Mats Kristoffer Brelin

Anvendelse av Khan Academy i norsk kontekst

En læreverksanalyse av Khan Academy

Masteroppgave i matematikkdidaktikk
Veileder: Melih Turgut
Mai 2021

Masteroppgave

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for lærerutdanning

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Mats Kristoffer Brelin

Anvendelse av Khan Academy i norsk kontekst

En læreverksanalyse av Khan Academy

Masteroppgave i matematikkdidaktikk
Veileder: Melih Turgut
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for lærerutdanning

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Denne studien søker å avklare hvordan og i hvilken grad Khan Academy (KA), en nettside med videoleksjoner innenfor en rekke fag, kan anvendes for å oppfylle kompetansemål fra den norske læreplanen i matematikk. Spørsmålet er viktig å besvare ettersom skolen blir mer digitalisert, digital undervisning ble nødvendig under koronasituasjonen, og digitale ressurser blir brukt mye selv om det mangler forskning på flere digitale ressurser. Dette gjøres først ved å finne ut om det er mulig i det hele tatt, for så å beskrive hvilke faktorer en må være klar over og ta stilling til for å bruke ressursen effektivt i norsk skole. Den norske konteksten blir regnet som viktig å utforske ettersom KA er en av de største læringsportalene i verden med millioner av brukere, men ressursen ble laget med en amerikansk bakgrunn. Undersøkelsen har blitt gjennomført ved å anse KA som et tradisjonelt læreverk, som en lærebok, og undersøke hvordan nettsiden samsvarer med norske kompetansemål i matematikk. Rammeverket for analysen bruker en horisontal analyse; hvor den overordnete strukturen er fokuset, og en vertikal analyse; hvor det undersøkes hva som kommuniseres til elevene og hva som blir krevet av dem. Verdier fra læreplanene, som fokus på underveisvurdering og tilpasset opplæring er også trukket inn for å undersøke om KA samsvarer med læreplanen på disse områdene.

Funnene tilsier at KA er en verdifull ressurs i norsk kontekst, hvor matematikken i seg selv er en solid basis for å kunne oppnå kompetansemål. Det finnes noen unntak, som innebærer kompetansemål hvor elever må forklare fremgangsmåten sin eller hvor praktiske situasjoner er et sentralt element. KA viser seg å kun bruke summative vurderingsformer, men lærere har tilgang til prøveresultatene elevene gjør på nettsiden, og kan derfor bruke dette som et grunnlag for formativ vurdering. Nettsiden legger også til rette for tilpasset opplæring, hvor elevene har mulighet til å velge hvor fort undervisningen går og hvor mange forsøk de trenger. Jeg konkluderer med at ressursen er verdifull i norsk kontekst, men at KA må regnes som en supplementær ressurs og ikke en erstatning til ordinær undervisning. Suksess med bruk av KA blir i stor grad knyttet til hvordan ressursen er implementert, hvor lærerens kjennskap til KA er essensiell.

Abstract

This study seeks to clarify how and to what degree Khan Academy, a website with video lessons in several subjects, can be used to achieve competency aims from the Norwegian curriculum in mathematics. The question is important to answer because schools are getting more digitalized, digital lectures was needed during the corona pandemic and digital resources are being used despite the lack of research concerning several of those resources. This is first done by finding out whether this is possible in the first place and then describing which factors one must be aware of in order to use the resource effectively in Norwegian schools. The Norwegian context is considered important to explore, as KA is one of the largest learning portals in the world with millions of users, but it was created with an American background. The study has been conducted by considering KA as a traditional teaching material, like a textbook, and investigate how these correspond to Norwegian competency aims in mathematics. The framework for the analysis uses a horizontal analysis; where overall structure is the focus, and a vertical analysis; where it is examined what is communicated to the students and what is required of them. Values from the curricula, such as a focus on formative assessment and adapted education has also been included to investigate whether KA corresponds in these areas.

The findings indicate that KA can be a valuable resource in the Norwegian context, where the mathematics themselves are a solid basis for achieving competency aims. There are some exceptions, which involve competency aims where students must explain their procedure or where practical situations are a central point. KA turns out to only use summative assessment methods, but teachers have access to the students test results from the website and can therefore use this as a basis for formative assessment. The website also facilitates adaptive education, where students can choose how fast the teaching goes and how many attempts they need. I conclude that the resource is valuable in the Norwegian context, but that KA must be regarded as a supplementary resource and not a substitute for ordinary teaching. Success with KA is closely related to how it is implemented, where the teacher’s knowledge of KA is essential.

Forord

Med en fem år lang epoke som snart tar slutt i form av denne masteroppgaven, legger jeg bak meg den tiden hvor jeg har vokst mest i hele mitt liv. Nye venner har gitt meg nye utfordringer og erfaringer som jeg kommer til å sitte med resten av livet. Motgang har blitt møtt og overkommet med hjelp fra de som står meg nærmest, og jeg vil takke alle som har hjulpet meg igjennom studietiden.

Veileder, som alltid har stilt viktige spørsmål og fått meg til å strekke meg, utvikle meg og bli bedre. Du har gjort denne avhandlingen mulig.

Mor, far og søster, som har vært til støtte både emosjonelt og praktisk, med hjelp til skole og livet. Jeg gleder meg til å flytte tilbake til dere.

Vennene mine hjemme, som har vist støtte på alle fronter og gjort det tydelig at jeg blir ønsket velkommen med åpne armer når jeg kommer hjem.

Lesesalen, som i tillegg til å være med meg i skyttergraven av masterskriving, har gjort denne perioden mye mer livlig med utallige runder med kortspill og en uendelig mengde latter. Dere har gjort skriveprosessen sosial og trygg.

Revygjengen, som har gitt meg utrolig med glede rundt musikk og å arbeide sammen for å oppnå noe større. Dere har lært meg å by på meg selv og se verdien av samarbeid.

Uten hjelp fra alle disse hadde ikke studietiden og masteroppgaven blitt det samme, og jeg takker for all deres støtte. Til slutt vil jeg avskjedige denne tiden med en haiku som reflekterer min opplevelse av studietiden.

Fjellet tordner tungt

Stig det med vennskap og sjel

Nyt utsikten nå

-Mats K. Brelin, 2021

Innhold

Bilder

Tabeller

Forkortelser

Forkortelse	***Forklaring***
KA	Khan Academy
TPO	Tilpasset opplæring
Naace	The Educational Technology Association
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development

1. Innledning

Det er vel kjent at det har vært betydelige teknologiske fremskritt på stort sett alle samfunnsområder de siste 30-40 årene, med utviklingen av datamaskiner, smarttelefoner, nettbrett og utbredelsen av internett. Denne utviklingen har hatt stor påvirkning på skolen som i likhet med andre samfunnssektorer har gått fra å være nærmest helanalog til heldigital på kun få tiår. Slike læringsverktøy og ressurser inkluderer delingsverktøy for samarbeid mellom elever, spesialiserte program og en mengde med oppgaver som er tilgjengelig online. Disse ressursene omfatter alle fag, og er blant annet nyttig innenfor matematikken med blant annet instruksjonsvideoer, oppgavesider, interaktive spill og dynamiske geometriprogram. Ettersom verktøy har blitt digitalisert i større grad igjennom årene og digitale ferdigheter blir brukt mer hverdagslig, er det naturlig at ressursene vi bruker i skolen beveger seg mot en mer digital standard. Blant annet fremtredelsen av omvendt undervisning, hvor elevene får i lekse å se en instruksjonsvideo hjemme for så å ha oppgaver og aktiviteter relatert til videoen på skolen dagen etter, har blitt mer populært med årene. Det norske samfunnet har også vist satsning på digitalisering av skolen.

En av de mest brukte digitale ressursene er Khan Academy (KA), en digital læringsplattform som primært formidler kunnskap gjennom instruksjonsvideoer. Ressursen inneholder over 2000 instruksjonsvideoer med tilhørende oppgaver og aktiviteter mange ulike fag, men KA er særlig kjent for sin matematikkundervisning. Nettsiden bruker videoene for å lære bort fagstoffet, og sjekker elevenes fremgang med tester som umiddelbart forteller om de har svart riktig eller ikke. Lærere kan opprette en virtuell klasse, hvor de kan foreslå leksjoner og prøver elevene skal gjennomføre og læreren vil ha full oversikt over hvor mye elevene har gjort.

Bruken av et slikt læringsverktøy forutsetter imidlertid at verktøyet oppfyller de kravene læreplanen stiller til undervisningen. Dette er helt nødvendig for at læringsverktøyene skal kunne brukes i den norske skolen. Det er imidlertid lite forskning på hvor effektive disse digitale ressursene er i en norsk kontekst og om de tilfredsstiller kravene og kompetansemålene den norske læreplanen stiller. Den manglende forskningen på dette området danner bakgrunnen for oppgaven min, og jeg vil dermed stille følgende forskningsspørsmål:

> *Hvordan kan Khan Academy anvendes for å oppnå norske kompetansemål i matematikk?*

For å besvare hvordan KA kan anvendes i norsk kontekst er det også nødvendig å svare på om KA kan anvendes i norsk kontekst i det hele tatt. Ved å besvare disse spørsmålene kan man ta stilling til om hvorvidt KA er en nyttig ressurs i norsk skole.

1.1. Oppgavens aktualitet

Den norske læreplanen nevner digitale ferdigheter som en av fem grunnleggende ferdigheter sammen med lesing, skriving, regning og muntlige ferdigheter (Utdanningsdirektoratet, 2020b). Digitale ferdigheter ble først innført i 2006 med læreplanen LK06, og har siden gjort at digitalisering av norske skoler skjer i større og større grad.

Vi ser også mer økonomisk satsning på teknologi i skolen. I 2018 lovet regjeringen over 450 millioner kroner over de fem neste årene igjennom den teknologiske skolesekken, som tilsvarer 90 millioner årlig hvor minst halvparten skal gå til utvikling av digitale læremidler (Digi.no, 2018). Teknologi i skolen har mange typer bruk for mange forskjellige situasjoner, som har vist seg å være nyttig under koronapandemien.

I desember 2019 ble verden introdusert til Covid-19 og dens medfølgende restriksjoner på ordinært liv. Siden 12 mars. 2020 har det norske samfunnet vært preget av nedstengninger og begrensninger på tilnærmet alle områder av hverdagslig norsk liv. Pandemien har blant annet ført til sosial distansering og nedstengning av skoler. Skolene holdt stengt i flere perioder, og igjennom koronaperioden har skoler stengt ned og for øvrig har vært pålagt strenge restriksjoner. Som følge av dette ble lærere raskt nødt til å gå fra normal klasseromsundervisning til en heldigital skole, noe som gjorde at digitale ressurser ble et helt sentralt og avgjørende læringsverktøy. I tillegg til videokonferanseprogramvare ble det også nødvendig med oppgaver og læringsressurser i digital form, for å tilrettelegge for en heldigital undervisning. Ettersom lærere og elever har blitt eksponert for digitale ressurser under pandemien, vil det være gunstig å undersøke om en slik ressurs er gunstig når det ikke er eksplisitt behov for slike ressurser, som når pandemien tar slutt.

Samtidig med bedre tilrettelegging, har lærere i norsk skole fortsatt et mandat de skal gjennomføre. Den norske læreplanen inneholder prinsipper for hvilke verdier det norske samfunnet ønsker å gjøre undervisning og mer konkrete fagbestemte mål som elever skal ha oppnådd innen forskjellige årstrinn. Disse fagbestemte målene er kjent som kompetansemål, og beskriver spesifikke mål som eleven skal oppnå, som f.eks. «lage og forklare regneuttrykk med tall, variabler og konstanter knyttet til praktiske situasjoner» (Utdanningsdirektoratet, 2020a). Kompetansemålene må fortsatt kunne bli oppnådd av elever for at lærere skal kunne utføre sitt mandat, og under de verste koronaperiodene var det nødvendig å ta i bruk digitale ressurser.

I relasjon til teknologi og skoleprestasjon finnes det forskning i stor skala som tilsier at teknologi i seg selv ikke øker prestasjoner i skolen. En rapport fra The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) avdekket at det ikke er en sterk korrelasjon mellom teknologi i skolen og bedre resultater (OECD, 2015). Landene som presterer bedre i skolen har en mer moderat bruk av teknologi i skolen, hvor de landene som bruker teknologi konstant viser jevne eller dårligere prestasjoner. Direktør for Directorate of Education and Skill og rådgiver for OECD, Andreas Schleicher, sier derimot at denne rapporten ikke burde bli bruk som en unnskyldning for å unngå teknologi, men en mulighet for å finne mer effektive måter å bruke teknologien på (Caughlan, 2015). Administrerende direktør for The Educational Technology Association (Naace) stiller seg også kritisk til å redusere bruken av teknologi i skolene. «It is endemic in society now, at home young people will be using technology, there's no way that we should take technology out of schools, schools should be leading not following" (Caughlan, 2015). Drijvers (2018) forklarer at The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) også sier at teknologi er en nødvendighet i skolen, «Technology is an essential tool for learning mathematics in the 21st century» (Drijvers, 2018, s. 162). Vi ser igjennom denne rapporten at det er mulig at det ikke er teknologien i seg selv som er problemet, men hvordan det blir brukt pedagogisk. Uansett må potensielle ressurser som brukes i skolen undersøkes for å finne ut om de har en plass i skolen. Dette gir grunnlag for å utforske hvor effektive digitale ressurser er i skolen, og hvordan slike ressurser kan implementeres for å fremme læring.

Da fjernundervisning startet var det naturlig å se etter nye muligheter for undervisning, blant annet videoleksjoner. Videoleksjoner i denne konteksten refererer til forhåndsinnspilte videoer som instruerer seeren i et tema, ikke til videokonferanser hvor alle deltakere må være til stede samtidig. Det er flere fordeler med slike videoer, de kan ses i eget tempo, kan pauses når det trengs og en kan spole tilbake når det er nødvendig. Forskning har også vist til positive aspekter med å bruke dette i undervisning tidligere. Choi og Yang (2011) rapporterer positiv effekt relatert til empati, læringsoppnåelse og tilfredshet på koreanske universitetsstudenter innenfor utdanning med denne type undervisning. Det er forsket på bruk av video-instruksjon for lavt presterende elever og konkludert med at video-instruksjon kan regnes som en nyttig verktøy lærere kan bruke for å lære bort prosedurale og problemløsningsferdigheter (Bottge, Heinrichs, Chan, Mehta, & Watson, 2003). Isiaka (2007) bekrefter at videoinstruksjon har potensiale i skolen: "This confirms the assertion of many researchers of the potential of using video as an instructional medium in teaching varying subjects to adults, youths and children in the formal school system" (s. 105). Videoleksjoner har potensialet til å være effektive for læring, som gjør det naturlig å vende seg mot digitale ressurser som tilbyr dette.

Det finnes mange online ressurser som forsøker å lære bort matematikk, og disse ressursene er populære. Eksempelvis, 3Blue1Brown sin youtube kanal som har kun videoer om komplekse matematiske konsepter har over 3,5 millioner følgere (3Blue1Brown, 2021). Michael Stevens fra youtube-kanalene Vsauce og D!ng har videoer om alt fra fysikk, til litteratur og matematikk. 20. Mars 2020 la han ut videoen «divisibility rules», hvor han diskuterer regler for delelighet av et gitt tall, som nå har blitt sett av mer enn 1,1 millioner personer (Stevens, 2020).

En av de mest anerkjente og brukte digitale ressursene er Khan Academy (KA), som inneholder pensum for fag som matematikk, naturfag og historie for å nevne noen. Organisasjonen ble startet i 2008 av Salman Khan (oftest kalt Sal Khan) som brukte programmet Yahoo! Doodle images for å hjelpe ett familiemedlem med matematikkundervisning over internett. Etter hvert var det flere familiemedlemmer som ønsket å få hjelp med opplæringen, som gjorde at Khan lagde videoer av undervisningen sin som han lastet opp til Youtube. Der ble videoene tatt godt imot av flere enn familiemedlemmene og Khan begynte å lage undervisningsvideoer på fulltid, hvor han etter hvert opprettet den ideelle organisasjonen Khan Academy (Khan, 2011). I dag har KA over 2000 instruksjonsvideoer med tilhørende oppgaver og aktiviteter for flere av videoene. KA rapporterer at 70 millioner brukere brukte tjenesten i 2018 (Khan Academy, 2018), og videoene har blitt sett på Youtube over 1.8 milliarder ganger (Khan Academy, 2021). Med så mange årlige brukere er det naturlig å forske på slike ressursers effektivitet på læring.

