre på nivå 2 og 3, hvor elevene skal bygge et tårn med klosser, kommer Fiboline med hint eller veiledning hvis svaret er galt (se figur 5.14). Eksempler på slike tilbakemeldinger kan være at eleven har brukt for få eller for mange klosser eller at fargekombinasjonen er gal. Dette kan også regnes som formative vurderinger programvaren gir underveis.

Når elevene er ferdig med brøkspillet gir programmet en oversikt over resultatene. Den inneholder antall riktige løsninger på første forsøk, antall oppgaver som ble riktig etter flere forsøk og antall oppgaver som ble hoppet over. På bakgrunn av disse resultatene gir programmet tilbakemelding om hvilket nivå eleven bør arbeide videre på. Dette kan regnes som en summativ vurdering. Således tilbys det både formative og summative vurderinger i brøkoppgavene.

Multimodalitet innebærer at nettressursen formidler fagstoff gjennom ulike typer medier, som eksempelvis lyd, tekst, bilder, spill, video og animasjoner (Hadjerrouit, 2010). Mayer (2005) fremhever at en kombinasjon av ord og bilder i større grad kan skape læringsmuligheter enn bruk av ord alene. Gjennom brøkoppgavene mottar elevene informasjon gjennom ord, både gjennom tekst og lyd. Lydfunksjonen aktiveres ved å holde markøren over teksten. Brøkbegrepet formidles også gjennom bilder, hvor det benyttes ulike illustrasjoner og animasjoner i spillaktivitetene. Bruk av ulike typer medier kan hjelpe elevene med å etablere mentale representasjoner og tilegne seg kunnskap om det abstrakte brøkbegrepet (Mayer, 2005).

6.4.2 Klasseromsnivå

Bruk av digitale læremidler i undervisning kan gjøre undervisningen mer elevorientert og mindre lærerstyrt. Gjennom interaktivitet kan nettbaserte elevressurser gjøre elevene mer

autonome i læringsprosessen (Hadjerrouit, 2010). Dette kan ses i lys av de tilbakemeldingene og instruksjonene programvaren gir. Nettoppgavene baserer seg som nevnt på interaktivitet og vurderer løsningene til elevene umiddelbart. Hvorvidt løsningen er riktig gir programmet tilbakemelding om. Programvaren gir også hint og forklaringer underveis for å veilede. Slik kan læreren få en mindre aktiv rolle som veileder i undervisningen, da elevene i mindre grad er avhengig av å få hjelp og forklaringer. Dersom de har utfordringer med å forstå oppgaven, finnes det en egen hjelp-knapp i hver oppgave. Ved å klikke på denne dukker det opp et vindu med instruksjoner om hva oppgaven innebærer. Dette er virkemidler som kan gjøre eleven mer selvstyrt.

Digitale læremidler kan skape muligheter for *samarbeid* (Hadjerrouit, 2017). Ifølge Nokelainen (2006) handler samarbeid om at elevene skal samarbeide for å oppnå felles læringsmål (Nokelainen, 2006). Nettoppgavene synes ikke å være tilrettelagt for samarbeid. Elevene logger inn med egen bruker og arbeider derfor selvstendig i sin profil. Læreren står på sin side fritt i forhold til anvendelse av nettressursen i undervisningen.

Differensiering er et nødvendig middel for å tilpasse undervisningen etter elevenes ulike forutsetninger (Solvang, 1992). Hadjerrouit (2017) fremhever at digitale verktøy kan gi denne muligheten. I den nettbaserte elevressursen kan de arbeide med forskjellige oppgavetyper på ulike nivå. Slik kan de arbeide på et nivå de har forutsetninger for å mestre. Når de har gjennomført en spillaktivitet gir programmet tilbakemelding om hvilket nivå de bør fortsette på. Vurderingen baserer seg på deres faglige prestasjon. Dette kan anses som et virkemiddel for å differensiere undervisningen.

Variasjon innebærer ifølge Hadjerrouit (2010) at elevene skal kunne benytte andre læremidler sammen med nettressursene. Multi er et matematikkverk som består av både trykte og digitale læremidler. Nettoppgavene baserer seg på grunnboken (Alseth et al., 2011). Det gjør at undervisningen kan varieres ved å benytte ulike komponenter i læreverket. Digitale læremidler kan også benyttes for å variere arbeidsmetoden i undervisningen (Hadjerrouit, 2017). Ved å benytte nettoppgavene kan elevene arbeide oppgaveløsning basert på interaktivitet.

Bruk av digitale læremidler i undervisning kan skape læringsmuligheter som ikke er tilgjengelige med tradisjonelle trykte læremidler (Nokelainen, 2006). En slik *tilleggsverdi* fremkommer blant annet gjennom programvarens interaktivitet. Dette skaper muligheter for samhandling mellom brukeren og programvaren, noe som ikke mulig på samme måte ved bruk av trykte læremidler. Gjennom interaktivitet fungerer programvaren som en veileder og gir umiddelbare tilbakemeldinger og instruksjoner. Slik kan nettressursen bidra til å effektivisere arbeidet og gjøre elevene mer autonome i læringsprosessen. Interaktivitet kan også gi muligheter for differensiert undervisning. Basert på prestasjoner kan programmet tilby oppgaver på et nivå som synes å samsvare med elevenes ferdigheter og forutsetninger. En slik umiddelbar vurdering vil ikke være mulig på samme måte ved bruk av trykte læremidler. Det vil da være nødvendig at eleven selv eller læreren foretar en slik vurdering.

Nettoppgavene baserer seg på multimodalitet. Gjennom spillaktiviteter formidles kunnskap om brøkbegrepet gjennom ord i form av tekst og lyd og gjennom bilder i form av illustrasjoner og animasjoner. Ifølge Mayer (2005) kan en kombinasjon av flere medier skape forutsetninger for læring. I nettoppgavene benyttes det således medier som ikke er tilgjengelige ved trykte læremidler, som for eksempel lyd og animasjoner. Slik kan programvaren imøtekomme elevenes ulike læringsstiler. I nettoppgavene er det tilrettelagt for

å manipulere figurer. Dette fremkommer ved å markere, fargelegge og flytte på dem. Reimer og Moyer (2005) peker på at manipulering av virtuelle objekter på en dataskjerm er enklere og mer effektivt enn ved den tradisjonelle papir- og blyantmetoden. Slik bidrar nettressursen til at elevene effektivt kan løse oppgaver og få mengdetrening. En annen tilleggsverdi er muligheten elevressursen gir for å utvikle elevenes digitale ferdigheter gjennom spillaktiviteter (Alseth et al., 2011).