I tillegg til å være mye brukt i undervisningssammenhenger, er KA et alternativ i situasjoner som koronapandemien hvor mange har måttet finne alternative måter å gjennomføre skolearbeid på. På bakgrunn av dette er det ønskelig å se hvordan denne ressursen fungerer på elever i den norske skolen. Ettersom KA er laget med det amerikanske skolesystemet i baktankene, er det verdifullt å finne ut hvilken overføringsverdi dette har til norsk skole. Nettsiden har også blitt oversatt til andre språk, men den norske oversettelsen inneholder kun 6 emner per 21.01.2021 i forhold til over 100 tilgjengelige emner på engelsk.

Det som er tydelig, er at det mangler forskning på hvor effektive disse digitale ressursene er i norsk kontekst. Gray og Lindstrøm (2019) har tidligere forsket på hvordan KA kan integreres i klasserommet og kommer med fem tips til hvordan dette kan gjøres på en gunstig måte. Cargile og Harkness (2015) har forsket på hvorvidt KA blir brukt på en måte som samsvarer med grunnleggeren sin visjon. Vidergor og Ben-Amram (2020) har undersøkt om KA er effektivt som en ressurs på 9. og 10. trinn i Israel. I tillegg til dette var KA utviklet med det amerikanske skolesystemet i tankene, og det er derfor ikke sikkert at KA oppfyller kompetansemålene i den norske læreplanen. Som vi ser er de nevnte undersøkelsene av utenlandsk opprinnelse, som forteller oss at det mangler forskning på hvorvidt KA er brukbart i norsk kontekst. Etter hva jeg har klart å finne, finnes det ingen forskning som ser på KA og hvordan den som en ressurs samsvarer med kompetansemål fra den norske læreplanen. Disse faktorene har ledet til det konkrete forskningsspørsmålet.

1.2. Kort om metoden

For å undersøke om KA oppfyller de norske kompetansemålene, har jeg valgt å anse ressursen som et læreverk og utføre en læreverksanalyse som om det skulle vært et tradisjonelt læreverk. Det er flere likheter mellom KA og et tradisjonelt læreverk, som f.eks. et strukturert pensum og tilhørende oppgaver som gjør det mulig å anse det som en alternativ form for læreverk. Analysen har blitt gjort ved hjelp av et rammeverk for å analysere tradisjonelle lærebøker. Ved å utføre studien på denne måten og sammenlikne det med de norske kompetansemålene, gjør vi det mulig å kunne se hvorvidt KA oppfyller dem. Igjennom diskusjonen kommer jeg til å ta opp hvilke mulige konsekvenser bruken av KA kan ha for elevers læring, og hva en potensiell lærer som ønsker å bruke ressursen trenger å kjenne til for å bruke den effektivt i norsk kontekst. Undersøkelsen har blitt foretatt på kursene KA tilbyr for 8. trinn. Av hensyn til oppgavens omfang, er 8. trinn det eneste klassetrinnet som blir omtalt istedenfor alle kursene KA tilbyr for matematikk. På denne måten, kan studien anses som en stikkprøve av hva nettsiden tilbyr.

1.3. Veien videre

Studien vil først forklare det teoretiske grunnlaget for undersøkelsen, som innebærer forklaring av rammeverket, kompetansemål fra læreplanen, vurderingsformer, tilpasset opplæring (TPO) og omvendt undervisning (se punkt 2), og hvordan dette blir tatt i bruk i undersøkelsen (se punkt 3). I analysen blir hvert enkelt kompetansemål gjennomgått og analysert igjennom en eksempelvideo, hvor slutten av analysen trekker sammen alle funnene innenfor kategoriene oppfyllelse av kompetansemål, horisontal analyse, vertikal analyse og vurderingsformer (se punkt 4). Diskusjonen tar utgangspunkt i funnene og trekker frem tips til hvordan KA kan bli anvendt i et norsk klasserom og potensielle fallgruver lærere burde være klar over ved bruk av KA (se punkt 5).

2. Teori

I teoridelen vil jeg gjennomgå relevant teori for å undersøke forskningsspørsmålet i denne oppgaven, hvilket innebærer informasjon om rammeverket til Charalambous, Delaney, Hsu, og Mesa (2010), læreplanen og læreplanens syn på vurdering, de relevante kompetansemålene, TPO og omvendt undervisning.

2.1. Rammeverk (Charalambous et al. 2010)

En modell for å analysere læreverk er utviklet av Charalambous et al. (2010) som også viser nødvendigheten for kvalitativ data. De utviklet rammeverket som et verktøy for å analysere hvordan addisjon og subtraksjon av brøker ble fremstilt i læreverk fra tre forskjellige land. Rammeverket ble brukt for å se på forskjeller mellom læreverkene, som hvorvidt utdanningssystemet var offentlig eller privat, fokuset til pensum og tilgjengelige ekstraressurser. Dette ble gjort for å undersøke hvordan slike faktorer kan påvirke hvilke forventninger som blir stilt til elevene ved arbeid med addisjon og subtraksjon av brøk. Tidligere har rammeverket også blitt brukt av andre forskere til forskjellige formål. Kong (2011) undersøkte hvordan å bruke data-støttet kognitive verktøy (computer-supported cognitive tool) for å undersøke hvordan slike verktøy hjalp elever med å lære brøk. Hong og Choi (2014) brukte rammeverket for å undersøke forskjellene mellom amerikanske og koreanske læreverk sine fremstillinger av andregradslikninger. De fleste som bruker rammeverket, har brukt det som en måte å sammenlikne læreverk på tvers av land, i likhet med skaperne av rammeverket.

Jeg valgte rammeverket fordi det gjør det mulig å sammenlikne læreverk eller oppgaver og enkelt se likheter og forskjeller. I tillegg foreslår forfatterne at rammeverket burde bli undersøkt i andre kontekster, som forskjellige matematiske emner, for å finne ut om det er et nyttig verktøy i andre sammenhenger enn analyse av addisjon og subtraksjon med brøk. For å kunne teste om rammeverket er brukbart i andre kontekster har ikke store forandringer blitt foretatt for å finne ut av dette.

Denne modellen baserer seg på to hovedkategorier eller to måter å analysere verket på, en *horisontal* og *vertikal* analyse (Charalambous et al., 2010). I den horisontale analysen undersøker vi hvordan oppbygningen til ressursen er strukturert, som innebærer hvilke emner ressursen tar for seg i hvilken rekkefølge og hva slags eventuelle tilleggsressurser som hører til emnet. Den vertikale analysen går inn på tre underkategorier innenfor et enkeltemne. Forskjellen mellom de analysene kan anses som makro (*horisontal*) og mikro (*vertikal*) nivå og de blir forklart nærmere i punktene 2.1.1 og 2.1.2. En tredje kategori, *kontekstuell analyse*, finnes også, men den vil ikke være relevant for denne studien, ettersom det handler om hvordan læreverket blir brukt i undervisningen. Med tanke på at denne studien ikke har noen deltakere, og kun ser på hva ressursen tilbyr i seg selv vil ikke den *kontekstuelle* formen for analyse være nødvendig.

2.1.1. Horisontal analyse

I den horisontale analysen undersøker vi hvordan oppbygningen til ressursen er strukturert. Dette innebærer hvilke emner ressursen tar for seg i hvilken rekkefølge og hva slags eventuelle tilleggsressurser som hører til emnet. I KA sitt tilfelle vil det i stor grad innebære å se på rekkefølgen videoleksjonene er plassert i, hvor avhengig elevene er av å ha kjennskap til tidligere kurs, og hvordan denne strukturen samsvarer med norske kompetansemål. Den horisontale analysen baserer seg på to underkategorier, bakgrunnsinformasjon og overordnet struktur.

I denne studien, viser bakgrunnsinformasjon til overordnet informasjon om ressursen, slik som tittel, antall bøker i serien, sider, profilen til forfatteren, utgiver og tilleggsmateriale. I KA sitt tilfelle er forfatteren (evt. Skaperen) Sal Khan i samarbeid med flere eksperter, og ettersom dette er en digital læringsportal velger jeg å anse KA som det eneste læreverket han har gitt ut. Sal Khan er grunnleggeren av KA og i stor grad kun kjent fra sitt arbeid med nettsiden. Han startet opp KA som videoer for å hjelpe slektninger med matematikkundervisning og merket at det var mange som ettersøkte videoene hans som ikke var slektningene hans. Sal Khan har beskrevet målet sitt som «to accelerate learning for students of all ages … we want to share our content with whoever may find it useful" (Temple, 2009). Forelegger av materialet vil være KA sin hjemmeside. Når det kommer til tilleggsmateriale kan dette innebære verktøyene siden gjør tilgjengelig. Under en quiz har brukerne tilgang til kalkulator på gitte oppgaver og en tegnemodus hvor en kan tegne og skrive rett inn på siden for å hjelpe til med utregninger. Ettersom all den viktige informasjonen fra bakgrunnsinformasjonspunktet er beskrevet her vil ikke dette bli ytterligere beskrevet i analysen.

Den overordnede strukturen er viktigere for analysen fordi den innebærer å utforske hvor mange kurs, kapitler og videoleksjoner som gjennomsnittlig er i et kurs eller kapittel, hvordan kursene er strukturert, hvilke emner som er dekket og rekkefølgen på emnene (Charalambous et al., 2010). Denne delen av den horisontale analysen vil være viktig for å kunne få et overblikk over hvordan ressursen er strukturert. Den overordnete strukturen kan fremstilles gjennom følgende tabell, som vil tas i bruk under analysedelen i punkt 4.1.

Overordnet struktur	***Forklaring***
Emne	Forklaring av hvilke emner som er dekket i leksjonen
Antall videoleksjoner i kapittelet	x antall
Representasjoner /illustrasjoner	Hvilke typer representasjoner og illustrasjoner som blir brukt og hvordan disse er brukt i leksjonen
Regler/definisjoner	Hvordan regler og definisjoner er fremstilt, hvorvidt de er fremstilt som harde fakta eller om fokuset er på å utforske og finne ut hvorfor matematikken fungerer slik den gjør

Tabell 1: Eksempeltabell for horisontal analyse

Ved å strukturere den horisontale analysen på denne måten vil vi kunne få oversikt over de mest essensielle faktorene fra den horisontale analysen uten å måtte repetere informasjon i for stor grad. Punktene representasjoner/illustrasjoner og definisjoner/regler er også satt inn i denne tabellen selv om de er fra den vertikale analysen. Valget kommer av at disse faktorene er enkle enten/eller spørsmål, som ville blitt repetitivt å ta opp igjen og igjen. På bakgrunn av dette velger jeg å sette det sammen med denne tabellen for å samle gjentakende informasjon om leksjonene på ett sted.

2.1.2. Vertikal analyse

Den vertikale analysen går inn på tre underkategorier innenfor et enkeltemne og er som følger.

1. Kommunikasjon med elevene, hvordan formidler ressursen læringsinnholdet til elevene eller studentene?

2. Krav til eleven, hvilke krav til kognisjon forventes av eleven? Dette kan også omfatte hvilke typer svar som forventes av elevene.

3. Sammenhenger, spesielt sammenhenger mellom emner og matematikkfaget som en helhet.

I korte trekk handler den vertikale analysen om å se på kvaliteten av ressursen. Til forskjell fra den horisontale analysen, som legger vekt på den overordnede strukturen, går den vertikale analysen mer i dybden på spesifikke oppgaver eller emner.

2.1.2.1. Hvordan kommuniserer ressursen med elevene?

Den første kategorien, kommunikasjon med elevene, innebærer å undersøke hvordan ressursen kommuniserer til elevene hva som er ønsket eller forventet av dem. J. P. Smith, Males, og Gonulates (2016) anser hva en ressurs kommuniserer til brukeren som viktig, ettersom det former hva lærere og elever anser som viktig og ikke viktig matematisk. Charalambous et al. (2010) beskriver tre underkategorier av kommunikasjon med elevene, matematisk innhold, matematisk praksis og holdninger.

I underkategorien matematisk innhold blir søkelyset satt mot emnespesifikke begreper, definisjoner og regler, og illustrasjoner og representasjoner (Charalambous et al., 2010). Matematisk innhold handler om hvilke matematiske emner og begreper som blir berørt eller er nødvendig for eleven å kjenne til for å kunne løse oppgaven. Formidlingen kan være eksplisitt og direkte, men som regel vil det fremgå mer implisitt hva som er ønsket av eleven i en gitt oppgave. Eksempelvis, dersom formålet med en oppgave er at elevene skal lære at summen av en trekants innskrevne vinkler er 180 grader, hvordan blir dette kommunisert i oppgaven? Blir det nevnt eksplisitt at elevene skal lære denne sannheten, eller kommer det frem i løpet av oppgaven eller videoen? Er det hintet til gjennom ordbruken i oppgavene eller foreleseren i videoen?

I neste underkategori, matematisk praksis, undersøkes hvordan definisjoner, regler og konvensjoner blir fremstilt. Det er mulig å finne ut om regler blir fremstilt som harde sannheter som skal huskes eller om det ressursen forsøker å få elevene til å forstå hvorfor matematikken har kommet frem til de reglene de har. Det samme gjelder også for definisjoner og konvensjoner, er disse fremstilt som fakta, eller oppfordrer KA til en mer utforskende matematikkundervisning? Denne informasjonen vil imidlertid ikke behandles under den vertikale analysen, da det allerede fanges opp av tabellen for den horisontale analysen (se Tabell 1).

Den siste underkategorien, matematiske holdninger, handler om å undersøke illustrasjoner og representasjoner i leksjonene. Hovedsakelig kan representasjoner deles inn i kategoriene *irrelevante*, *relevant til konteksten*, men ikke til matematikken, eller som *støtte for matematikken*. En irrelevant illustrasjon er en illustrasjon som ikke har noen betydning for kontekst eller matematikken som blir gjennomført. Et eksempel på en representasjon som er relevant for kontekst, men ikke matematikken, kan være å regne hvor dyrt bensin over en gitt distanse med forskjellige biler. Konteksten blir utdypet, men matematikken blir uendret, og en løser fortsatt kun likningene uansett om man har konteksten eller ikke. Illustrasjoner som støtter matematikken, kan eksempelvis være en graf. Å se en likning fremstilt algebraisk og grafisk kan f.eks. være til hjelp for å se forholdet mellom de to representasjonsmåtene. Også dette blir fremstilt i tabellene for horisontal analyse (se Tabell 1), ettersom informasjonen blir repetert i stor grad.

2.1.2.2. Potensielle kognitive krav

Kategori to går ut på å identifisere hva slags kognitive krav som kreves av eleven for å løse oppgaven. Er kognisjon på lavt eller høyt nivå nødvendig? Komplekse oppgaver, altså oppgaver sammensatt av flere deler, krever et høyere nivå av kognisjon, mindre kognisjon er derimot nødvendig ved mindre komplekse oppgaver. For bedre å kunne forstå begrepet kognitive krav (cognitive demands) er det nødvendig å definere det. M. S. Smith og Stein (1998) beskriver det som måten og nivået av tenking som er krevet av elevene for å arbeide med og løse oppgaven. Dette er videre utdypet med å beskrive fire nivåer for å kategorisere matematiske oppgaver, *memorering, prosedyrer uten forbindelser, prosedyrer med forbindelser* og *gjøre matematikk*. *Memorering* (memorization), går ut på å *memorere* enten svaret til en oppgave, eller en algoritme for løsning av oppgaven. *Prosedyrer uten forbindelser* (procedures without connections), viser til å utføre en algoritmisk fremgangsmåte uten å tenke over forbindelsene mellom forskjellige matematiske konsepter, altså en rutineprosess. *Prosedyrer med forbindelser* (procedures with connections), innebærer derimot å utføre en matematisk prosedyre som ikke er rutine, men som krever at elevene bruker sin kjennskap til forbindelser mellom matematiske konsepter. Til slutt krever *gjøre matematikk* (doing mathematics), en uforutsigbar og kompleks fremgangsmåte for å kunne komme frem til et svar.

For å vurdere hvilke kognitive krav som kreves av oppgaven er det nødvendig å undersøke hvilke typer svar som er forventet i oppgavene. Vi har fire typer svar: *kun svar, svar og matematisk setning, forklaring* og *rettferdiggjøring* (Charalambous et al., 2010) *Kun svar* er et svar uten noen forklaring eller kontekst, eks. «14». *Svar og matematisk setning* er ofte brukt i tekstoppgaver, hvor svaret kan være beskrevet i den matematiske setningen. Et eksempel på *svar og matematisk setning* kan være «Hilde tjener 14 kroner på å selge epler». *Forklaring* innebærer å kunne si hvorfor det avgitte svaret er korrekt. Hvis oppgaven er «Hilde skal kjøpe en bukse som vanligvis koster 100 kr som nå er satt ned til 40% av prisen, hvor mye koster buksen nå?», kan eleven forklare at «hvis prisen opprinnelig er 100 kr og den nå koster 40% av det, kan vi dele på 100 for å få 1% og så gange det med 40 for å finne 40%, som betyr at buksen koster 40 kr». Den siste svartypen, *rettferdiggjøring,* krever at en kan komme med en matematisk forklaring, hvor det er nødvendig å manipulere matematiske egenskaper for å rettferdiggjøre svaret. Et eksempel på *rettferdiggjøring* kan være en oppgave som ber elevene om å argumentere for hvorfor summen av de innskrevne vinklene i en femkant er $540°$. Eleven kan da bruke sin tidligere kunnskap om at summen til de innskrevne vinklene i en trekant er $180°$, og dele opp en femkant i tre forskjellige trekanter som vil ha $180°$ i innskrevne vinkler hver. Ved å legge disse sammen vil summen være $540°$.

2.1.2.3. Sammenhenger mellom emner og matematikkfaget

Den tredje kategorien innebærer å se på sammenhenger på en helhetlig måte. Charalambous bruker dette opprinnelig for å undersøke sammenhenger mellom lærebøker og klasseromsaktiviteter, og sammenhenger til aktiviteter utenfor skolen. I tillegg brukes denne faktoren for å sammenlikne hvordan lærebøker fra forskjellige land er bygget opp, noe som ikke er særlig relevant for denne studien, ettersom vi kun ser på et læreverk. I denne studien vil sammenhengene rette seg inn mot kompetansemålene og hvordan disse henger sammen med videoleksjonene, noe som allerede blir gjennomgått i punktet oppnåelse av kompetansemål (punkt 4.1.1 - 4.1.8).

2.2. Norsk læreplan og kompetansemål

I dette avsnittet vil jeg redegjøre for de delene av den norske læreplanen som er relevante for denne studien, hvilket inkluderer bruk av vurderingsformer, relevante kompetansemål og tilpasset opplæring.

2.2.1. Formativ og summativ vurdering

I den norske læreplanens generelle del står det skrevet at «skolen tar hensyn til at elevene er forskjellige og lærer i ulikt tempo og med ulik progresjon. Det krever kunnskap om hvordan eleven lærer, hva de kan fra før, og forutsetter tett oppfølging av den enkelte» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). Sitatet retter seg mot hvordan vurdering gjennomføres. Man skiller vanligvis mellom to ulike typer vurdering, summativ og formativ vurdering. Summativ vurdering, eller vurdering av læring, er en summering av hva eleven kan på tidspunktet vurderingen blir foretatt. Dette skjer typisk ved bruk av eksamener eller sluttprøver. Den andre vurderingsformen, formativ vurdering, er også kjent som underveisvurdering eller vurdering for læring. Formativ vurdering går ut på at lærere vurderer hva eleven kan og prøver å sette ord på hva eleven må gjøre for å komme seg videre i undervisningsløpet. Formativ vurdering er «all vurdering som gis underveis i opplæringen og som bidrar til å fremme læring» (Lyngsnes & Rismark, 2015, s. 119-120) og summativ vurdering er «informasjon om kompetanse på et gitt tidspunkt, og som gjerne knyttes til prøver og vurderinger som gis ved avslutningen av et fag, et kurs eller en opplæringsperiode» (Lyngsnes & Rismark, 2015, s. 120). Begge vurderingsformene er nødvendige, men i løpet av utdanningsløpet gjør læreplanen det tydelig at formativ vurdering skal være den primære vurderingsformen i skolen med ordlegging som: «Vurdering av elevenes faglige kompetanse skal gi et bilde av hva eleven kan, men et sentralt mål med vurderingen er også å fremme læring og utvikling» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). I denne studien ønsker jeg å bruke disse begrepene for å undersøke hvilke vurderingsformer KA bruker og om bruken av vurdering stemmer overens med den norske læreplanen sine verdier.

2.2.2. Kompetansemål i matematikk

En sentral del av min problemstilling innebærer å se på forholdet mellom KA og den norske læreplanen. Derfor vil det være nødvendig å gjennomgå kompetansemålene og vurdere hvilke som kan være passende å undersøke. Ettersom utvalget til studien ser på kurs rettet inn mot 8. klasse vil jeg se på kompetansemålene fra 8. klasse matematikk. Grunnen til at studien kun retter seg mot 8. trinn er gjort både av hensyn til oppgavens omfang og egen erfaring med alderstrinnet. For å ta høyde for forskjeller mellom amerikansk og norsk læreplan, vil jeg imidlertid også inkludere visse kompetansemål fra 7., 9. og 10. klasse som vist i Tabell 2.

Klassetrinn	Kompetansemål
7. klasse	• Representere og bruke brøk, desimaltall og prosent på ulike måter og utforske de matematiske sammenhengene mellom disse representasjonsformene • Utforske negative tall i praktiske situasjoner
8. klasse	• Bruke potenser og kvadratrøtter i utforskning og problemløsing og argumentere for framgangsmåter og resultater • Utforske og beskrive primtallsfaktorisering og bruke det i brøkregning • Utforske algebraiske regneregler
9. klasse	• Utforske egenskapene ved ulike polygoner og forklare begrepene formlikhet og kongruens • Utforske, beskrive og argumentere for sammenhenger mellom sidelengdene i trekanter
10. klasse	• Utvikle og bruke hensiktsmessige strategier i regning med brøk, desimaltall og prosent og forklare tenkemåtene sine

(Utdanningsdirektoratet, 2020a)

Tabell 2: Liste over relevante kompetansemål for studien

2.2.3. Tilpasset opplæring

Læreplanen vektlegger også en annen verdi for praksis i norsk skole, TPO. TPO er et prinsipp som tilsier at lærere er pålagt å tilrettelegge for at hver enkelt elev har den mest gunstige undervisningen for dem. At prinsippet er sentralt i læreplanen fremkommer gjennom planens overordnede del der det uttales at: «skolen skal legge til rette for læring for alle elever og stimulere den enkeltes motivasjon, lærelyst og tro på egen mestring» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). Gjennomføring av prinsippet skal etter læreplanen skje ved at: «elevene skal få tid til å utforske dybden i ulike fagområder. Å gi rom for dybdelæring forutsetter at skolen tar hensyn til at elevene er forskjellige og lærer i ulikt tempo og med ulik progresjon» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). Med dette kan vi si at TPO innebærer å legge til rette for hver enkelt elev slik at de har størst mulighet for å kunne mestre i skolen. Haug og Dyrdal (2004) og Nordahl og Dobson (2009) beskriver TPO som en av hovedutfordringene i grunnopplæringen. Grunnen er at balansen lærere må treffe for å kunne møte alle elevene samtidig, som er en utfordring lærere er pålagt å håndtere, er vanskelig å oppnå. TPO omhandler kun elever i den ordinære undervisningen, spesialundervisning faller ikke under TPO da dette er en selvstendig rett for enkelte elever. Lyngsnes og Rismark (2015) forklarer at «Tilpasset opplæring innebærer da at elever får sin opplæring i et felleskap, og ikke at hver enkelt elev har sin individuelle opplæringsplan. Slike planer utarbeides for elever som har krav på spesialundervisning» (s. 140).

Det finnes også to forståelser av TPO, en smal og en vid. I den smale forståelsen knyttes prinsippet til hvilke konkrete tiltak, metoder og organiseringsmetoder, og hvordan slike tiltak kan brukes til å tilpasse opplæringen for hver enkelt elev. Den vide forståelsen anser TPO mer som en verdi eller en ideologi som går ut på å inkludere alle elever igjennom et sosialt læringsmiljø og faglig felleskap (Lyngsnes & Rismark, 2015). I denne studien forholder jeg meg til den vide forståelsen av TPO. Dette kommer av min tolkning av læreplanen, som synes å fokusere på den vide forståelsen. Tolkningen kan forstås på bakgrunn av uttalelser som «skolen tar hensyn til at elevene er forskjellige og lærer i ulikt tempo og med ulik progresjon» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). Slik jeg tolker dette utsagnet, skal lærere legge til rette på enhver måte de har mulighet til, og ikke kun fokusere på konkrete tiltak og organisering. Den smale forståelsen er imidlertid ikke uten noen betydning, ettersom den vide forståelsen også vil innebære konkrete løsninger i tillegg til å anse TPO som en verdi. Dette betyr at konkrete løsninger fortsatt anses som verdifulle, men den vide forståelsen vil videre være i hovedfokus.

For at TPO skal bli opprettholdt refererer Lyngsnes og Rismark (2015) til Haug (2004) som beskriver fire dimensjoner som må ivaretas: *fellesskap, deltakelse, demokratisering* og *utbytte*. *Felleskap* innebærer at alle elever har muligheten til å være sammen med andre for samvær og aktiviteter. *Deltakelse* betyr at alle skal ha muligheten til å delta på lik linje. *Demokratisering* trekker frem at stemmen til alle elever skal høres og alles meninger og følelser skal tas i betraktning. Til slutt, *utbytte*, tilsier at alle elever skal ha en gevinst av opplæringen, enten faglig eller sosialt (Haug (2004) i Lyngsnes & Rismark, 2015). Ved å kjenne til disse faktorene, blir det mulig å si hvorvidt KA ivaretar prinsippet om TPO. Siden TPO er et viktig punkt i læreplanen som også skal gjennomsyre en lærers hverdag, anser jeg det som nødvendig å finne ut om KA kan brukes på en måte som samsvarer med prinsippet om TPO.

2.3. Omvendt undervisning

En type undervisning som har blitt mer populær, er ideen om omvendt undervisning eller et omvendt klasserom (flipped classroom). Tucker (2012) beskriver det på følgende måte.

> While there is no one model, the core idea is to flip the common instructional approach: With teacher-created videos and interactive lessons, instruction that used to occur in class is now accessed at home, in advance of class. Class becomes the place to work through problems, advance concepts, and engage in collaborative learning. (s. 82)

Omvendt klasserom går ut på at læreren enten lager en instruksjonsvideo på egenhånd, eller finner en som er tilgjengelig, og får elevene til å se videoen på egenhånd hjemme. Dagen etterpå vil klasseromsaktivitetene dreie seg om det elevene så i videoene og arbeid videre med samme tema. Tanken bak denne måten å undervise på er at det frigjør tiden til læreren og elevene, hvor de får mer tid til å gjøre oppgaver og aktiviteter, samtidig som læreren har bedre tid til å følge opp elevene individuelt. Undervisningen blir omvendt, hvor instruksjonen og forklaringene foregår hjemme, og mengdearbeid og det vi tradisjonelt ser på som lekser skjer på skolen.

Tucker (2012) beskriver også at de fleste lærere som bruker et omvendt klasserom vil være enige i at videoene i seg selv ikke er nok. Tiltak som å sjekke notatene til elevene samt å gjøre det obligatorisk å ha et spørsmål klart til timen er nødvendige. Videre forklarer han at en slik type undervisning kan ta tid for elevene å bli vant til, men at det er verdt det i lengden, hvor elever blant annet begynner å stille bedre og bedre spørsmål etter hvert som tiden går. Tucker (2012) påpeker også det han mener er det viktigste aspektet ved omvend undervisning, at det gir læreren tid til å ta hensyn til hver enkelt elev: «I now have time to work individually with students. I talk to every student in every classroom every day" (s. 82). Denne tankegangen samsvarer med læreplanens fokus på TPO, ettersom det den ekstra tiden læreren har tilgjengelig kan brukes på å tilpasse undervisningen for hver enkelt elev.

KA er et mulig alternativ for å prøve omvendt undervisning, med tanke på mengden instruksjonsvideoer som er tilgjengelig. Nettisiden kan være en mulighet for lærere som ønsker å forsøke omvendt undervisning, men ikke ønsker eller vet hvordan man lager sine egne videoer. Jeg vil se på dette i diskusjonen og gi tips for hva som fungerer bra med KA i omvendt undervisning og hva som en burde være obs på.

3. Metode

I metodedelen vil jeg gjennomgå hvordan studien er gjennomført, hvilke refleksjoner jeg har gjort rundt valg av datamateriale, etiske betraktninger og potensielle utfordringer.

3.1. Kvantitativ data

Kvantitativ data er data som er representert i tallform eller andre former for mengde, ofte i store mengder. Denne type data brukes ofte for å se det store bilde i et stort datasett, og er ofte fremstilt i numerisk form. Et eksempel kan være prøveresultater til forskjellige skoler fra nasjonal prøve i matematikk. Ofte er det også vanlig å fremstille dataene statistisk, som f.eks. gjennomsnittet av prøveresultatene til en skole i forhold til en annen skole. Denne typen data er brukbar når datamengden er stor, og en trenger å klassifisere disse mengdene på en systematisk måte. En kan miste noe av nyansene bak dataen ved å generalisere dem, men det åpner for å arbeide med større datasett.

3.2. Kvalitativ data

Denne studien faller under en kvalitativ datainnsamlingsmetode. Kvalitativ data er et mer udefinert begrep som omhandler mye forskjellig data og mange forskjellige forskningsmetoder. Cohen, Manion, og Morrison (2018) beskriver det som istedenfor at det er et bilde av verden, finnes det flere verdener og flere måter å utforske disse verdenene på. Derav kan kvalitativ data ses på som en mer subjektiv form for data som forsøker for å forstå hva som faktisk skjer på et menneskelig nivå. En måte å tenke på kvalitativ data på er at kvalitativ forskning er mer interessert i bruken av ord enn bruken av tall (Bryman, 2008). Kvalitativ data er derfor mer interessert i å gå i dybden (ofte på et mindre datasett), mens kvantitativ data ønsker å se et større bilde i mindre detalj. På grunnlag av oppgavens natur, vil det være naturlig å forsøke å få en dypere forståelse for hvorfor eller hvorfor ikke KA er egnet for å oppfylle de norske kompetansemålene. I praksis betyr dette at studien vil ta i bruk kvalitativ data.

3.3. Læreverksanalyse

Denne delen ser på hva som legges i begrepet læreverksanalyse, hvordan oppgaver og leksjoner har blitt valgt og hvordan det har blitt tilrettelagt for en digital variant av et læreverk.

3.3.1. Hva er læreverksanalyse?

En læreverksanalyse er et vidt begrep som kan innebære flere typer modeller, men i sin enkleste form kun betyr at en ønsker å se på hvordan et læreverk fungerer igjennom analyse. En beskrivelse lyder som følger «*the sysstematic analysis of the text including the structure, the focus, and special learning assist*» (The University of Kansas, uten år). En slik analyse kan innebære sammenlikning av flere læreverk eller et individuelt læreverk. I tillegg betyr det at et læreverk kan analyseres fra et rent teoretisk perspektiv, uten noen menneskelig form for data (selv om det er mulig å hente inn slik data i en læreverkanalyse). En vanlig feilslutning er at en rent teoretisk læreverkanalyse kommer til å bestå av kun kvantitativ data. Dette er ikke tilfellet. Det er fullt mulig å trekke inn data i form av oppgaver og tekster som en kan trekke ut mer mening fra enn svaret på et ja/nei-spørsmål. Om en ønsker et mer omfattende forskningsprosjekt som omfatter en mengde læreverk, kan det være gunstig å hente kvantitativ data fra læreverkene, og ved færre læreverk åpner muligheten for å hente inn kvalitativ data seg. Den sistnevnte retningen har denne studien tatt, hvor jeg har valgt å analysere oppgaver og leksjoner fra KA grundigere for å få en forståelse av hvorvidt KA oppnår norske kompetansemål og hvordan kompetansemålene blir oppnådd eller ikke. Ved å anse KA som et læreverk, åpner det for å si noe om hvorvidt KA kan brukes for å oppnå kompetansemål i matematikk fra den norske læreplanen.