6.4.3 Matematisk fagnivå

Kriteriet om målorientering innebærer at læringsmålene som er vektlagt i nettressursen samsvarer med de mål som er gitt av læreren eller som er nedfelt i læreplanen (Hadjerrouit, 2010). Læreverket er utviklet i samsvar med kompetansemålene i læreplanen og kan derfor benyttes som pensum for å oppnå disse. I læreplanen står det at elevene etter 4. trinn skal kunne: «...bruke enkle brøkar og desimaltal i praktiske samanhengar og uttrykkje talstorleikar på varierte måtar» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 6). I læringsmålene til Multi fremheves det at elevene etter introduksjon av brøk skal ha kunnskap om brøk som del av en helhet basert på praktiske sammenhenger, stambrøker og ekvivalente brøker. Dette er elementer som er i nettoppgavene. Kompetansemålene i læreplanen fremhever hva elevene skal kunne etter 4. trinn og ikke etter 3. trinn. Det å benytte enkle desimaltall fremkommer ikke i nettoppgavene for brøk, men blir trolig gjennomgått senere i læreverket.

I denne delen blir det analysert hvordan *brøk* er fremstilt i den nettbaserte elevressursen. De ulike representasjonene som benyttes utgjør en egen kategori i analyseverktøyet og beskrives i delkapittel 6.4.1. Brøk fremstilles på ulike måter i de interaktive nettoppgavene. Van De Walle et al. (2014) peker på fem hovedaspekter ved brøkbegrepet: brøk som del av en hel, som måling, som divisjon, som operator og som forhold. De understreker at brøk i grunnskolen gjerne blir introdusert som del av en hel. I læringsmålet for 3. trinn innenfor brøk er dette aspektet vektlagt. Brøkoppgavene i nettressursen består av fire oppgavemoduler med tre tilhørende nivå (se figur 5.9). Hvert nivå inneholder ti oppgaver.

I den første oppgavemodulen fremstilles spillaktiviteter hvor elevene på ulike måter skal angi hvor stor del som er fargelagt. På det første nivået arbeides det med stambrøker (se figur 5.10). Brøk blir her fremstilt som del av en hel og det benyttes ulike figurer for å visualisere dette. Videre på det andre nivået presenteres ulike ekte brøker og ikke bare stambrøker. På dette nivået benyttes det forskjellige figurer. Det skal angis en brøk i forhold til hvor stor del av en figur som er fargelagt. I disse oppgavene er det fokus på skrivemåten til brøk. På det tredje nivået er brøk fremstilt som del av en mengde og det benyttes en illustrasjon av kuler for å visualisere dette (se figur 5.11). Oppgaven går ut på å angi hvor stor del av disse kulene som er fargelagt.

I den andre oppgavemodulen fremstilles spillaktiviteter der elevene skal fargelegge figurer. På det første nivået blir brøk fremstilt som del av en hel. Det benyttes en animasjon i form av tallhjul som danner en brøk (se figur 5.12). Den representerer hvor stor del av en figur som skal fargelegges. I oppgavene er det et én-til-én-forhold mellom nevneren i brøken og antall deler i figuren. På det andre nivået presenteres likeverdige brøker, ved at det ikke er et slikt én-til-én-forhold. På det tredje nivået er brøk fremstilt som del av en mengde. Det blir angitt en brøk og elevene skal fargelegge riktig antall kuler av mengden. Disse oppgavene bygger på prinsippet om likeverdige brøker.

I den tredje oppgavemodulen fremstilles spillaktiviteter hvor elevene skal bygge med klosser. På det første nivået blir brøk fremstilt som del av en hel. Det benyttes en illustrasjon av et

tårn bestående av klosser med ulike farger. Tårnet utgjør en helhet og elevene skal angi en andel av klossene i forhold til farge. Her benyttes ulike ekte brøker (se figur 5.13). På det andre nivået skal det bygges et tårn og det blir oppgitt tre brøker (se figur 5.14). De representerer hvor mange klosser i tårnet som skal være gule, blå og grønne. Brøk blir her fremstilt som del av en hel ved å benytte et helt tårn. På det tredje nivået oppgis det fortsatt tre brøker. Forskjellen fra det forrige nivået er at brøkene har ulik nevner og er likeverdige brøker. Oppgavene på dette nivået har fokus på brøk som del av en hel.

I den fjerde oppgavemodulen fremstilles ulike spillaktiviteter innenfor brøk. På det første nivået benyttes det forskjellige figurer. Oppgaven går ut på å angi en brøk i forhold til hvor stor del av en figur som er fargelagt. På dette nivået arbeides det med stambrøker og det er fokus på skrivemåten til brøk. Videre på det andre nivået blir brøk fremstilt ved flere enheter og oppgavene baserer seg på prinsippet om uekte brøker (se figur 5.15). Telleren står for antall fargede deler totalt, mens nevneren står for antall deler i en figur. På den måten arbeider elevene med uekte brøker, hvor telleren er større enn nevneren. På det siste nivået skal elevene fargelegge ulike deler av et rutenett med forskjellige farger (se figur 5.16). Oppgavene baserer seg på likeverdige brøker. På dette nivået fremstilles brøk som del av en hel ved at elevene kan fargelegge deler av et helt rutenett.

7 Diskusjon

For å besvare forskningsspørsmålet er det hensiktsmessig å redegjøre for teknologiske og pedagogiske muligheter ved introduksjon av brøk. Det er derfor gjennomført to analyser. De baserer seg på empiri fra programvarene og kriterier for teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter ved nettbaserte læringsressurser. I denne delen av oppgaven vil sentrale funn fra analysene fremheves. Begge analysene blir diskutert samlet for å få frem karakteristiske egenskaper og kontraster ved elevressursene. Formålet er ikke å foreta en kvalitetsvurdering av dem, men å fremheve sentrale læringsmuligheter som de tilbyr. I dette kapitlet blir således analysene betraktet under ett for å besvare forskningsspørsmålet.

7.1 Teknologiske læringsmuligheter

I de to analysene er teknologiske læringsmuligheter undersøkt med utgangspunkt i Nielsen (2000) sine kriterier for brukervennlighet med tanke på side-, innholds- og nettsidedesign. Videre blir det også undersøkt i forhold til de funksjonene programvaren har.