3.3.2. Utvalg

Khan Academy er som tidligere nevnt en digital plattform for læring av flere fag, som blant annet matematikk. Siden inkluderer oppgaver innenfor det gitte faget og temaet, mens mesteparten består av instruksjonsvideoer som etterligne en forelesning eller klassetime. I denne studien vil fokuset være på instruksjonvideoene og oppgavene som siden tilbyr. Målet er å finne ut om oppgavene og videoene kan hjelpe elever i norsk skole med å oppnå kompetansemålene oppgitt i den norske lærerplanen. Ved å sette oppgaven fra KA opp mot de norske kompetansemålene kan vi anslå hvorvidt oppgavene hjelper elevene med å mestre de gitte kompetansemålene. Et annet fokusområde som kunne blitt undersøkt ville vært det KA kaller *artikler*, som er tilsvarende til sidene i en lærebok, med unntak av at de inneholder eksempeloppgaver som gir øyeblikkelig tilbakemelding. Jeg har valgt å se bort ifra disse artiklene og istedenfor fokusere på videoene og testene med tanke på at dette er den primære måten KA forsøker å lære bort matematikk på. Ettersom siden inneholder et stort pensum for aldersgrupper fra barnehage til universitetsnivå, vil jeg anse det som nødvendig å velge et årstrinn og holde seg til det. For denne studien har jeg valgt å sette søkelys på kurs rettet inn mot 8. trinn, men som nevnt ovenfor vil også kompetansemål for andre 8. trinn bli inkludert i studien, spesifikt fra 7, 8, 9 og 10. trinn. Jeg velger å inkludere kompetansemål fra flere trinn med tanke på at KA opprinnelig ble laget for et amerikansk publikum, som gjør at det vil være mulig at de samme målene skal oppnås, men på forskjellige tidspunkt.

3.3.3. Tilretteleggelse av læreverksanalyse for digital plattform

Ettersom denne studien omhandler en digital plattform er det visse forskjeller fra et tradisjonelt læreverk som må tas til etterretning. Mesteparten av KA sitt pensum er i form av instruksjonsvideoer. I KA er dette primærmaterialet, mens ved andre læreverk ville det kun vært supplementært materiale. I denne studien har jeg som nevnt valgt å anse KA sitt pensum som et læreverk i seg selv. Dette kommer av at Khan inneholder kunnskap som er strukturert på en måte som kan i stor grad minne om en tradisjonell lærebok. På samme måte som en lærebok, har nettsiden kapitler som tar for seg et gitt område innenfor matematikk, som for eksempel lineære funksjoner, har KA kurs innenfor forskjellige matematiske områder. I tillegg er det også underkapitler innenfor kursene, med instruksjonsvideoer og oppgaver på samme måte som et læreverk ville hatt forklaringer og øvingsoppgaver. Ved å se likhetene mellom et tradisjonelt læreverk og KA vil det være mulig å undersøke KA på samme måte som et tradisjonelt læreverk. Analysen er lagt opp slik at instruksjonvideoene anses som tekstforklaringene i et tradisjonelt læreverk, og oppgavene som vanlige oppgaver i et tradisjonelt læreverk.

3.4. Studiens troverdighet

Under studiens troverdighet vil jeg redegjøre for mine refleksjoner rundt temaene reliabilitet, validitet og generalisering. Dette skaper åpenhet i forskningen og tydeliggjøre hvilke standpunkter jeg har hatt under utførelsen av studien. Åpenhet regnes som viktig innenfor forskning for å tydeliggjøre forskerens potensielle partiskhet, øke troverdighet og gjøre det lettere å produsere replikasjonsstudier.

3.4.1. Reliabilitet

Tjora (2017) påpeker at «innenfor all type samfunnsforskning vil forskeren ha et eller annet engasjement i temaet det forskes på» og at slikt engasjementet kan regnes som støy i prosjektet (s. 203). Uttalelsen viser at forskerens eget engasjement til forskningsprosjektet kan påvirke resultatene. Innenfor all type forskning er det ønskelig å fremstille forskningen så objektivt som mulig. Dette betyr ikke at forskeren ikke skal angripe studien uten forutinntatte forståelser, men derimot at forskeren er villig til å anerkjenne og eventuelt endre på disse forståelsene underveis. Denne åpenheten om sitt eget standpunkt hjelper med å øke studiens reliabilitet (pålitelighet). Mitt eget engasjement for denne studien kommer primært fra et ønske om at utdanning skal være lett tilgjengelig for alle, som er en del av Khan sitt oppdrag. Jeg har selv brukt KA for mine egne studier, og for å forberede meg til mattetimer med temaer jeg trenger oppfriskning på. Jeg ser også at ideen bak ressursen er et godt initiativ for å gjøre læring tilgjengelig for alle, og vil av denne grunne undersøke om det er en god ressurs for elever i norsk skole. Dette har blitt enda mer relevant som følge av covid-19 pandemien, og flere skoler hadde behov for digitale alternativer til undervisning.

3.4.2. Validitet

Spørsmålet om validitet (også kjent som gyldighet) er tilknyttet hvorvidt vi forskningen faktisk besvarer de spørsmålene som forskningsspørsmålene stiller. Kvale (1997) trekker frem to typer validitet, kommutativ og pragmatisk. Ifølge Tjora (2017) testes kommutativ validitet gjennom dialog med forskersamfunnet og pragmatisk validitet testes vedd å se om forskningen fører til endringer. For denne studien vil den kommutative validiteten være den mest relevante, ettersom forskningen utføres i tråd med forskersamfunnet og baserer seg på aktuelle teorier og praksiser. Noe som styrker validiteten er transparens i hvordan forskningen blir utført, i form av blant annet begrunnelser for valg som blir tatt under forskningen og anerkjennelse av hvor forskningen ikke strekker til. Hvordan forskningen er utført er beskrevet i metodedelen under punkt 3, og anerkjennelser av hvor forskningen ikke strekker til er diskutert i punkt 3.6 og 5.8.

3.4.3. Generalisering

Generalisering innenfor kvalitative studier kan være komplisert. I forhold til kvantitativ forskning hvor en bruker statistisk analyse for å trekke ut generaliseringer, er ikke dette mulig på samme måte innenfor kvalitativ forskning. Tolkning av kvalitativ data kan variere med forskjellige rammeverk og fra person til person, som kan gjøre det vanskelig å komme til enighet om generaliseringer rundt et gitt datamateriale. Det finnes forskjellige typer generalisering, *naturalistisk generalisering, moderat generalisering* og *kontekstuell generalisering*. Førstnevnte svarer til der forskeren redegjør for detaljene i studien godt nok til at leseren kan tolke generaliseringen på egenhånd, mens *moderat generalisering* er tilfeller der forskeren beskriver hvilke situasjoner og kontekster resultatene er gyldige. *Konseptuell generalisering* er derimot tilfeller der man igjennom kvalitativ forskning utvikler teorier og konsepter som vil være relevant for andre caser (Tjora, 2017). I denne studien vil generalisering være naturalistisk fremstilt, som betyr at analyser kommer til å bli fremstilt slik at leseren selv kan generalisere funnene. I diskusjonen kommer det til å bli diskutert rundt mine egne tanker om hva funnene kan bety, som innebærer noen generaliseringer som vil bli forklart underveis.

3.5. Etiske betraktninger

Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (2016) legger frem noen forskningsetiske retningslinjer som faller innenfor tre hovedkategorier: informantens rett til selvbestemmelse og autonomi, forskerens plikt til å respektere informantens privatliv og forskerens ansvar for å unngå skade (Bang et al., 2016). Jeg vil gå igjennom hver enkelt kategori og diskutere hvordan retningslinjene blir tatt i betraktning i denne studien.

3.5.1. Informantens rett til selvbestemmelse og autonomi

Dette punktet er ikke relevant for denne studien, ettersom studien ikke innebærer noen enkeltindivider. Analysen baserer seg på materialet som er offentlig tilgjengelig på KA sine nettsider og er lagt ut av egen vilje. Det er ingen informanter å ta vare på i denne studiens tilfelle, og vi trenger derfor ikke ta hensyn til deres rett til selvbestemmelse og autonomi.

3.5.2. Forskerens plikt til å respektere informantens privatliv

Av samme grunner som nevnt i 3.5.1 regnes denne studien som ufarlig for informanters privatliv.

3.5.3. Forskerens ansvar for å unngå skade

Når ansvaret for å unngå skade blir diskutert snakker vi gjerne om skade eller belastninger for informanter. Ettersom denne studien ikke bruker informanter i noen form, er det naturlig å anta at studien ikke har muligheten til å påføre noen skade eller belastninger.

En etisk betraktning av denne studien er at det fra visse ståsted kan anses som urettferdig å sammenlikne KA med den norske læreplanen. KA er laget med amerikanske skoler som basis, og denne studien kan bli sett på som å prøve å dømme KA ut ifra noe ressursen ikke er laget for å være. Mitt motargument er at KA er en av de mest anerkjente digitale ressursene for læring av matematikk, med om lag 100 millioner brukere årlig. Med så mange brukere er det rimelig å anta at norske elever eller lærere vil se etter måter å bruke KA som en ressurs på. Av denne grunn regner jeg det som viktig å utforske hvor gunstig Khan er som en ressurs i norsk skole. Utover dette regner jeg ikke forskningen som farlig, men heller at den gir et dypere innblikk i hvorvidt KA kan brukes som en ressurs i norsk skole.

3.6. Metodekritikk

For å øke transparens i forskningen regnes det som viktig å anerkjenne hvilke områder studien ikke strekker til og generell kritikk til metoden. Den aller viktigste kritikken denne studien vil måtte ta stilling til er en mangel på faktiske personer som bruker KA og deres opplevelse av å bruke den. En verdig kritikk vil påstå at ved å ikke inkludere faktiske folk som bruker ressursen, blir det vanskelig å kunne si noe om hvorvidt ressursen er brukbar. Nettsiden har ingen måte å sjekke fremgangen til en elev i seg selv, og må i så fall gjøres av en lærer eller eleven selv, som kan være problematisk for læring. Mitt motargument er at undersøkelsen dreier seg om hvorvidt KA kan brukes som et verktøy i norsk skole, ikke om det kan erstatte undervisningen i seg selv. KA er et verktøy først og fremst på lik linje med et tradisjonelt læreverk, og jeg ønsker kun å se om det er et verktøy som lærere og elever i norsk skole kan bruke for å hjelpe dem med å oppnå norske kompetansemål.

Ytterligere kritikk kan innebære valg av rammeverk, med tanke på hvordan rammeverket ble utviklet. Charalambous et al. (2010) utviklet rammeverket for å undersøke forskjeller i læreverk i tre forskjellige land med et fokus på addisjon og subtraksjon av brøker. Av denne grunnen kan det oppfattes som at rammeverket blir brukt til noe det ikke opprinnelig ble konstruert til å gjøre. Det er sant at rammeverket primært blir brukt som en måte å sammenlikne læreverk på, istedenfor å bedømme dens brukbarhet. Mitt motargument er at rammeverket fortsatt er et verdifullt verktøy for å analysere læreverk i seg selv, og det vil hjelpe med å tydeliggjøre hvordan et læreverk hjelper eller ikke hjelper med å oppnå et kompetansemål. I tillegg uttrykker skaperen av rammeverket at de lar det være «open source», slik at det kan være et sett med verktøy som kan bli modifisert til å brukes i andre situasjoner og fortsatt ha en samlet begrepsforståelse (Charalambous et al., 2010). Modifiseringene av metoden vil være at undersøkelsen går ut på å se om et pensum som opprinnelig er konstruert for et annet land enn Norge, kan være brukbart i en norsk kontekst.

3.7. Utfordringer

Studien har vist seg å by på flere utfordringer særlig relatert til datamaterialet. Det første handler om avgrensning av datamaterialet. En første utfordring var avgrensningen av datamaterialet. Med tanke på alle videoleksjonene KA tilbyr innenfor matematikk har det vist seg vanskelig å finne en balanse mellom et datamateriale som er stort nok til å kunne finne noe meningsfullt og snevert nok til at en ikke blir overveldet av mengden. Et forsøk på å finne denne balansen er gjort ved å undersøke alt materiale fra 8. trinn matematikk. På denne måten er datamaterialet bredt nok til å kunne si noe om flere kompetansemål samtidig som det ikke blir for stort til å være håndterbart.

En annen utfordring som vil bli tydeliggjort utover analysen omhandler hva KA har mulighet til å kreve at elevene gjør. Ettersom det kun er quizer som stopper elevene fra å fortsette videre i kursene, har ikke mulighet KA funksjonalitet for å verifisere at elevene faktisk lærer noe. Det blir dermed vanskelig å skille mellom hvilke kognitive krav KA stiller til elevene, ettersom kravene kan endres basert på om elevene ser videoen først eller om de velger å løse oppgaven på egenhånd.

Studien tar heller ikke for seg hvordan bruken av KA påvirker klasserommet i en reell situasjon. Det er ingen lærerintervjuer eller spørreundersøkelser med elever for å undersøke hvordan deres opplevelse av ressursen er i skolehverdagen. Av denne grunn kan det være vanskelig å si noe om hvordan ressursen faktisk fungerer i hverdagen, og studien blir derfor mer orientert rundt hva KA sitt potensiale kan være. Ressursen er lagt opp på en liknende måte som tradisjonelle læreverk og derfor har jeg valgt å behandle KA på lik linje som et tradisjonelt læreverk.

3.8. Datamaterialet

I denne delen beskriver jeg hvordan datainnsamlingen har foregått og hvordan datamaterialet har blitt bearbeidet.

3.8.1. Datainnsamling

Datamaterialet for denne studien består av undervisningsmaterialet som KA tilbyr på sin nettside. Undervisningsmateriale består her av instruksjonsvideoer, artikler og quizer for en rekke matematiske emner. Av disse tre blir læring fra KA primært gjort gjennom sine instruksjonsvideoer, som vil være hovedfokuset for denne studien. Måten dette har blitt gjennomført på er å se videoleksjonene og bruke rammeverket til Charalambous et al. (2010) for å kunne identifisere trender i måten KA lærer bort på.

Først var det nødvendig å avgrense datamaterialet, slik at det skulle være mulig å få analysert det uten å bli overveldet av mengden. Jeg landet derfor på kursene for 8. trinn i matematikk. Videre så jeg igjennom videoene og noterte meg hvilke emner som ble tatt opp slik at jeg kunne korrelere emnene til kompetansemål fra den norske læreplanen. Ut ifra denne informasjonen ble det mulig å se hvilke kompetansemål som kunne regnes som relevante (se punkt 2.2.2), som ble notert ned for en mer effektiv kodingsprosess. Denne nye kodingsprosessen bestod av å se igjennom videoene på nytt og korrelere hvilke av de utvalgte kompetansemålene som var relevante for hver leksjon. Eksempelvis kunne jeg se igjennom leksjonen *Converting a fraction to a repeating decimal*, sjekke den nye listen med mulige kompetansemål, og deretter notere ned hvilke av kompetansemålene som passet til denne leksjonen. Noen kompetansemål ble utelatt grunnet likhet til andre kompetansemål som er tatt med, f.eks. «utvikle og bruke hensiktsmessige strategier i regning med brøk, desimaltall og prosent og forklare tenkemåtene sine» (Utdanningsdirektoratet, 2020a) og «representere og bruke brøk, desimaltall og prosent på ulike måter og utforske de matematiske sammenhengene mellom disse representasjonsformene» (Utdanningsdirektoratet, 2020a). Kompetansemålene er nesten identiske, og jeg valgte å kun bruke den sistnevnte på grunn av deres likhet og hvordan mye av det samme ville blitt tatt opp om jeg hadde analysert begge.

3.8.2. Bearbeiding og analysering av datamaterialet

Datamaterialet er bearbeidet ved å se det i lys av rammeverket til Charalambous et al. (2010). Etter å ha skaffet en oversikt over hvilke kompetansemål som ble dekket i de ulike videoleksjonene, ble arbeidet videre å finne ut hvilke leksjoner som best kunne vise hvordan kompetansemålene ble berørt. Ikke alle kompetansemålene hadde en videoleksjon som korresponderte på alle fronter med et kompetansemål, noe som beskrives nærmere i analysen. Selve analysen går ut på å fremstille funnene i lys av rammeverket til Charalambous et al. (2010) på en strukturert måte. Med tanke på at dataene til en viss grad må tolkes for å kunne si om hvilke emner som er relevante for kompetansemålene, vil det følge med forklaringer på hvorfor funnene har blitt analysert på denne måten.

For å analysere datamaterialet i tråd med den *horisontale analysen* har jeg først sett på emnet som dukker opp i leksjonene. Om et kompetansemål skal oppnås må leksjonen berøre matematikken som er relevant for kompetansemålet. Videre blir antall leksjoner som er tilknyttet det gitte kapittelet, som også faller innenfor samme emne, bli vurdert. Ved å se på leksjonene på denne måten, blir det mulig å finne ut om leksjonen er en kandidat for et gitt kompetansemål. Eksempelvis, for å finne ut om kompetansemålet «Representere og bruke brøk, desimaltall og prosent på ulike måter og utforske de matematiske sammenhengene mellom disse representasjonsformene» (Utdanningsdirektoratet, 2020a) er oppnådd, blir det først sett på om emnet stemmer overens. Her ser jeg etter hvorvidt desimaltall, brøk og prosent blir presentert på ulike måter, og velger leksjonen som best beskriver hvorvidt dette skjer. Om det er mangler, som f.eks. at leksjonen ikke bruker prosent, blir det forklart hvordan dette påvirker oppnåelsen av kompetansemålet. Den *horisontale analysen* er mer overordnet sett i forhold til den *vertikale*. Vi kan derfor se på den *horisontale analysen* som makro nivået av analysen, og brukes for å hjelpe oss med å besvare *om* KA kan anvendes for å oppnå norske kompetansemål.