Brukervennlighet

I analysene fremkom det flere funn i forhold til brukervennlighet ved de to nettbaserte elevressursene. Det er av betydning at programvarene er brukervennlige slik at de kan benyttes som et verktøy for å støtte læring (Hadjerrouit, 2010). Begge de nettbaserte elevressursene har navigasjonsmenyer som gjør det mulig å velge kapittel i programmet. De er strukturert og avgrenset med egne sirkler og har egen inngang. I Matemagisk sin elevressurs kommer brukeren direkte inn til brøkspillet ved å velge brøkkapitlet. I Multi sin elevressurs er det utviklet ulike oppgavemoduler og det er utarbeidet en navigasjonsmeny som gir oversikt over disse. I tillegg er det tilrettelagt for at elevene skal kunne velge hvilket nivå de ønsker å arbeide på. Brøkspillet til Matemagisk er utformet slik at det danner en kontekst i forhold til historien som er gjennomgående i kapitlet. Dette er gjort for å motivere elevene til å arbeide med matematiske utfordringer (Kroknes, Egeland, et al., 2013). Multi kan synes å ha en mer nøytral utforming. Det benyttes ingen bilder i spillaktivitetene utenom de figurene som fremkommer i oppgavene. Det er også valgt en hvit bakgrunn, men de ulike figurene har markerte deler som er fargelagt.

Det sentrale innholdet som presenteres i de nettbaserte elevressursene er gjennomgående plassert midt på siden og det benyttes lite tekst. Ifølge Nielsen (2000) kan dette gjøre programmene mer brukervennlige. Matemagisk benytter primært lydfunksjon i brøkspillet for å formidle instruksjoner, men en tekstfunksjon er også tilgjengelig. I Multi formidles instruksjoner primært gjennom tekst, men her er en lydfunksjon også tilgjengelig. På hovedsidene formidles informasjon for det meste ved stikkord i begge nettressursene. Begge programmene har ikoner som skal gi elevene mulighet for navigasjon. I brøkspillet til Matemagisk finnes det en knapp som gjør det mulig for elevene å avgi svar og slik komme videre til neste oppgave. Der finnes også en tilbakeknapp som sender elevene ut av spillet. Det er ikke mulig å navigere frem og tilbake mellom oppgavene. Slike navigasjonsknapper finnes også i brøkspillene til Multi. I tillegg finnes det en hjelp-knapp elevene kan benytte. Ingen av nettressursene har tilrettelagt for en søkemotor og elevene må derfor finne det aktuelle fagstoffet i navigasjonsmenyene. Matemagisk sin nettbaserte elevressurs er et lisensfritt produkt og er derfor gratis å bruke. For å få tilgang til nettoppgavene til Multi kreves det lisens. Utenom dette er begge programmene tilgjengelige så lenge brukeren har en datamaskin med internettilgang og installert Flashprogram.

Funksjoner

I analysene fremkom det flere funksjoner ved de to nettbaserte elevressursene. Begge gir muligheter for visualisering og de benytter illustrasjoner for å visualisere brøkbegrepet. I spillaktiviteten til Matemagisk er det illustrasjoner med pizza og ingredienser som benyttes for å visualisere brøk som del av en hel. Dette er illustrasjoner som er nært knyttet til virkeligheten og som dermed kan skape refleksjon over nødvendigheten av brøkkunnskap i hverdagen. I nettoppgavene til Multi benyttes det mange forskjellige figurer for å visualisere brøk som del av en hel. Det benyttes også illustrasjoner av kuler for å visualisere brøk som del av en mengde. Programvarene gi mulighet til å manipulere figurer. I Matemagisk sine nettoppgaver kan man dra eller flytte på ingredienser. I Multi sine kan elevene markere figurer og fargelegge dem. De kan også skyve eller dra klosser. Muligheten til å manipulere figurer på en dataskjerm kan være mer effektivt enn ved den tradisjonelle papir- og blyantmetoden (Reimer & Moyer, 2005). På den måten kan denne funksjonen gi elevene mulighet for mengdetrening. En annen funksjon ved programvarene er at de gjennomfører nøyaktige beregninger. De er interaktive programmer og kan på bakgrunn av beregninger vurdere om løsninger er riktige og gi tilbakemelding om dette. Til nå er det fremstilt sentrale funn ved de nettbaserte elevressursene i forhold til teknisk brukervennlighet og funksjonalitet.

7.2 Pedagogiske læringsmuligheter

De teknologiske aspektene ved programvarene er av betydning for elevenes muligheter for læring, men det er ikke nødvendigvis slik at de fører til mer læring (Hadjerrouit, 2010). De pedagogiske læringsmulighetene er derfor av betydning. Det mest sentrale som fremkom gjennom analysene blir fremstilt i det følgende. Analysene av pedagogiske læringsmulighetene baserer seg i hovedsak på Hadjerrouit (2017) sine kriterier for pedagogiske «affordances». De tar også utgangspunkt i Hadjerrouit (2010) sine kriterier for pedagogisk brukervennlighet ved nettbaserte læringsressurser. De er i sin tur basert på Nokelainen (2006) sitt rammeverk for pedagogisk brukervennlighet.

Erfaringsbakgrunn

Nettoppgavene til Matemagisk baserer seg på delingssituasjoner. Ifølge Van De Walle et al. (2014) kan dette være situasjoner elevene har erfaring med. Det benyttes illustrasjoner av en pizza og ingredienser for å visualisere en slik situasjon. Dette er halvkonkrete som er nært knyttet til virkeligheten. I Multi sin elevressurs benyttes det ulike figurer som eksempelvis kuler, klosser og tallhjul. Dette er objekter som elevene kan kjenne igjen fra hverdagen.

Representasjoner

I nettoppgavene til Matemagisk og Multi møter elevene ulike representasjonsformer som krever transformasjoner som «conversion» og «treatment». Ifølge Hadjerrouit (2017) kan slike overganger mellom representasjonsformer fremme en konseptuell forståelse. I Matemagisk sine brøkoppgaver møter elevene transformasjonen «conversion» fra numeriske og skriftlige representasjoner til grafiske. I Multi sine brøkoppgaver møter elevene transformasjonen «conversion» mellom numeriske og grafiske representasjoner og elevene må lære å mestre overgangen begge veier. Den grafiske representasjonen som benyttes i Matemagisk sin elevressurs er en sirkelmodell som baserer seg på areal for å visualisere brøk som del av en hel. I Multi benyttes det grafiske representasjoner basert på areal og mengde for å visualisere brøk som del av en hel og som del av en mengde. Nettressursene fremstiller oppgaver basert på prinsippet om likeverdige brøker. Dette krever at elevene evner å gjennomføre transformasjonen «treatment».

Tilbakemelding

Matemagisk og Multi er interaktive programmer som gir direkte tilbakemelding på brukerens handlinger. Slik kan elevene navigere i programmene gjennom navigasjonsmenyer og knapper. Programmene tilbyr også tilbakemeldinger i forhold til elevenes arbeidsoppgaver. Begge elevressursene gir formative vurderinger underveis i spillet. Det gis tilbakemelding på om svaret er riktig eller galt. I noen av brøkoppgavene til Multi får elevene også veiledende tilbakemeldinger underveis som forklarer hvorfor svaret på oppgaven eventuelt er feil. Det er også mulig å klikke på en hjelp-knapp for å få forklart hva som skal gjøres. I programvaren til Multi mottar elevene en summativ vurdering når spillet er ferdig. Slik får de en oversikt over sine resultater. På bakgrunn av resultatene gir programmet tilbakemelding til dem om hvilket nivå de bør fortsette å arbeide på. Matemagisk gir ikke den samme summative vurderingen av resultatene, men i stedet gis det en poengsum ved slutten av spillet som utgjør denne.

Multimedia

De nettbaserte elevressursene er multimodale og formidler fagstoff gjennom ulike typer medier. I møte med brøkoppgavene gis det instruksjoner gjennom ord, både ved lyd og tekst. Brøkbegrepet formidles også ved bruk av bilder i spillaktiviteter. Matemagisk har illustrasjoner som baserer seg på en underliggende historie og benytter halvkonkreter som pizza og ingredienser. Multi på sin side benytter ulike figurer og animasjoner.

Autonomi

Som det fremgår av analysen kan de nettbaserte elevressursene bidra til å gjøre elevene mer autonome i arbeidet. Programvarene er som nevnt interaktive og gir instruksjoner og tilbakemeldinger underveis. På den måten kan elevene bli mindre avhengig av hjelp fra lærer. I Matemagisk sin elevressurs vurderes svarene på oppgavene som rette eller gale, men det fremkommer ingen veiledninger eller hint om hvordan de kan løses. I noen av Multi sine nettoppgaver får elevene veiledende tilbakemeldinger underveis og de kan klikke på hjelp-knappen for å få forklart oppgaven nærmere. Dette er virkemidler som kan gjøre elevene mer selvstyrte i læringsprosessen.

Samarbeid

Elevressursene baserer seg på at elevene skal arbeide selvstendig i programmene og de logger også inn med egen bruker. Læreren står på sin side fritt i forhold til anvendelse av nettoppgavene, men primært er disse utviklet for at elevene skal arbeide på egen hånd.

Differensiering

Digitale læringsressurser kan benyttes for å differensiere undervisningen i en klasse (Hadjerrouit, 2017). I elevressursen til Matemagisk er det utviklet en spillaktivitet som elevene kan arbeide med. I Multi sine nettoppgaver er det utviklet tre ulike oppgavetyper som eleven kan variere mellom. Oppgavene i begge elevressursene er nivådelte. Multi gir tilbakemeldinger basert på elevenes prestasjoner i forhold til hvilket nivå de bør arbeide med videre. En slik tilbakemelding gir Matemagisk underveis i spillet. Om elevene mister sine tre liv må de starte spillet på nytt. Slik tilrettelegges det for at de skal arbeide på et nivå de har forutsetninger for å mestre og utvikle seg videre fra.

Variasjon

Variasjon handler ifølge Hadjerrouit (2010) om at eleven skal kunne bruke andre læringsressurser sammen med nettressursene. Begge læreverkene har utviklet både trykte og digitale læremidler som kan benyttes for å variere undervisningen. De ulike komponentene i

læreverkene baserer seg på kompetansemål fra læreplanen og støtter derfor opp under hverandre. Bruk av de nettbaserte elevressursene kan være en måte å variere arbeidsmetoden ved introduksjon av brøk.

Tilleggsverdi

De nettbaserte elevressursene til Matemagisk og Multi baserer seg på interaktivitet. Dette gir læringsmuligheter som ikke er tilgjengelig på samme måte ved bruk av tradisjonelle læremidler. Programvaren inntar en veiledende rolle og gir umiddelbare tilbakemeldinger til elevene. Slik kan arbeidet effektiviseres og bidra til å gjøre dem mer autonome i læringsprosessen. Elevressursene er multimodale. Dette er en annen tilleggsverdi som gir læringsmuligheter ut over de trykte læremidlene. Programvarene benytter blant annet lyd, tekst, spill og figurer, men Multi bruker også animasjoner. Slik kan elevressursen tilrettelegge for flere læringsstiler. Et annet sentralt aspekt ved programmene er muligheten til å manipulere figurer på en dataskjerm. Ifølge Reimer og Moyer (2005) kan dette være en mer effektiv tilnærming enn den tradisjonelle papir- og blyant metoden.

Målorientering

Målorientering innebærer at læringsmålene samsvarer med de som er gitt av læreren eller i læreplanen (Hadjerrouit, 2010). Både for Matemagisk og Multi er det utviklet læringsmål i samsvar med læreplanen som blant annet vektlegger at elevene skal arbeide med enkle brøker i praktiske sammenhenger (Utdanningsdirektoratet, 2013). I elevressursene møter elevene stambrøker og andre ekte brøker. I Multi sine nettoppgaver arbeider de også i noen tilfeller med uekte brøker. Brøkspillet til Matemagisk baserer seg på ulike delingssituasjoner. Spillaktivitetene til Multi benytter ulike illustrasjoner av kuler, klosser og tallhjul. Dette kan danne utgangspunkt for praktiske situasjoner.

Brøk

Brøk blir i de nettbaserte elevressursene introdusert som del av en hel. Hos Matemagisk benyttes en pizza som halvkongret for å visualisere dette. Denne representasjonen utgjør et sektordiagram som baserer seg på areal av en sirkel for å visualisere brøk som del av en hel. I Multi sine nettoppgaver benyttes det ulike figurer. Disse baserer seg også på areal for å visualisere brøk som del av en hel. I brøkspillene fremstilles også brøk som del av en mengde og det benyttes da illustrasjoner for å visualisere et antall objekter. Multi sin elevressurs bruker mange ulike figurer som eksempelvis tallhjul, kuler, klosser og rutenett for å visualisere brøk som del av en hel og som del av en mengde.