Den *vertikale analysen* går mer i dybden på hver enkelt leksjon, og er nødvendig for å besvare *hvorfor* KA kan anvendes i norsk kontekst eller ikke. Først ser vi på hvordan oppgavene kommuniserer med elevene hva som er krevet av dem. Implisitt kommunikasjon er når oppgaven i seg selv gir signaler til hva som er krevet av elevene, mens eksplisitt kommunikasjon kan være at foreleseren eller oppgaveteksten forklarer hva slags utregninger som er nødvendig. Videre kan vi se på hvordan oppgaven er presentert, altså hvor mye informasjon som er gitt til elevene i relasjon til hvor mye som har blitt gjennomgått tidligere. Ved å fastslå slik informasjon blir det mulig å se hvilke potensielle kognitive krav som blir stilt til elevene.

4. Analyse

I analysen vil jeg drøfte på hvilke områder KA møter kompetansemålene i den norske læreplanen, og analysere dette ved hjelp av rammeverket til Charalambous et al. (2010). Jeg har valgt å gjøre dette ved å finne relevante kompetansemål og komme med eksempler på videoleksjoner hvor disse målene blir berørt. Eksemplene som er valgt ut er ansett som det beste eksempelet for å vise hvordan et kompetansemål blir oppnådd og anses som representative for KA sine videoleksjoner. KA er strukturert ved først å dele inn etter trinn, og deretter i ulike kurs (for eksempel geometri eller aritmetikk). Kursene er deretter delt inn i kapitler med ulike tema, der hvert kapittel inneholder flere videoleksjoner. Det er beskrevet hvilke kurs, kapittel og leksjon hvert av eksemplene kommer fra, eks: kurs *Numbers and operations*, kapittel *Repeating decimals*, leksjon *Converting a fraction to a repeating decimal*. I den første delen vil jeg gå igjennom hvert enkelt kompetansemål og bruke en videoleksjon som et eksempel hvor denne videoen blir analysert i forhold til hvor godt det oppfyller det gitte kompetansemålet i samsvar med rammeverket til Charalambous et al. (2010). Mot slutten vil jeg summere opp funnene innenfor den horisontale analysen, vertikale analysen, kognitive krav og bruk av vurderingsformer.

4.1. Samsvar med kompetansemål

I denne delen vil jeg drøfte kompetansemålene oppgitt i teoridelen (se Tabell 2) etter den rekkefølgen de oppstår i læreplanen, for så å vise frem eksempler på hvordan de behandles i KA sitt pensum. Samtidig vil jeg også se hvordan KA er strukturert, med inndelingen av kurs som fungerer som et overordnet tema, som igjen er delt inn i kapitler som er videre delt inn i individuelle leksjoner. En annen viktig ting å nevne er at videoene gir løsningsforslag og gjennomgang av eksempler, men det oppfordres av foreleseren til å sette videoen på pause og prøve å løse oppgavene før elevene ser videoene. Dette kan føre til forskjeller i hvordan ressursen oppleves og mengden læring som skjer, og vil bli tatt opp der dette er nødvendig. Tabell 3 under er en oversikt over hvilke leksjoner som er diskutert, og hvilke kapitler og kurs leksjonene er hentet fra.

Leksjon	Kapittel	Kurs	Avsnitt
Converting a fraction to a repeating decimal	Repeating Decimals	Numbers and operations	4.1.1
Even and odd numbers of negatives	Exponents with negative bases	Numbers and operations	4.1.2
Approximating square roots	Approximating irrational numbers	Numbers and operations	4.1.3
Worked example: Cube root of a negative number	Square roots & cube roots	Numbers and operations	4.1.4
Intro to equations with variables on both sides	Equations with variables on both sides	Solving equations with one unknown	4.1.5
Use Pythagorean theorem to find area of an isosceles triangle	Pythagorean theorem application	Geometry	4.1.6
Pythagorean theorem example	Pythagorean theorem	Geometry	4.1.7
Ikke relevant	Repeating decimals	Numbers and operations	4.1.8

Tabell 3: Liste over brukte kurs, kapittel og leksjoner (med hyperlinker)

4.1.1. Representere og bruke brøk, desimaltall og prosent på ulike måter og utforske de matematiske sammenhengene mellom disse representasjonsformene

I kurset *Numbers and operations*, kapittel *repeating decimals* finnes det flere leksjoner hvor brøk og desimaltall blir brukt sammen. Oppgaven i leksjonen *Converting a fration to a repeating decimal* er oppgaven å gjøre om $\frac{19}{27}$ til et desimaltall, et uendelig repeterende desimaltall. Senere i kapittelet blir også desimaltall omgjort til brøk. Prosent, desimaltall og brøk kan ses på som forskjellige representasjoner av hverandre, men utover disse representasjonene ser vi ikke andre måter å representere forholdene på. For at kompetansemålet skal oppnås i full grad vil det også være nødvendig å inkludere prosentregning i tillegg til flere representasjonsformer, som tegninger eller liknende.

4.1.1.1. Horisontal analyse

I kurs fra tidligere årstrinn er både brøk og desimaltall gjennomgått, noe som også samsvarer med hvordan den norske læreplanen er lagt opp. Den norske lærerplanen har flere kompetansemål relatert til brøk og desimaltall på 5. trinn, som gjør det rimelig å anta at elevene er kjent med temaet fra før. Disse leksjonene kan fungere som en måte å vise elevene at brøk og desimaltall er forskjellige representasjoner av samme verdi. Tabell 4 viser til ytterligere informasjon innenfor den horisontale analysen, som emne, antall leksjoner i kapittelet, representasjoner/illustrasjoner og syn på definisjoner/regler.

Emne	Brøk og desimaltall
Antall videoleksjoner i kapittel	5
Representasjoner/illustrasjoner	Numerisk fremstilling av oppgave, relevant for matematikken
Definisjoner/regler	Standardalgoritme for divisjon, symbol for uendelig repeterende desimaltall introdusert som repeterende del av desimaltallet med en strek over

Tabell 4: Horisontal analyse av leksjon Converting a fraction to a repeating decimal

4.1.1.2. Vertikal analyse

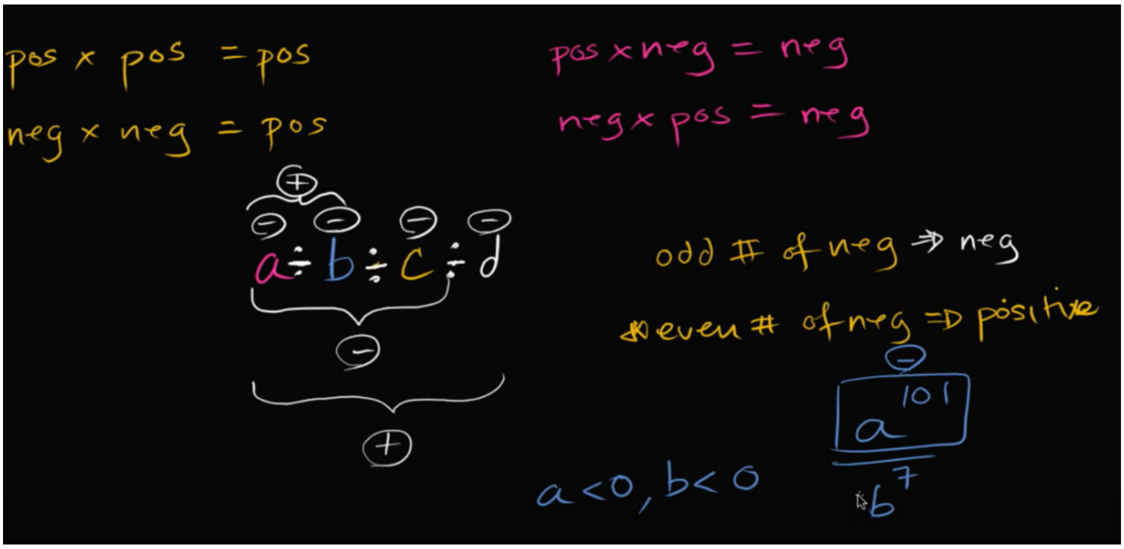
Ettersom oppgaven krever at en skal gjøre om mellom brøk og desimaltall er det tydelig kommunisert at elevene må kjenne til disse matematiske konseptene. Leksjonene kan også ses på som en tydeliggjøring av sammenhengen mellom brøk og desimaltall. Oppgaven ber om å konvertere mellom de to enhetene, som gjør det tydelig at det er en sammenheng mellom dem.

For å kunne løse oppgavene er det nødvendig at elevene har kunnskap om brøk og desimaltall, og hvordan deres egenskaper kan brukes for å transformere disse mellom hverandre. Vi kan argumentere for at elevene enten bruker *prosedyrer uten forbindelser* eller *med forbindelser* i dette tilfellet. Ved å høre på foreleseren kan man finne en standard fremgangsmåte for å konvertere brøker og desimaltall, som videre betyr at elevene ikke trenger å ta i bruk forbindelser mellom matematiske konsepter. Et annet argument er at elevene har muligheten til å utforske de matematiske egenskapene på egenhånd, som vil kreve at de ser og bruker forbindelsene mellom de matematiske konseptene for å komme frem til løsningen.

4.1.2. Utforske negative tall i praktiske situasjoner

Når det kommer til å utforske negative tall i praktiske situasjoner, har jeg ikke klart å finne noen eksempler innenfor 8. trinns kursene. Det er flere leksjoner som bruker negative tall, men de er ikke anvendt for praktiske situasjoner, selv om det er mulig at dette er tatt opp på tidligere årstrinn. Av disse grunnene velger jeg å se på et eksempel hvor negative tall blir brukt, uten relasjon til praktiske situasjoner, selv om kompetansemålet ikke blir oppnådd i full grad.

Kurset *Numbers and operations*, kapittel *Exponents with negative bases* innebærer bruk av negative tall med potenser. Leksjonen *Even and odd numbers of negatives* går ut på å forutsi om et svar blir positivt eller negativt basert på hvor mange negative og positive tall som blir multiplisert. Deretter går leksjonen ut på å generalisere setningene slik at de kan anvendes i andre like situasjoner. En kan argumentere for at praktiske situasjoner innebærer at det er praktisk å kunne med tanke på senere matematikk, men slik jeg tolker kompetansemålet vil praktiske situasjoner referere til situasjoner som kan skje i det daglige livet. Typiske eksempler på negative tall i praktiske situasjoner med denne tolkningen kan innebære gjeldsutregning eller vekt på en luftballong. Med dette som grunnlag kan vi si at leksjonen oppfyller målet om å bruke negative tall, men mangler å anvende det i praktiske situasjoner.



Bilde 1: Skjermbilde fra leksjon Even and odd numbers of negatives

4.1.2.1. Horisontal analyse

For å kunne fullføre oppgaven må elevene ha kjennskap til å multiplisere med minst to tall, hvor minst et av disse er negative. Dette er gjennomgått tidligere i samme kapittel, og denne leksjonen kan ses på som en videreføring av kunnskapene som blir lært tidligere i kapittelet. Kunnskapen som er lært bort i leksjonen blir brukt senere andre kapitler som f.eks. *Negative exponents*. Tabell 5 inneholder resten av den horisontale analysen.

Emne	Negative tall, potenser
Antall videoleksjoner i kapittel	6
Representasjoner/illustrasjoner	Numerisk fremstilling av oppgave, relevant for matematikken
Definisjoner/regler	Gjennomgang av hvorfor produktet av x antall negative og positive tall multiplisert sammen blir negativt eller positivt. Negativt tall multiplisert med et annet negativt tall fremstilt som fastsatt regel.

Tabell 5: Horisontal analyse av leksjon Even and odd numbers of negatives

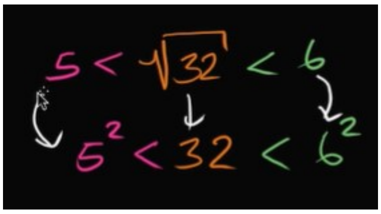
4.1.2.2. Vertikal analyse

Oppgaven kommuniserer at kjennskap til multiplikasjon med negative og positive tall er nødvendig, ettersom oppgaven etterspør om svaret er et negativt eller et positivt tall, og det innebærer multiplikasjon. Videre kommuniserer foreleseren eksplisitt at elevene skal bruke denne kunnskapen til å generalisere sin kunnskap om multiplikasjon med negative og positive tall for å kunne lage en regel som passer til liknende oppgaver. På grunn av dette er også sammenhengen mellom denne leksjonen og de tidligere eksplisitt og tydelig.

De kognitive kravene som er nødvendige vil være *prosedyrer med forbindelser*. Foreleseren starter med å repetere tidligere lærte regler for å multiplisere negative og positive tall. Ut ifra dette har elevene muligheten til å bruke denne kunnskapen for å resonnere seg frem til generaliseringer om multiplikasjon med negative og positive tall. Om elevene velger å følge videoen uten å prøve oppgaven selv, vil det ikke være nødvendig for elevene å bruke matematiske forbindelser, ettersom foreleseren gir et løsningsforslag. Av denne grunnen er det mulighet for at de kognitive kravene ikke når høyere enn *prosedyrer uten forbindelser*.

4.1.3. Bruke potenser og kvadratrøtter i utforskning og problemløsning og argumentere for fremgangsmåter og resultat

I kurset *Numbers and operations*, kapittel *approximating irrational numbers,* leksjon *approximating square roots* finner vi bruk av kompetansemålet. Målet med denne leksjonen er å finne ut hvilke to heltall kvadratroten av et tall befinner seg imellom. Eksempelet som blir brukt er mellom hvilke to heltall er kvadratroten av 32? Fremgangsmåten gjennomføres ved å opphøye tall i andre potens og finne ut hvilke tall som er nærmest, med andre ord hvilke tall som er høyere og lavere. Ut ifra denne informasjonen kan man finne ut at $\sqrt{32}$ er mellom 5^2 og 6^2. Her er det krevet at elevene anvender kunnskap om kvadratrøtter og potenser for å kunne resonnere seg frem til svaret, og derfor kan vi si at leksjonen kan hjelpe elever med å oppnå kompetansemålet.



Bilde 2: Eksempel fra oppgave i leksjon Approximating square roots

4.1.3.1. Horisontal analyse

For å kunne løse oppgaven må elevene være kjent med kvadratrøtter og potenser. Tidligere i det samme kurset finnes kapittelet *square roots & cube roots* hvor kvadratrøtter blir gjennomgått i detalj. Potenser er gjennomgått i 6. trinns kurset *arithmetic operations* i kapittelet *exponents*. Resten av den horisontale analysen er vist i Tabell 6.