I første del av brøkspillet til Matemagisk benyttes det kun stambrøker, og etter hvert inkluderes også andre ekte brøker som ikke er stambrøker. I Multi sine nettoppgaver er det også ofte benyttet stambrøker på det første nivået, men der inkluderes også andre ekte brøker. Vanskelighetsgraden i brøkspillet til Matemagisk økes ved å inkludere likeverdige brøker. På det andre og tredje nivået i Multi sine nettoppgaver blir også likeverdige brøker inkludert. I enkelte av oppgavene i Multi sin elevressurs presenteres også uekte brøker.

8 Konklusjon

I denne studien har de nettbaserte elevressursene til Matemagisk og Multi blitt undersøkt og beskrevet. Hensikten har vært å besvare følgende forskningsspørsmål:

Hvordan er brøk introdusert i de nettbaserte elevressursene til læreverkene Matemagisk og Multi?

Analysene baserer seg på et teoretisk rammeverk for å beskrive teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter ved introduksjon av brøk. I det følgende vil hovedfunnene for henholdsvis Matemagisk og Multi sine elevressurser oppsummeres. Dette blir gjort i to separate delkapitler, da studien ikke har komparativ tilnærming, men en deskriptiv.

8.1 Matemagisk

Innenfor teknologiske læringsmuligheter fremkom det funn som er relevante for å besvare forskningsspørsmålet. Faginnholdet innenfor brøkkapitlet blir tilgjengelig via programmets hovedside. Her presenteres en navigasjonsmeny med oversikt over de ulike kapitlene. I spillaktiviteten blir brøk introdusert gjennom en kontekst som baserer seg på en underliggende historie. Instruksjoner og informasjon formidles i hovedsak gjennom en lydfunksjon og det benyttes derfor lite tekst, noe som ifølge Nielsen (2000) gjør programvaren mer brukervennlig. Det er utviklet navigasjonsknapper som gjør at elevene kan navigere mellom oppgavene i brøkspillet. Programmet inneholder ulike tekniske funksjoner. En av disse er at det benyttes halvkonkreter for å visualisere brøk som del av en hel. I arbeidet med brøkoppgavene kan elevene manipulere figurer. Dette fremkommer ved at de plasserer ingredienser på riktig antall delmengder av en sirkel som representerer en oppdelt pizza. Nettressursen gjennomfører også beregninger i forhold til elevenes løsninger. Dette bidrar til at arbeidet i brøkspillet blir kontrollert og nøyaktig vurdert.

Innenfor pedagogiske læringsmuligheter fremkom det også noen funn som er relevant i forhold til forskningsspørsmålet. Brøkoppgavene bygger på situasjoner fra hverdagslivet som elevene kan ha erfaring med. De baserer seg på delingssituasjoner i forhold til en sirkel som representerer en pizza oppdelt i varierende antall deler. I brøkspillet benyttes det ulike representasjonsformer som elevene må veksle mellom. Det innebærer transformasjoner fra numeriske og skriftlige representasjoner til grafiske. Ifølge Hadjerrouit (2017) kan slike overganger mellom register fremme konseptuell forståelse. Det kreves også aritmetiske beregninger, ved introduksjon av likeverdige brøker. Det innebærer en overgang mellom representasjoner i samme register.

Matemagisk er et interaktivt program som gir tilbakemeldinger ved oppgaveløsning. Det gir formativ vurdering underveis i forhold til om svaret er riktig eller galt og summativ vurdering med poengsum når spillet er slutt. Denne formen for tilbakemelding kan være et virkemiddel som gjør elevene mer autonome i arbeidet med brøkoppgavene, da programmet inntar en veiledende rolle (Hadjerrouit, 2017). Matemagisk sin elevressurs er multimodal og introduserer brøkbegrepet ved bruk av ulike typer medier. Programmet benytter ord, gjennom lyd og tekst. Det bruker også illustrasjoner som formidles gjennom en spillaktivitet. Arbeidet med nettoppgavene fremstår som en individuell aktivitet der hver elev må logge seg på med egen bruker.

Nettoppgavene differensieres underveis ut fra elevenes prestasjoner og faglige progresjon. De har økende vanskelighetsgrad, hvor elevene først kommer videre når de har løst oppgaven. Dersom galt svar angis tre ganger må eleven starte på nytt for således å øve mer. Slik

tilrettelegges det for at elevene skal bli fortrolige med oppgaver på et nivå, før de går videre til neste. I lys av disse funnene kan de interaktive oppgavene ha en tilleggsverdi i møte med brøk, som ikke nødvendigvis er mulig på samme måte med tradisjonelle læremidler. Læringsmålene i elevressursen er utviklet med utgangspunkt i læreplanen. Den kan derfor være en ressurs for å introdusere brøk i samsvar med læreplanens kompetansemål. I Matemagisk sin elevressurs introduseres brøk som del av en hel ved å benytte en sirkel som representerer en pizza. Den utgjør et sektordiagram som baserer seg på areal. I starten benyttes det stambrøker og andre ekte brøker. Videre når vanskelighetsgraden øker introduseres også likeverdige brøker. I spillaktiviteten vektlegges det derfor ulike elementer innenfor brøk, noe som kan skape en variasjon i fremstillingen av brøkbegrepet.

8.2 Multi

Innenfor teknologiske læringsmuligheter fremkom det noen sentrale funn som er relevante for å belyse forskningsspørsmålet. Faginnholdet innenfor brøk blir tilgjengelig gjennom navigasjonsmenyer for kapitler og ulike oppgavetyper. Det benyttes lite bilder utenom de figurene som fremkommer i oppgavene. Bakgrunnen som dekker spillvinduet er hvit, slik at selve oppgaven og navigasjonsknapper synliggjøres. Dette kan ifølge Nielsen (2000) være positivt for brukervennligheten til programmet. Instruksjoner og informasjon formidles i hovedsak gjennom tekst, men denne er gjerne begrenset til en setning. Det er utviklet navigasjonsknapper som gjør at elevene kan navigere mellom oppgavene i brøkspillet. Det finnes også en hjelp-knapp som forklarer hvordan oppgaven fungerer, om eleven har behov for dette. For å introdusere brøk fremkommer det ulike tekniske funksjoner. En funksjon er at det benyttes illustrasjoner for å visualisere brøk som del av en hel og som del av en mengde. I arbeidet med brøkoppgavene kan elevene manipulere figurer. Dette innebærer at de kan markere, fargelegge og flytte på figurer for å tilegne seg kunnskap om brøkbegrepet. Nettressursen gjennomfører også beregninger i forhold til deres løsninger. Dette er nødvendig for at arbeidet i brøkspillene skal bli nøyaktig.