Emne	Potenser og kvadratrøtter
Antall videoleksjoner i kapittel	5
Representasjoner/illustrasjoner	Numerisk fremstilling av oppgave, relevant for matematikken
Definisjoner/regler	Resonnering frem til hvilke to heltall kvadratroten av et tall befinner seg, utforskende logisk resonnering, potensielt prøv og feil strategier

Tabell 6: Horisontal analyse av leksjon Approximating square roots

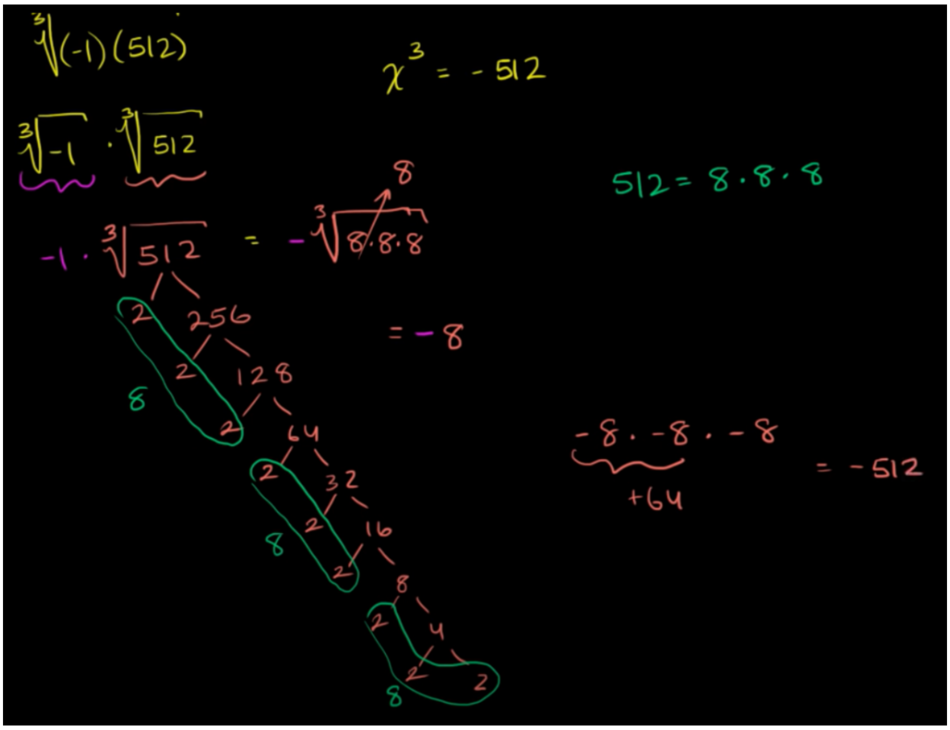
4.1.3.2. Vertikal analyse

Foreleseren legger frem at vi ser etter et svar som innebærer hvilke kvadrattall som er større og mindre enn $\sqrt{32}$. På denne måten kommuniserer foreleseren direkte at vi ser etter to tall som er opphøyd i andre potens som er større og mindre enn $\sqrt{32}$. Videre kan vi si at det blir implisitt å bruke egenskapene til kvadratrøtter i tillegg til potenser, med tanke på deres inverse egenskaper. Sammenhengen mellom emner er også implisitt i hvordan eleven må forstå at de skal bruke egenskapene til kvadratrøtter og andrepotenser for å komme frem til svaret, som vil tydeliggjøre sammenhengen mellom de to emnene.

Når det kommer til kognitive krav, er det naturlig at *memorering* av egenskapene til kvadratrøtter og potenser er en forutsetning for å kunne løse oppgaven. I tillegg må elevene også se forbindelsen mellom potenser og kvadratrøtter for å kunne resonere seg frem til et svar. Elevene må klare å se at siden $5^2 = 25$ og $6^2 = 36$ må $5^2 < \sqrt{32} < 6^2$. Av denne grunnen kan det argumenteres for at de kognitive kravene som stilles til elever som løser oppgaven på egenhånd er *prosedyrer med forbindelser*.

4.1.4. Utforske og beskrive primtallsfaktorisering og bruke det i brøkregning

I kurs *Numbers and operations*, kapittel *Square roots & cube roots*, leksjon *Worked example: Cube root of a negative number*, blir primtallsfaktorisering tatt i bruk. Oppgaven går ut på å finne ut hva $\sqrt[3]{-512}$ er, og primtallsfaktorisering blir tatt i bruk for å løse oppgaven. I eksempelet blir ikke brøk tatt i bruk, ettersom det ikke samsvarer med denne oppgaven. Av denne grunn blir kompetansemålet kun delvis oppnådd i denne leksjonen, men primtallsfaktorisering blir brukt i sin helhet.



Bilde 3: Eksempel fra oppgave i leksjon Worked example: Cube roots of a negative number

4.1.4.1. Horisontal analyse

Primtallsfaktorisering er brukt tidligere i KA sine kurs, blant annet i 4. klasse kurset *Factors, multiples and patterns*. På grunnlag av dette kan vi si at primtallsfaktorisering har blitt gjennomgått tidligere, og burde derfor være forstått til en viss grad av elevene fra før av. Når det kommer til brøkregningen, er det mulig at det blir tatt i bruk i kurs fra andre trinn, men jeg har ikke funnet eksempler fra 8. trinn. Tabell 7 inneholder resterende informasjon rundt den horisontale analysen.

Emne	Primtallsfaktorisering, kvadratrøtter, kubikkrøtter
Antall videoleksjoner i kapittel	8
Representasjoner/illustrasjoner	Numerisk fremstilling av oppgave, relevant for matematikken
Definisjoner/regler	Negativt tall multiplisert med et annet negativt tall fremstilt som fastsatt regel, utforskende i bruk av primtallsfaktorisering

Tabell 7: Horisontal analyse av leksjon Worked example: Cube roots of a negative number

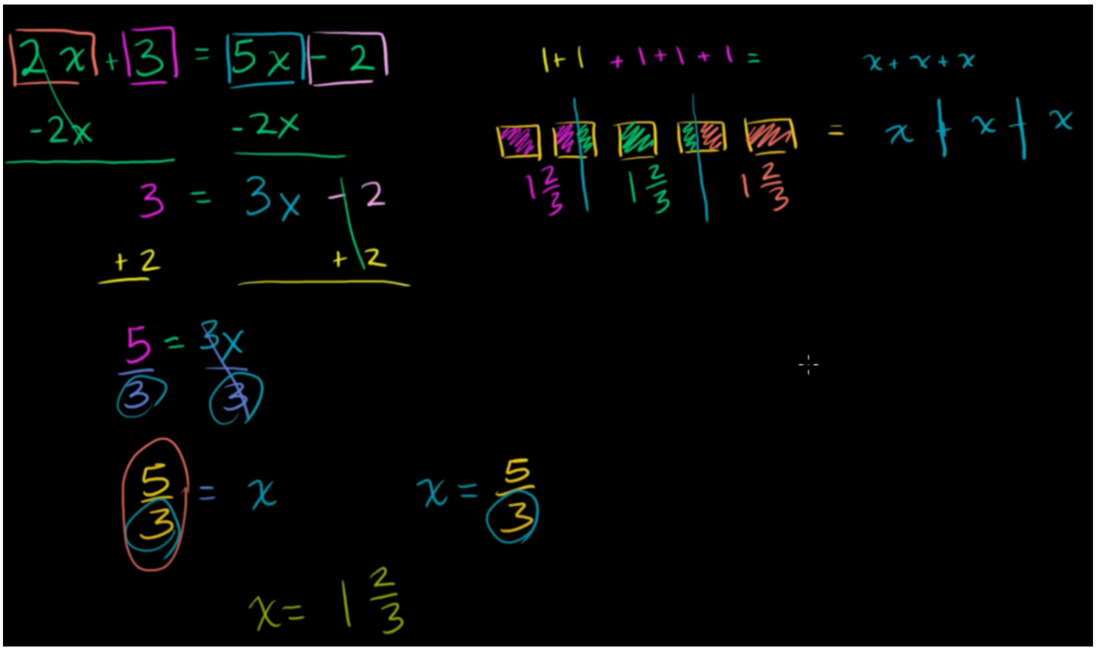
4.1.4.2. Vertikal analyse

Kommunikasjon til elevene er mer implisitt i denne leksjonen, om elevene forsøker å løse oppgaven på egenhånd. Oppgaven i seg selv gir ingen hint til at primtallsfaktorisering er en gyldig fremgangsmåte, og blir derimot eksplisitt forklart av foreleseren. Sammenhengen med andre emner er også mer implisitt i dette tilfellet, om elevene velger å se videoen er det ikke gitt noe grunnlag for hvordan primtallsfaktorisering henger sammen med kubikkrøtter. Løsningsforslaget tydeliggjør sammenhengen i større grad, hvor det blir synlig at en ønsker å finne hvilke tre tall som kan multipliseres med seg selv for å få -512.

For at elevene skal kunne løse denne oppgaven må de forstå primtallsfaktorisering først, eller i det minste *memorer* hva det går ut på. Videre kan det argumenteres for at det krever å utføre *prosedyrer uten forbindelser*. Ettersom elevene har fått bekreftet at primtallsfaktorisering er nødvendig, trenger de ikke nødvendigvis forstå hvorfor denne fremgangsmåten blir valgt. På en annen side kan det argumenteres for at de *gjør matematikk*, hvis de blir presentert med oppgaven uten en forklaring om hvordan den skal løses og må derfor resonere seg frem til løsningen. Hvis en elev prøver å løse oppgaven på egenhånd er kravet å *gjøre matematikk*, om de ser videoen blir nivået å gjennomføre *prosedyrer uten forbindelser*.

4.1.5. Utforske algebraiske kjerneregler

Kurs *solving equations with one unknown*, kapittel *Equations with variables on both sides*, leksjon *Intro to equations with variables on both sides* berører de algebraiske kjernereglene. Foreleseren setter et fokus på sunn fornuft, som han sier selv for å illustrere oppgaven $2x + 3 = 5x - 2$. Foreleseren gir også andre representasjoner i form av kvadrater som blir delt opp i like store deler.



Bilde 4: Oppgave fra leksjon Intro to equations with variables on both sides

4.1.5.1. Horisontal analyse

Med tanke på at foreleseren setter fokus på sunn fornuft, er det ikke så viktig for denne leksjonen med hvilke sammenhenger som er tydeliggjort. Dette er et slags introduksjonskurs (som tittelen tilsier) for hvordan man kan tenke på å løse slike oppgaver og har derfor ikke sammenhenger til stort annet enn de fire regneartene. Likninger blir tatt i bruk i senere kurs som *Linear equations and functions* og *Systems of equations*. Ytterligere informasjon fra den horisontale analysen blir beskrevet i Tabell 8.

Emne	Algebra, likninger, brøk
Antall videoleksjoner i kapittel	4
Representasjoner/illustrasjoner	Numerisk fremstilling av oppgave, relevant for matematikken. I tillegg, kvadrater som blir fylt delvis inn for å illustrere diverse brøkdeler.
Definisjoner/regler	Likevektprinsippet tatt i bruk for å forstå likninger, fremstilt som en fastsatt regel

Tabell 8: Horisontal analyse av leksjon Intro to equations with variables on both sides

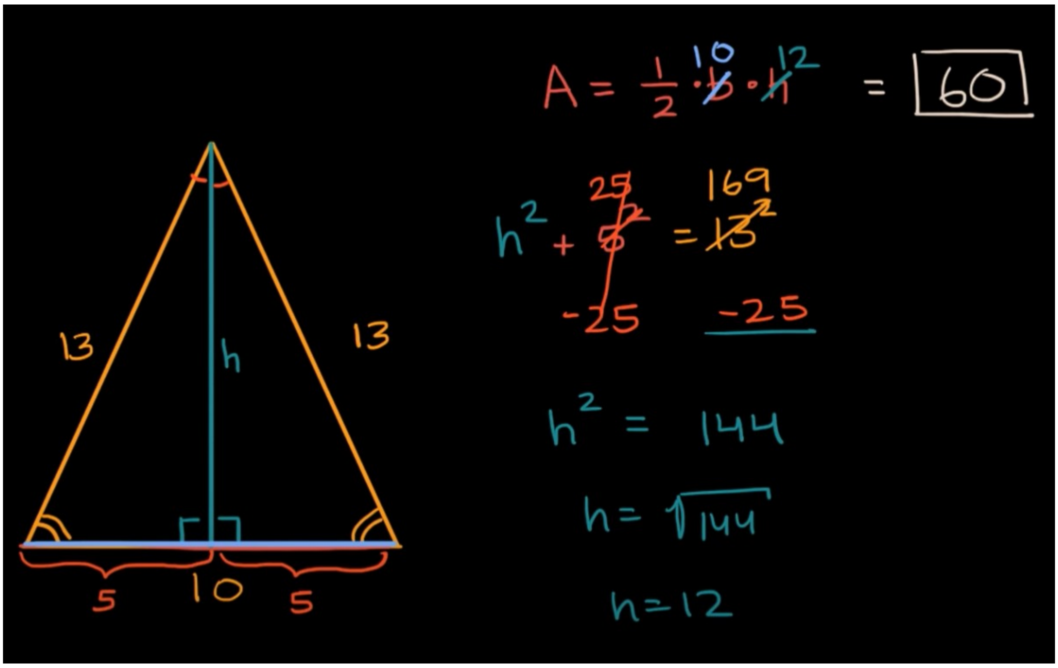
4.1.5.2. Vertikal analyse

Denne leksjonen kommuniserer i en eksplisitt form, hvor foreleseren er veldig tydelig på hva vi søker etter i oppgaven. Ettersom videoen er en introduksjon til temaet vil disse oppgavene være nye for elevene i stor grad, og det blir derfor nødvendig å være eksplisitt i kommunikasjonen.

De nødvendige kognitive kravene som stilles i denne leksjonen kan beskrives som *prosedyrer med forbindelser*. Foreleseren gjør det tydelig at han ønsker å ikke tenke på reglene på en algoritmisk måte, og heller tenke på det med sunn fornuft. Ved å sette kravet om å tenke logisk over hvorfor matematikk fungerer som det gjør, vil det være naturlig å se etter forbindelser og finne en løsning på grunnlag av disse forbindelsene. Men for at de kognitive kravene skal være *prosedyrer med forbindelser* må elevene forsøke å gjennomføre oppgaven på egenhånd. Ettersom foreleseren forklarer videfremgangsmåten i videoen, blir det unødvendig for eleven å bruke forbindelser for å løse oppgaven, og de kognitive kravene settes ned til *prosedyrer uten forbindelser*.

4.1.6. Utforske egenskapene ved ulike polygoner og forklare begrepene formlikhet og kongruens

I kurset *Geometry*, kapittel *Pythagorean theorem application,* leksjon *Use Pythagorean theorem to find area of an isosceles triangle* kan vi se at kongruens blir brukt for å løse oppgaven. For å finne arealet til en likebent trekant er det mulig å dele trekanten inn i to kongruente trekanter og utføre Pytagoras setning for å finne høyden til den likebente trekanten. Formlikhet spiller ingen direkte rolle i eksempelet, men elevene må forstå at trekantene må være kongruente istedenfor kun formlike for at løsningen skal fungere. På denne måten treffer leksjonen kompetansemålet.



Bilde 5: Løsningsforslag fra leksjon Use Pythagorean theorem to find area of an isosceles triangle

4.1.6.1. Horisontal analyse

Pytagoras setning blir tatt opp i kapittelet før denne leksjonen (kapittel *Pythagorean theorem*), så dette kapittelet blir i stor grad oppfølgning og mengdetrening innenfor temaet Pytagoras setning. Jeg klarte ikke finne noen direkte referanser til begrepet kongruens før videregående (high-school) kursene som KA tilbyr. Det er mulig at begrepet dukker opp i tidligere kurs, men innenfor denne studien er søkelyset på 8. klasse kursene og det har ikke blitt oppdaget noen referanse til begrepet noen andre steder enn videregåendekursene. Tabell 9 fremstiller den resterende informasjonen som går under den horisontale analysen.

Emne	Geometri, Pytagoras setning, kongruens
Antall videoleksjoner i kapittel	4
Representasjoner/illustrasjoner	Numerisk fremstilling av oppgave, relevant for matematikken, geometrisk representasjon, relevant for matematikken
Definisjoner/regler	Gjennomgang av hvordan en likebent trekant er sammensatt av to kongruente rettvinklede trekanter, regel for arealutregning av en trekant, bruk av Pytagoras setning. Alt er fremstilt som fastsatte regler

Tabell 9: Horisontal analyse av leksjon Use Pythagorean theorem to find area of an isosceles triangle

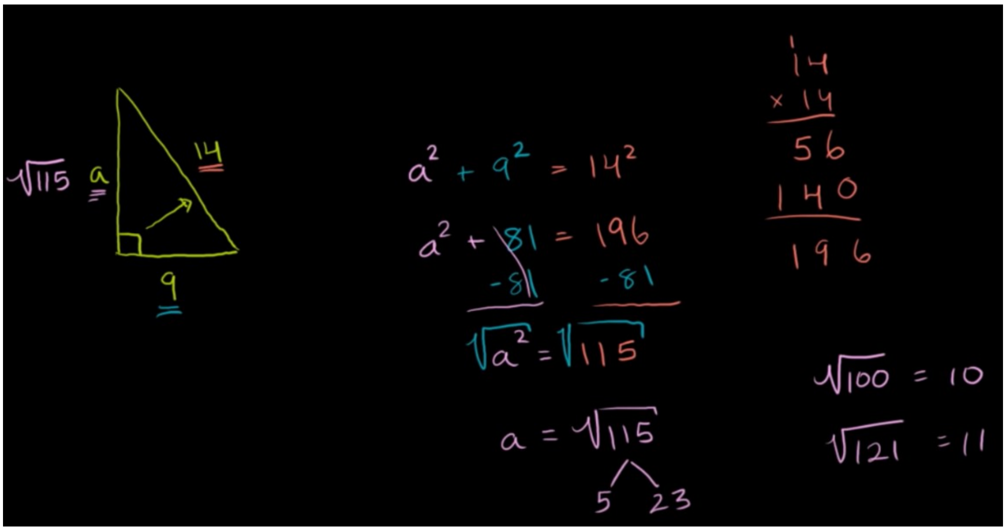
4.1.6.2. Vertikal analyse

Tittelen på leksjonen tyder på at Pytagoras setning skal tas i bruk, men kjennskap til kongruens blir ikke formidlet på noen andre måter enn fra foreleseren. At Pytagoras setning er hintet til så tydelig kan derimot være en måte å formidle bruken av kongruens på. Ved å se at en kan få en rettvinklet trekant av å dele den likebente trekanten i to kongruente trekanter gjør det mulig å bruke Pytagoras setning for å løse oppgaven. Sammenhengen mellom andre tema er eksplisitt beskrevet av foreleser, men med tanke på at jeg ikke klarte å finne referanser til kongruens i tidligere år gjør det mulig at disse sammenhengene ikke er tydelige.