Innenfor pedagogiske læringsmuligheter fremkom det også noen sentrale funn som er relevant i forhold til forskningsspørsmålet. Brøkoppgavene bygger på situasjoner fra hverdagslivet som elevene kan ha erfaring med. Det benyttes ulike representasjonsformer som elevene må veksle mellom. Det innebærer transformasjoner mellom numeriske og grafiske representasjoner som baserer seg på areal og mengde. Ifølge Hadjerrouit (2017) kan slike overganger fremme konseptuell forståelse. Det fremkommer også aritmetiske beregninger, ved introduksjon av likeverdige brøker, som innebærer en overgang mellom representasjoner i samme register.

Multi er et interaktivt program som gir direkte tilbakemeldinger underveis. Det benyttes formativ vurdering underveis i forhold til om løsninger er riktige. I noen av oppgavene gis det veiledende tilbakemeldinger som forklarer hvorfor løsningen eventuelt ikke er riktig. Det gis også en summativ vurdering når spillet er slutt. Elevene får da en oversikt over sine resultater. Denne formen for tilbakemelding kan være et virkemiddel for å gjøre elevene mer autonome i arbeidet med brøkoppgavene. Multi sin elevressurs er multimodal og introduserer brøkbegrepet ved bruk av ulike typer medier. Det benyttes ord, gjennom lyd og tekst. Det brukes også bilder i form av illustrasjoner og animasjoner i spillaktivitetene. Arbeidet med nettoppgavene fremstår som en individuell aktivitet der hver elev må logge seg på med egen bruker.

I Multi sin nettressurs finnes det fire ulike oppgavemoduler innenfor brøk. Slik kan elevene arbeide med samme lærestoff innenfor ulike oppgavetyper. Brøkoppgavene er

nivådifferensierte og har tre tilhørende nivå med økende vanskelighetsgrad. Programvaren gir også tilbakemelding i forhold til hvilket nivå eleven bør fortsette å arbeide på. Slik kan nettoppgavene bidra med å tilpasse brøkundervisningen ut ifra elevenes forutsetninger. I lys av de foregående funnene kan de interaktive oppgavene ha en tilleggsverdi ved introduksjon av brøk, som ikke er mulig på samme måte med tradisjonelle læringsmidler. Eksempelvis gjelder dette særlig i relasjon til programvarens interaktivitet og multimodalitet. Læringsmålene i nettressursen er utviklet med utgangspunkt i læreplanen. Den kan derfor være en ressurs for å introdusere brøk i samsvar med læreplanens kompetansemål. Det benyttes ulike illustrasjoner som tallhjul, kuler, klosser og rutenett for å visualisere brøkbegrepet. I starten benyttes det stambrøker og andre ekte brøker for å introdusere elevene for brøkbegrepet. Videre introduseres også likeverdige brøker. I den siste oppgavemodulen D fremstilles også uekte brøker, hvor elevene skal forholde seg til flere enheter. I spillaktiviteten vektlegges derfor ulike elementer innenfor brøk, noe som kan skape variasjon i fremstillingen av brøkbegrepet.

9 Avsluttende betraktninger

I denne delen av oppgaven gjør jeg et kort tilbakeblikk og peker på hvilken betydning prosjektet har hatt for meg personlig. Videre vil jeg kommentere noen didaktiske implikasjoner som følger av studien. Til slutt vil jeg kommenteres hvordan studien kan utvikles i forhold til videre forskning.

9.1 Tilbakeblikk

I utgangspunktet var intensjonen min å gjennomføre en lærebokanalyse for å undersøke hvordan brøk blir introdusert. Gjennom samtale med min veileder kom vi frem til at det kunne være interessant og heller rette fokus mot de digitale aspektene ved læreverkene. I løpet av masterstudiet ved Universitetet i Agder hadde jeg et emne som omhandlet digitale verktøy i matematikkopplæringen. Ved å fokusere på nettbaserte elevressurser opplevdes det meningsfylt å kunne bruke noe av den kunnskapen jeg hadde tilegnet meg der i denne studien. Dette innebar også at jeg allerede hadde noe innsikt i relevant forskning innenfor fagfeltet. Til dagens læreverk er det gjerne også utviklet digitale læremidler. Jeg anser det således som betydningsfullt å ha kjennskap til disse samt kriterier for teknologiske og pedagogiske læringsmuligheter. Selv om jeg ikke har gjort en kvalitetsvurdering i denne studien kan kunnskapen være nyttig for senere å kunne vurdere denne typen læremidler. Dette er av betydning da læreren i dag har metodefrihet i forhold til undervisning og bør derfor kunne sikre god kvalitet på læremidlene med tanke på faglig innhold, pedagogisk tilrettelegging og samsvar med lærerplanen.

Gjennom studien har jeg fått innsikt i og blitt mer fortrolig med de to læreverkene som ligger til grunn for denne oppgaven. De vil jeg trolig også møte igjen i skolen. Jeg har således tilegnet meg kunnskap om hvilke muligheter programvarene gir for læring av brøk på 3. trinn. Dette er noe jeg kan benytte meg av når mine fremtidige elever skal lære om det for første gang. Avslutningsvis vil jeg fremheve at arbeidet med denne forskningsoppgaven har ført til at jeg i større grad ser verdien av å implementere interaktiv teknologi i matematikkundervisningen som en ressurs for å fremme læring.

9.2 Didaktiske implikasjoner

I denne delen av oppgaven vil resultater fra studien betraktes med tanke på deres betydning for undervisning og læring av brøk. Dette er noen vurderinger jeg har gjort, men som også finner støtte i relevant forskningslitteratur.