Nødvendige kognitive krav i leksjonen innebærer *memorering* av Pytagoras setning og kongruens. I tillegg kan det argumenteres for løsningen krever *prosedyrer uten forbindelser* på grunnlag av at løsningsforslaget som blir presentert kan brukes i alle liknende tilfeller, og elevene trenger derfor ikke å bruke matematiske forbindelser for å løse oppgaven. Dette blir det samme som å bruke en formel på en gitt oppgavetype, kun fordi en husker at det har fungert på liknende oppgavetyper tidligere. Om elevene velger å løse oppgaven på egenhånd kan de kognitive kravene som stilles bli justert opp til å *gjøre matematikk*. Vi kan anse dette som tilfellet fordi elevene blir nødt til å manipulere egenskapene til en likebeint trekant og se at det er mulig å dele den likebente trekanten i to kongruente trekanter, som de kan bruke for å regne ut sidelengdene, høyden og arealet av den likebente trekanten.

4.1.7. Utforske, beskrive og argumentere for sammenhenger mellom sidelengder i trekanter

Et eksempel på kompetansemålet kan bli funnet i kurset *Geometry*, kapittel *Pythagorean theorem*, leksjon *Pythagorean theorem example*. Oppgaven går ut på å finne ut en ukjent sidelengde til en rettvinklet trekant når de to andre sidene er kjente. Naturligvis blir Pytagoras setning tatt i bruk, og i eksempelet er den ukjente siden ikke den lengste siden. Her har elevene muligheten til å bruke flere områder fra matematikken for å finne et svar, gitt at de prøver oppgaven på egenhånd. Sidelengdene er $a = 9, b = x, c = 14$, hvor elevene har muligheten til å fremstille Pytagoras setning algebraisk ($a^2 + b^2 = c^2$) og bruke algebraisk regneregler for å komme frem til at $b^2 = c^2 - a^2$. Vi ser også primtallsfaktorisering bli tatt i bruk siden i dette tilfellet er ikke b et heltall, $b = \sqrt{115}$. Ved primtallsfaktorisering kan de se at 115 er delelig med 5 og 23, som fører videre til en tidligere leksjon om å tilnærme kvadratrøtter, hvor svaret er $10 < b < 11$.



Bilde 6: Løsningsforslag fra leksjon Pythagorean theorem example

4.1.7.1. Horisontal analyse

Som nevnt er dette introduksjonskapittelet til Pytagoras setning, elevene må derimot ha kjennskap til potenser og noen algebraiske regneregler for å kunne regne ut andre sidelengder enn hypotenusen. I punkt 4.1.4 og 4.1.6 vises det til tidligere leksjoner hvor både algebraiske kjerneregler, kvadratrøtter og potenser er tatt i bruk. I Tabell 10 er ytterligere informasjon fra den horisontale analysen lagt frem.

Emne	Geometri, Pytagoras setning, primtallsfaktorisering
Antall videoleksjoner i kapittel	4
Representasjoner/illustrasjoner	Numerisk fremstilling av oppgave og geometrisk representasjon, relevant for matematikken
Definisjoner/regler	Bruk av Pytagoras setning og primtallsfaktorisering, fremstilt som fastslåtte regler

Tabell 10: Horisontal analyse av leksjon Pythagorean theorem example

4.1.7.2. Vertikal analyse

Leksjonen viser eksplisitt til at elevene skal ta i bruk Pytagoras setning igjennom navn på leksjonen, og i mer implisitt grad hva oppgaven går ut på. Hadde oppgaven blitt fremstilt som «finn ut den ukjente sidelengden i den gitte trekanten» hadde det vært mer implisitt, og det hadde vært nødvendig at elevene hadde kjennskap til Pytagoras setning. Det samme gjelder også for om man velger å løse oppgaven algebraisk, hvor elevene må kjenne til at den ukjente burde stå alene foran er-lik tegnet. Det vises også tydelig sammenheng mellom geometri og algebra igjennom setningen i seg selv. Tallene en setter inn i formelen er tydelig tatt fra trekanten som er vist i oppgaven.

Ettersom dette er det første kapittelet som tar for seg Pytagoras setning er det naturlig at det ikke stilles større kognitive krav helt enda. *Memorering* av setningen er nødvendig, men også kjennskap til potenser og hvordan en tilnærmer kraftrøtter. Av disse grunnene vil det være naturlig å si at kravet om å gjøre *prosedyrer uten forbindelser* er stil til elevene.

4.1.8. Utvikle og bruke hensiktsmessige strategier i regning med brøk, desimaltall og prosent og forklare tenkemåtene sine

I likhet med andre liknende kompetansemål, har KA vanskeligheter for å treffe kompetansemål som innebærer å forklare tenkemåtene sine og anvende matematikk til praktiske situasjoner. Mye av dette kommer av at KA ikke bruker noen andre måter for å sjekke elevens mestring enn quizer på slutten av et kurs eller kapittel. KA har ikke muligheten til å følge opp og høre elevens resonnement utover om de har svart feil eller riktig. På grunnlag av dette blir ikke delen om å forklare tenkemåtene sine oppfylt av KA sitt pensum, og jeg velger heller å fokusere på det rent matematiske for dette kompetansemålet.

Tilbake til kurset *Numbers and operations*, i kapittelet *Repeating decimals* ser vi behovet for å kjenne til egenskapene til brøk og desimaltall. Som nevnt i punkt 4.1.1. går oppgavene ut på å konvertere mellom brøk og desimaltall, som gjør at vi trenger brukbare strategier for å gjennomføre slike operasjoner. Dette blir forklart igjennom kapittelet. Siden leksjonene i kapittelet er allerede blitt analysert i punkt 4.1.1 vil det være naturlig at den samme analysen forekommer med tanke på kognitive krav, horisontal analyse og vertikal analyse, og vil derfor ikke bli gjentatt.

4.2. Analytiske sammendrag

I denne delen vil jeg presentere sammendrag av hvilke funn som er blitt observert under forskningen på områdene *oppfyllelse av kompetansemål, horisontal analyse, vertikal analyse* og *vurderingsformer*.

4.2.1. Oppfyllelse av kompetansemål

I stor grad kan vi si at KA berører flere av kompetansemålene på en slik måte at det er mulig for elevene å oppfylle dem. Mye av dette kommer av oppgavene som blir valgt ut av KA, som har direkte tilknytning til de norske kompetansemålene. Her kan det for eksempel vises til punkt 4.1.7, hvor oppgaven har tilknytning til flere kompetansemål som innebærer sidelengder i trekanter, algebraiske kjerneregler og kvadratrøtter. Mange av oppgavene har dermed en direkte lenke til kompetansemålene setter leksjonene som mål at elevene skal kunne oppnå mestring innenfor disse emnene.

Noe som blir tydelig etter hvert som vi ser på flere av eksemplene, er at kompetansemålene hvor elevene skal forklare tenkemåtene sine eller anvende matematikken i praktiske situasjoner blir vanskelig å oppnå med KA. Dette kommer i stor grad av at KA sin eneste måte å få innsikt i elevenes fremgang er hvor mange riktige svar de får på quizene etter kapitlene eller kursene, som også kan prøves på nytt. Ved å kun ha muligheten til å evaluere sluttproduktet istedenfor prosessen er KA i liten grad egnet til å si noe om tankegangen til elevene, som gjør at det blir vanskelig å oppnå disse kompetansemålene fullt. Om en lærer bruker denne funksjonaliteten i samsvar med undervisning kan disse manglene imøtegås, men nettsiden i seg selv viser seg å ikke ha muligheten til å sjekke tankegangen til elevene. Det viktigste vi kan si her er at selv om en har nyttige verktøy som KA tilgjengelig, betyr det ikke at verktøyene i seg selv hjelper elevene med å bli bedre om de ikke blir brukt på en gunstig måte.

Det er en liknende situasjon med kompetansemål som omhandler praktiske situasjoner. Oppgavene har muligheten til å bli fremstilt på en måte som gjør dem mer tilknyttet til den faktiske virkeligheten, f.eks. oppgaver som dreier seg om dagligdagse situasjoner. Det er derimot et mindretall av leksjoner som bruker dette. Det blir tatt i bruk, eksempelvis i kurset *Linear equations and functions,* kapittel *Graphing proportional* *relationships*, leksjon *Rates & proportional relationships: gas milage*, dreier oppgaven seg om å regne ut hvor mye bensin biler bruker. Oppgaven har en tydelig tilknytning til en praktisk situasjon, utregning av bensinkostnader. Problemet er at det er for få av denne type oppgaver til å kunne si at alle kompetansemål hvor praktiske situasjoner er satt i fokus faktisk blir oppfylt.

4.2.2. Horisontal analyse

Trenden vi ser igjennom den horisontale analysen er at leksjoner som regel berører mer enn ett emne. I punkt 4.1.7.1. ser vi f.eks. at denne leksjonen innebærer tre forskjellige emner, noe som kan hjelpe elevene med å se sammenhenger mellom de forskjellige emnene. Når det kommer til illustrasjoner, bruker KA i alt det vesentlige kun numeriske eller algebraiske representasjoner av oppgaven. Det er bruk av andre representasjoner, spesielt geometriske representasjoner i geometrikurset, men stort sett er det kun numeriske fremstillinger av problemene.

Under regler og definisjoner er disse som oftest fremstilt som fakta uten at en stiller spørsmål ved hvorfor reglene er til. En ting som burde nevnes i forhold til dette er at det ikke er avklart hvorvidt dypere utforskning av disse definisjonene og reglene har blitt tatt i bruk i tidligere leksjoner, hvor elevene har måttet utforske og forstå definisjonene. Vi ser noen tilfeller hvor leksjonene introduserer et nytt tema eller emne hvor elevene blir bedt om å tenke igjennom hvordan matematikken fungerer fra et «sunn fornuft» perspektiv. I punkt 4.1.5. prøver foreleseren å få frem viktigheten av likhetstegnet, og hvordan man kan bruke dens egenskaper for å forstå en likning. Dette er et eksempel på en mer utforskende måte å gjøre matematikk på, men i hovedsak blir regler og definisjoner fremstilt som ufeilbarlige sannheter.

4.2.3. Vertikal analyse

Gjennom den vertikale analysen har vi fått et inntrykk av hva leksjonene og oppgavene kommuniserer til elevene. Et punkt som er gjennomgående for alle leksjonene er at hva som blir kommunisert kan endres basert på om elevene velger å forsøke å løse oppgaven på egenhånd, som foreleseren oppfordrer til, eller om de velger å se videoen før de forsøker å gjøre oppgaven. Ved å løse oppgaven på egenhånd har elevene kun mulighet til å trekke mening ut fra oppgaveteksten og hva den kommuniserer.

Om en velger denne fremgangsmåten er det variasjon i hvordan oppgaven kommuniserer hva som er krevet av elevene. Noen oppgaver består kun av numeriske verdier hvor en må kjenne til hvilke fremgangsmåte og hva slags matematiske egenskaper man kan ta i bruk, som gjør at kommunikasjonen er mer implisitt. En del andre oppgaver er beskrevet med tekst, hvor de matematiske egenskapene som er nødvendige blir nevnt i teksten selv, som gjør at oppgaven kommuniserer på en mer eksplisitt måte. For eksempel kan vi se på punkt 4.1.3 hvor oppgaven nevner at de skal tilnærme en kvadratrot mellom to heltall. Her er bruken av kvadratrøtter eksplisitt kommunisert, ettersom det er nevnt i oppgaveteksten, og bruk av potenser er mer implisitt kommunisert med tanke på kvadratrøtter og potensers forhold. Om en derimot velger å se på videoleksjonen uten å ha prøvd å løse oppgaven først blir kommunikasjonen mer eksplisitt. Dette kommer av at foreleseren sin jobb er å forklare hvordan man gjennomfører oppgaven, som gjør at han forteller hva som er krevet av elevene og kommunikasjonen blir eksplisitt.

Det gjennomgående vi kan si om kognitive krav er at nesten alle leksjonene innebærer en form for *memorering*. Enten må elevene huske en regel eller en fremgangsmåte fra tidligere kapitler, hvilket hinter til at *memorering* av tidligere oppfattet kunnskap er nødvendig. Dette blir særlig interessant når vi ser på det kognitive kravet å gjøre *prosedyrer uten forbindelser*. På grunn av at KA opererer primært via forhåndsinnspilte videoleksjoner, har KA kun muligheten til å lære bort eksplisitt, uten noen form for interaksjon eller tilpasning til elevenes kunnskapsnivå eller behov. Videoene i seg selv har ikke muligheten til å kreve at elevene trenger å bruke forbindelser, ettersom videoen er et løsningsforslag på oppgavene. Om elevene velger å se videoene uten å forsøke oppgavene selv er det derfor ikke mulig for KA å stille høyere kognitive krav enn *prosedyrer uten forbindelser* til elevene.

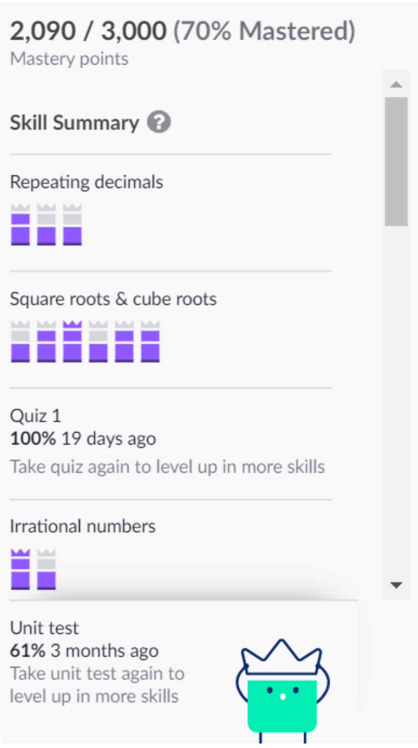
Om elevene derimot velger å forsøke oppgavene på egenhånd før de ser videoene, vil oppgavene ha muligheten til å nå høyere nivå av kognitive krav, som for eksempel *prosedyrer med forbindelser*. Eksempelet i punkt 4.1.6.1 inneholder en oppgave som krever at elevene bruker matematiske forbindelser om de løser oppgaven selvstendig. Å se videoen vil bety å kopiere løsningen fra videoen uten at KA kan sjekke om kunnskapen ble anvendt. Derfor blir kravet blir kun oppnådd om elevene forsøker å løse oppgaven på egenhånd.

En del som ikke er nevnt på en leksjon til leksjon basis er typer svar som er forventet av elevene. Grunnen er at det er lite variasjon i typer svar KA har muligheten til å godta. Ettersom det eneste stedet hvor det er nødvendig for elevene å gi et svar er i quizene på slutten av et kurs eller kapittel, blir det begrenset hvor mange typer svar som er tatt i bruk. Den vanligste formen for svar er numerisk, hvor oppgaven har et regnestykke og eleven setter inn en numerisk verdi, som gjør at svarene faller under kategorien *kun svar*. Det finnes også flersvarsmuligheter som i noen tilfeller innebærer matematiske setninger. På denne måten vil en tenke at svarene faller under kategorien *svar og matematisk setning*, men faktum er at elevene ikke trenger å skrive disse selv og kan heller velge de svarene som virker mest riktig. I disse flervalgquizene kan det innebære *forklaring* og *rettferdiggjøring*, men i likhet med *svar og matematiske setninger* trenger ikke elevene å komme opp med sine egne forklaringer eller berettigelser. Sett i lys av dette, er det mulig at det tar bort hvor meningsfull kunnskapen er for elevene.