Læring av brøk blir gjerne ansett som et utfordrende tema i skolen. På denne bakgrunn har studien hatt som mål å beskrive potensialet som finnes i de to nettbaserte elevressursene. Et funn i studien er at interaktiviteten i programvarene er et sentralt virkemiddel for å støtte læring. Programmene inntar da en veiledende rolle og gir umiddelbare tilbakemeldinger basert på elevenes prestasjoner. Slik kan undervisningen bli mindre lærersentrert og elevene kan få mer tid til å arbeide med brøkoppgavene. I undervisningssammenheng kan derfor programvarene effektivisere arbeidet og gjøre elevene mer autonome i læringsprosessen. Resultatene fra studien fremhever også at oppgavene har ulik vanskelighetsgrad. Programvaren til Matemagisk velger automatisk hvilket nivå elevene skal arbeide på, basert på deres prestasjon. Slik tilpasses vanskelighetsgraden i påfølgende oppgaver etter elevenes ferdigheter. Programvaren til Multi gir på bakgrunn av elevenes prestasjon tilbakemelding om hvilket nivå de bør arbeide videre på. Denne type funksjonalitet, som programvarene gir, kan være en ressurs for å tilpasse undervisningen ved introduksjon av brøk.

I den nettbaserte elevressursen til Matematisk arbeider elevene med oppgavene i en gitt rekkefølge. I Multi sin elevressurs kan elevene fleksibelt velge oppgavetype og nivå de vil arbeide med. Det fremheves likevel i lærerveiledningen at elevene bør starte på det enkleste nivået og arbeide seg oppover (Alseth et al., 2011). Bruce og Ross (2009) fremhever at rekkefølgen oppgaver blir løst i kan være av betydning for elevenes forståelse. I deres studie fikk elevene størst utbytte av brøkoppgavene, dersom disse ble løst i gitt rekkefølge. Årsaken til dette var at elever som utelot oppgaver mistet nøkkelelementer som var av betydning for å utvikle en konseptuell forståelse. Dette kan synes å være aktuelt i forhold til nettoppgavene til Matematisk og Multi. Brøkspillene starter med enkle oppgaver som baserer seg på stambrøker. Videre utvides disse og andre elementer ved brøkbegrepet inkluderes i tillegg. Slik bygger oppgavene på hverandre. I lys av denne gradvise og konsekvente progresjon kan de nettbaserte elevressursene være med å bidra til å fremme elevenes forståelse av brøk som del av en hel.

Begge programvarene baserer seg på multimodalitet og formidler informasjon om brøkbegrepet gjennom ulike medier. Slik kan læreren benytte disse for å tilrettelegge for elevenes ulike læringsstiler. De nettbaserte elevressursene kan også benyttes som et verktøy for å visualisere ulike elementer ved brøkbegrepet for å fremme elevenes forståelse. Ved bruk av nettoppgavene i undervisning har elevene mulighet til å arbeide med virtuelle manipulasjoner. Ifølge Reimer og Moyer (2005) kan denne metoden være enklere og mer effektiv enn ved å benytte papir og blyant. I lys av dette kan nettoppgavene benyttes for å tilrettelegge for mengdetrening i undervisningen. Bruce og Ross (2009) peker på at elever som har gode dataferdigheter, men som har utfordringer med å forstå brøk kan ha utbytte av digitale læremidler. Arbeid med oppgavene i de nettbaserte elevressursene kan derfor være en arbeidsmetode som skaper læringsmuligheter også for elever som opplever brøk som utfordrende, men som har gode digitale ferdigheter. Programvarene til Matematisk og Multi kan således tilføre muligheter til undervisningen som er utfordrende eller umulig med trykte læremidler.

9.3 Videre forskning

Ut ifra funnene har de interaktive programvarene potensial til å tilføre læringsmuligheter ut over de tradisjonelle læremidlene. For videre forskning kunne det vært interessant å undersøke elevenes læringsutbytte ved bruk av de nettbaserte elevressursene. Dette kunne blitt operasjonalisert ved spørreskjema for å måle elevenes egen vurdering. En annen vinkling kunne vært å undersøke læreres erfaringer med elevressursene for å belyse hvordan de mener disse kan påvirke lærings situasjonen. Det kunne blitt operasjonalisert gjennom intervju av lærere som aktivt benytter disse i sin undervisning.

Denne studien benytter en deskriptiv tilnærming i forhold til hvordan brøk blir introdusert, med fokus på potensielle læringsmuligheter. Videre kunne det vært interessant å undersøke hvordan brøk presenteres i Matematisk og/eller Multi på høyere trinn. Det kunne vært gjennomført ved en komparativ analyse for å sammenlikne læringsmuligheter ved introduksjon av brøk i forhold til hvordan det videre presenteres. Slik kunne fellestrekk og kontraster blitt belyst. Funnene som fremkommer i denne studien beskriver hvordan brøk introduseres i to spesifikke programvarer. Der kunne og vært hensiktsmessig å undersøke andre læreverk enn de som benyttes her. På den måten kan resultatene sammenliknes for å undersøke potensialet som finnes i flere digitale læremidler ved introduksjon av brøk. Gjennom en slik komparativ tilnærming kunne fellestrekk og kontraster blitt tydeliggjort.

Referanseliste

- Alseth, B., Arnås, A.-C., Kirkegaard, H. & Røsselund, M. (2011). *Multi 3a: Lærereens bok* Oslo: Gyldendal Undervisning
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *An International Journal*, 52(3), 215-241. doi: 10.1023/A:1024312321077
- Aschehoug. ((u.å)-a). *Lokus 1-4*. Hentet 2018.05.08 fra <http://www.lokus.no/1-4>
- Aschehoug. ((u.å)-b). *Matemagisk 1-4*. Hentet 2018.03.26 fra <https://www.aschehoug.no/nettbutikk/matemagisk-1-7.html>
- Aschehoug. ((u.å.)). *Matemagiske apper*. Hentet 2018.03.23 fra http://tjenester.aschehoug.no/apper/?_ga=2.55051243.1302842079.1526319494-817337140.1515326764
- Behr, M. J., Lesh, R., Post, T. R. & Silver, E. A. (1983). Rational Numbers Concepts. I R. Lesh & M. Landau (Red.), *Acquisition of mathematics concepts and processes* (s. 91-125). New York: Academic Press.
- Birkeland, P. A., Breiteig, T. & Venheim, R. (2011). *Matematikk for lærere 1* (5., utg.). Oslo: Universitetsforlaget AS.
- Bruce, C. D. & Ross, J. (2009). Conditions for effective use of interactive on-line learning objects: the case of a fractions computer-based learning sequence.(Report). *Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 3(1), 13.
- Bryman, A. (2016). *Social research methods* Oxford: Oxford University Press.
- Duval, R. (1999). *Representation, Vision and Visualization: Cognitive Functions in Mathematical Thinking. Basic Issues for Learning*. (ED466379). Hentet fra <https://eric.ed.gov/?id=ED466379>
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics *Springer*, 61(1-2), 103-131.
- Gibson, J. J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum.
- Gyldendal. ((u.å)-a). Gjør deg kjent med Multi Smart Øving: Med Multi Smart Øving får hver elev tilpassede oppgaver til sitt nivå. Hentet 2018.01.15 fra <http://www.gyldendal.no/grs/Multi/Aktuelt/Gjoer-deg-kjent-med-Multi-Smart-OEving>
- Gyldendal. ((u.å)-b). Ny Multi Smart Tavle for 1.-4. trinn. Hentet 2018.01.15 fra <http://www.gyldendal.no/grs/Multi/Aktuelt/Ny-Multi-Smart-Tavle-for-1.-4.-trinn>
- Gyldendal. ((u.å.)). Multi: Matematikk 1-7. Hentet 2018.01.15 fra <http://www.gyldendal.no/grs/Multi>
- Hadjerrouit, S. (2010). A conceptual framework for using and evaluating web-based learning resources in school education. *Journal of Information Technology Education*, 9, 53-79.
- Hadjerrouit, S. (2015). *Evaluating the Interactive Learning Tool Simreal+ for Visualizing and Simulating Mathematical Concepts*. Paper presentert på 12th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2015).
- Hadjerrouit, S. (2017). Assessing the Affordances of SimReal+ and their Applicability to Support the Learning of Mathematics in Teacher Education. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 14, 121-138.
- Kieran, T. E. (1980). The rational number construct: Its elements and mechanisms IT. E. Kieran (Red.), *Recent research on number learning* (s. 125-149). Columbus, Ohio: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.,
- Kroknes, T.-E., Egelund, T. & Kavén, A. (2013). *Matemagisk 3A: Lærerveiledning* Oslo: Aschehoug.

- Kroknes, T.-E., Klavén, A. & Persson, H. (2013). *Matemagisk 3B: Grunnbok*. Oslo: Aschehoug.
- Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, California: Sage.
- Liu, L. & Johnson, D. L. (2004). Web-Based Resources and Applications. *Computers in the Schools*, 21(3-4), 131-147. doi: 10.1300/J025v21n03_13
- Lokus. ((u.å)). *Matemagisk 3. Elev*. Hentet 2018.03.27 fra <http://www.lokus.no/1-4/Matemagisk-3.-Elev>
- Mayer, R. E. (2005). Instruction to Multimedia Learning. I R. E. Mayer (Red.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (s. 1-16). New York: Cambridge University Press.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J. & Spikell, M. A. (2002). What Are Virtual Manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8(6), 372-377.
- NESH. (2006). Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora. 5. Hentet fra https://www.etikk.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125_fek_retningslinjer_nesh_digital.pdf.
- Nielsen, J. (2000). *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity* Indianapolis, Indiana: New Riders.
- Nokelainen, P. (2006). An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. *Educational Technology and Society*, 9(2), 178-197.
- Norman, D. A. (1988). *The Design of Everyday Things* New York: Basic Books.
- Nzmaths. (2008). *Teaching Fractions, Decimals, and Percentages* Wellington: The Ministry of Education.
- Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæring (opplæringslova)*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61>
- Pierce, R. & Stacey, K. (2010). Mapping Pedagogical Opportunities Provided by Mathematics Analysis Software. *International Journal of Computers for Mathematics Learning* 15(1), (1-20).
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2011). *Læreren med forskerblick: Innføring i vitenskapelig metode for lærerstudenter*. Kristiansand: Høyskoleforlaget
- Reimer, K. & Moyer, P. S. (2005). Third-Graders Learn About Fractions Using Virtual Manipulatives: A Classroom Study. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(1), 5-25.
- Siegler, R. S., Fazio, L. K., Bailey, D. H. & Zhou, X. (2013). Fractions: the new frontier for theories of numerical development. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(1), 13-19. doi: 10.1016/j.tics.2012.11.004
- Silverman, D. (2014). *Interpreting Qualitative Data*. London: Sage.
- Sjøberg, S. (Red.). (2001). *Fagdebattikk: Fagdidaktisk innføring i sentrale skolefag*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Skaalvik, E. M. & Fossen, I. (1995). *Tilpassing og differensiering: idealer og realiteter i norsk grunnskole* Trondheim: Tapir forlag.
- Solem, I. H., Alseth, B. & Nordberg, G. (2010). *Tall og tanke: Matematikkundervisning på 1. til 4. trinn*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Solvang, R. (1992). *Matematikkdidaktikk* (s. 181-196). Hentet fra https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2007112900074
- St, M. (2016). *Fag - Fordypning - Forståelse: En fornyelse av Kunnskapsløftet*. (Meld. St. nr. 28). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/e8e1f41732ca4a64b003fca213ae663b/no/pdfs/stm201520160028000dddpdfs.pdf>

- Säljö, R. (2001). *Læring i praksis: Et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: J. W. Cappelen forlag AS.
- Taylor, R. (1980). The Computer in School: Tutor, Tool, Tutee. *Cite Journal* 3(2).
- Utdanningsdirektoratet. (2013). *Læreplan i matematikk fellesfag* Hentet fra <http://data.udir.no/kl06/MAT1-04.pdf?lang=http://data.udir.no/kl06/nob>
- Utdanningsdirektoratet. (2015). *Læreplanverket for Kunnskapsløftet: Prinsipper for opplæringen*. Hentet fra https://www.udir.no/upload/larerplaner/Fastsatte_lareplaner_for_Kunnskapsloeftet/prinsipper_1k06.pdf
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *Rammeverk for grunnleggende ferdigheter*. Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/grunnleggende-ferdigheter/rammeverk-for-grunnleggende-ferdigheter/>
- Van De Walle, J. A. (2004). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. Virginia Commonwealth University: Pearson Education
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S. & Bay-Williams, J. M. (2014). *Elementary and Middle School Mathematics Teaching Developmentally*. Harlow, United Kingdom Pearson Educational Limited