Når vi ser på oppgavene som er presentert i videoleksjonene kan det argumenteres for at det er mer variert hvilke typer svar som er ønsket. Ved å se igjennom leksjonene kan vi se eksempler på at svarsformer kan falle under alle de fire kategoriene. Det som derimot er en viktig anerkjennelse, er at ingen av disse videoene krever at elevene gjennomfører oppgavene i det hele tatt. Kun quizene krever et svar for å kunne gå videre, hvor videoene kun kan oppfordre elevene til å gjennomføre oppgavene på egenhånd. Sett i lys av dette, kan det bli vanskelig å stå bak argumentet at KA legger til rette for andre svarsformer enn *kun svar*.

4.2.4. Vurderingsformer

Den foreliggende studien har også sett etter hvilke vurderingsformer KA bruker i sin læring. Konklusjonen er her at vurderingen er summativ. Dette kommer av at quizene som KA har laget til de forskjellige kapitlene klarer kun å fortelle hvor mange riktige og feil svar eleven har, som i seg selv ikke sier noe om hvordan eleven må arbeide for å forbedre seg. Det er naturligvis mulig å bruke disse testresultatene for å se hvilke områder eleven trenger trening på, enten det er læreren som bruker resultatene for å gi ytterligere tilbakemeldinger eller eleven som ser selv hva de ikke har mestret. Under et kurs står det en oversikt over hvilke deler av kurset eleven har fullført og hvor mange riktige svar de har fått på quizene. Eleven kan bruke denne funksjonen som en sjekkliste over hvilke emner de trenger å jobbe med, men KA har ingen funksjoner som gir slike tilbakemeldinger hvis du ikke bruker den gitte informasjonen på denne måten. Bilde 7 er et eksempel hvordan KA viser informasjon om hvilke kapitler, leksjoner og prøver som er gjennomført.



Bilde 7: Eksempel på oversikt over kurs, rullefeltet går også lengre ned

5. Diskusjon

Analysen har gitt flere funn som gjør det mulig å gi mer innsikt i forskningsspørsmålen. Først, kan KA anvendes i norsk kontekst slik at de norske kompetansemålene for matematikk blir tilfredsstilt? I alle funnene som har blitt gjennomgått i analysen ser vi at kompetansemålene er oppnådd til en viss grad. Temaene er relevante for kompetansemålene og de blir brukt på en slik måte at det er mulig for brukere å oppnå de fleste kompetansemålene. Det er derimot noen kompetansemål som ikke blir oppnådd fullt ut, spesielt de målene som dreier seg om bruk av matematikk i praktiske situasjoner og hvor en skal forklare sin egen tankegang. KA har kun muligheten til å se om svaret er rett eller galt, og kan derfor ikke si noe om hvordan elevene har tenkt. Dette gjør at kompetansemål som «Bruke potenser og kvadratrøtter i utforskning og problemløsing og argumentere for framgangsmåter og resultater» (Utdanningsdirektoratet, 2020a) ikke blir oppnådd på alle fronter. Leksjonene innebærer potenser og kvadratrøtter slik at en delvis oppnåelse av kompetansemålet er til stede, men argumentering for fremgangsmåter må iverksettes av en lærer om kompetansemålet skal bli helt oppnådd. Oppnåelse av kompetansemål som dreier seg om praktiske situasjoner kunne ha blitt oppnådd i større grad, men KA har kun et fåtall av oppgaver og leksjoner som innebærer praktiske situasjoner. Om det blir lagt til flere oppgaver med forbindelse til praktiske situasjoner i fremtiden, vil det være bedre tilrettelagt for å oppnå kompetansemålet.

Denne forskningen skiller seg fra annen forskning på KA, ved at annen forskning har fokuset på hvordan ressursen er å bruke, mens den foreliggende studien undersøker KA fra et rent teoretisk perspektiv. Som følge av dette er det vanskelig å finne liknende forskning hvor premissene er særdeles like. Det finnes mye forskning på læreverk som ikke er digitale, forskning på digitale verktøy som ikke blir ansett som et læreverk og på KA i seg selv og hvordan det er å bruke ressursen. Per dags dato, har jeg ikke funnet annen forskning som undersøker hvordan KA kan anvendes for å være nyttig i norsk kontekst.

Av tidligere studier på KA har det blitt utført forskning på hvor effektiv KA er som en ressurs i klasserommet og som en ressurs for læring på egenhånd. Dette betyr også at mange av studiene innebærer et fokus på hvilke justeringer lærere må gjøre til sine instruksjonsmetoder eller sin rolle i klasserommet. Vidergor og Ben-Amram (2020) har undersøkt effektiviteten av KA ved å intervjue eleverer fra 9. og 10. klasse og se igjennom deres logger. De beskriver at lærerens rolle i KA flytter seg fra å legge frem informasjon til å organisere læringsopplevelser. Cargile og Harkness (2015) undersøkte hvorvidt matematikklærere brukte KA slik grunnleggeren Sal Khan så for seg at KA burde bli brukt. Studien ble gjennomført med intervjuer av fem elever fra fire forskjellige skoler i Ohio USA, og konkluderte med at måten KA ble brukt i disse klasserommene ikke møtte Sal Khan sin visjon. Gray og Lindstrøm (2019) går også inn på den praktiske bruken av KA i klasserommet, og har kommet frem med fem tips for hvordan man kan integrere KA i klasserommet. Undersøkelsene viser at mye forskning rundt KA dreier seg om praktisk anvendelse, hvor det mangler undersøkelse hvor brukbar KA er som et verktøy.

Denne studien prøver dermed å imøtegå den manglende forskningen på KA på det teoretiske plan i en norsk kontekst og er et forsøk på å finne ut om KA er brukbar i seg selv når vi ser det i lys av hva den norske læreplanen ønsker at elever skal oppnå av kompetanse. Analysen har vist at KA i stor grad inkluderer temaer og oppgaver som kan hjelpe elever med å oppnå kompetansemålene. Det vi også har sett er at ressursen ikke er feilfri, og en må ta visse hensyn som elev og som lærer om en skal kunne bruke KA for å oppnå kompetansemålene. I de neste delene vil jeg legge frem forskjellige faktorer en burde være klar over for å få mest mulig ut av KA i norsk skole.

5.1. Bruk av kognitive krav

Undersøkelsen av KA har vist hvordan KA setter kognitive krav for brukerne. I stor grad setter videoleksjonene kravene enten *memorering* eller *prosedyrer uten forbindelser*, med et fåtall unntak. Dette er sant om elevene velger å se videoene uten å forsøke å gjennomføre oppgaven på egenhånd før de ser videoene. Om elevene prøver oppgavene selv først stiller oppgavene de høyere kognitive kravene *prosedyrer med forbindelser* og *å gjøre matematikk*. Grunnen er at hver video i bunn og grunn er en gjennomgang eller et løsningsforslag på de oppgavene som er oppgitt, som gjør det vanskelig å argumentere for at elevene blir stilt høyere krav enn *prosedyrer uten forbindelser*. Dette er noe en burde være bevisst på når en bruker KA, ettersom det i det lengre løpet kan gjøre det vanskelig å oppnå mer omfattende kompetansemål som krever mer av elevene enn å kun kjenne til f.eks. en standardalgoritme. Dette munner ut i en annen kritikk av KA som omhandler de mer resoneringsfokuserte kompetansemålene.

Det er mulig å se en viss variasjon i emnene og hvilke kognitive krav som blir stilt til elevene. Emner som brøk, desimaltall, sidelengder i trekanter, og kongruens og formlikhet stiller generelt lavere kognitive krav til elevene igjennom KA sin veiledning. Tema som stille høyere kognitive krav til elevene innebærer negative tall, primtallsfaktorisering, algebra, potenser og kvadratrøtter. Å si noe om hvorvidt emnene i seg selv har noe å si for hvor kognitivt krevende læringen vil være har jeg ikke klart å avklare i denne studien. Jeg antar heller at de kognitive kravene som blir stilt handler mer om hvordan oppgaven er presentert. Dette vil innebære hvor mye informasjon som er tilgjengelig i oppgaveteksten versus hvor mye informasjon en må resonnere seg frem til for å kunne løse oppgaven. Lærerens rolle vil også være viktig i henhold til kognitive krav, hvor en lærer vil ha muligheten til å organisere og tilpasse oppgavene slik at de kognitive kravene passer best til en gitt elev.

5.2. Oppnåelse av komplekse kompetansemål

Med tanke på at KA har vanskeligheter for å stille høyere kognitive krav til elever, blir det det også vanskelig for nettsiden å hjelpe elever med å oppnå noen av kompetansemålene, spesielt de med krav om å forklare fremgangsmåte eller å bruke ulike strategier. Nettsiden har ingen metode for å sjekke fremgangsmåte, kun å sjekke om svaret er riktig i seg selv, noe som gjør det vanskelig å konkludere med at disse kompetansemålene blir oppnådd fullt ut. KA kan hjelpe elevene med å gi dem oppgaver som krever at de forsøker flere mulige fremgangsmåter som de må kunne forsvare, men nettsiden i seg selv har ingen måte å verifisere at de faktisk klarer å forsvare fremgangsmåten sin. Om en lærer velger å bruke dette som et verktøy i undervisningen burde de være innforstått med at KA i seg selv ikke kan forsikre at elevene klarer å forklare fremgangsmåten sin, og at dette er noe læreren selv må ta hånd om ved bruk av KA. Eksempelvis kan elevene utføre oppgavene KA gir dem, men at elevene må forsvare hvorfor fremgangsmåtene deres fungerer foran klassen.

Ressursen gjør det mulig for lærere å se hvilke oppgaver hver enkelt elev har fullført, noe som gjør det mulig for læreren å etterspørre hvorfor elevene tror svaret deres er riktig. På denne måten legger KA til rette for at pensumet deres kan hjelpe elever med å oppnå kompetansemålene, men dette forutsetter at læreren aktivt går inn for å sjekke om elevene klarer å forsvare fremgangsmåten sin. Eksempelvis, kan det godt hende at en elev har klart å gjennomføre oppgavene uten noen feil, men de klarer ikke å forsvare hvorfor fremgangsmåten deres er gyldig. For at kompetansemålene som krever forklaring og argumentasjon rundt fremgangsmåter skal bli oppnådd, må lærere tre inn og sjekke om elevene klarer dette.

Om vi ser på hvilke temaer som KA er best egnet for å lære bort, kan vi si at det rent matematiske er solid. Det finnes noen variasjoner i hvordan de amerikanske fremgangsmåtene er i forhold til hvordan de samme oppgavene typisk sett er løst i norsk skole, men dette har mindre betydning. Ressursen er et godt verktøy for tema som brøkregning, potenser, kvadratrøtter, algebra, Pytagoras setning og likninger. Innenfor disse emnene er KA egnet for å hjelpe elevene med å oppnå emnenes tilhørende kompetansemål. Emner hvor kompetansemålene krever argumentasjon, som sidelengder av trekanter, potenser, kvadratrøtter og negative tall, krever mer oppfølgning av læreren i tillegg til bruk av KA.

5.3. Bruk av vurdering

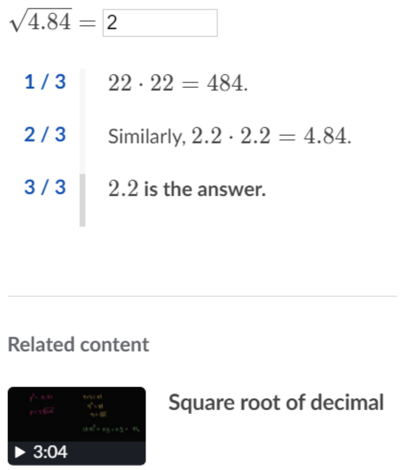
Som funnene viser, har ikke KA noen systemer for å utføre formativ vurdering i seg selv. Nettsiden har kun mulighet til å fortelle hvilke svar som eleven har svart riktig og galt på. Jeg mener likevel at det fortsatt er verdifull informasjon for lærere som velger å bruke denne ressursen på en gunstig måte. Lærere har muligheten til å sette opp egne lærerkontoer hvor de kan invitere elevene sine til en digital klasse, og med denne funksjonen har læreren tilgang til å se elevenes fremgang i de diverse kursene. Denne funksjonen kan være en god måte for læreren å skaffe seg oversikt over hva hver enkelt elev trenger oppfølgning på. Sagt på en annen måte, kan ikke KA gi formativ vurdering på egenhånd, men den vurderingen Khan gir kan brukes for formative vurderingsformål.

Lærerkontoene gjør det mulig for lærere å bruke KA som et verktøy for til å hjelpe med å organisere elevenes fremgang i matematikk. Vidergor og Ben-Amram (2020) låner fra Cargile (2015) for å beskrive forandringen i lærerens rolle når en velger å bruke KA: «with the proper use of KA, the teachers' role changes from a deliverer of knowledge to facilitator or organizer of learning experiences» (Cargile (2015) i Vidergor & Ben-Amram, 2020, s. 3). For å kunne gi god underveisvurdering må læreren kjenne til hvor godt hver enkelt elev mestrer de forskjellige temaene. Funksjonaliteten for KA tilbyr til lærere hvor de kan se hvor mange videoer som har blitt sett eller hvor mange rette og gale svar elevene har, gir lærere et grunnlag for god formativ vurdering. Med tanke på at læreplanen trekker frem den formative vurderingen som verdifull, er det naturlig at lærere må være klar over dette ved bruk av KA. Det er igjen viktig å presisere vurderingen er formativ når lærere er proaktive og velger å bruke KA på denne måten, og at det ikke blir gjort automatisk.

5.4. Tilpasset opplæring

Som nevnt i teoridelen, anser læreplanen TPO som et viktig prinsipp å forholde seg til (se punkt 2.2.3). Det er noen fordeler med å bruke KA som kan fremheve TPO i skolen. Først og fremst har elevene muligheten til å se videoene og ta quizene på nytt så mange ganger de måtte ønske. Dette støtter læreplanen sitt fokus på at elever lærer i forskjellig tempo, hvor sterke elever har muligheten til å se videoene én gang, og de elevene som strever kan se videoene på nytt. Det samme gjelder også for testene KA tilbyr, hvor elever som trenger flere forsøk kan ta prøvene så mange ganger de ønsker. Sterke og svake elever får muligheten til å tilpasse etter egne behov. Elever som har fått to av åtte riktige svar på en prøve, kan forsøke igjen for å prøve å fange opp hva de ikke forstår, og elever som kun har en feil har muligheten til å prøve på nytt for å oppnå 100% riktig på testen.

At elevene kan stoppe videoene gjør det også mulig for elevene å modulere vanskelighetsgraden på egenhånd. Som nevnt flere ganger i analysen endrer de kognitive kravene en videoleksjon stiller basert på om eleven ser videoen eller om de prøver å gjøre oppgaven selvstendig. Dette vil også si at elever som gjør oppgavene på egenhånd vil bli utfordret i større grad om de ønsker å utfordre seg selv. Samtidig kan elever som strever gjøre det lettere for seg selv ved å følge videoinstruksjonen. Denne selvmoduleringen av vanskelighet er også tilstedeværende under quizene. Om eleven trenger hjelp blir de tilbudt et hint, hvor det første vil være å se videoen hvor en liknende oppgave er gjennomgått. Hvis dette ikke holder, blir deler av fremgangsmåten synliggjort for hver gang man ber om et nytt hint. Som vi ser på Bilde 8, trykker vi en gang for å bli referert til videoen, hvis vi trykker flere ganger blir en ny del av løsningsforslaget vist frem for brukeren. Når en bruker disse hintene, telles ikke riktige svar til den endelige poengsummen selv om svaret er riktig, og en må eventuelt ta prøven på nytt for å kunne score 100% riktig.



Bilde 8: Eksempel på hintsystem fra quiz tatt fra kurstesten i kurset Numbers and operations

I tillegg til å være en brukbar funksjon for elever på forskjellige nivåer, kan KA også være et godt alternativ for elever med tilleggsvansker som dysleksi. Istedenfor å måtte lese oppgavene, gjør KA det mulig å lytte til oppgavene og løse dem samtidig uten at det må være en hjelper til stede. Norsk helseinstitutt (2021) beskriver under seksjonen behandling og tiltak for dysleksi at «Læringsteknikker som legger større vekt på andre læringsmetoder enn det skrevne ord, foretrekkes, slik at andre sanser trekkes inn i læringsprosessen» (NHI, 2021). KA har også medfølgende teksting til alle videoer slik at elever med dysleksi har mulighet til å følge teksten samtidig som de lytter til det samme som de forsøker å lese.

En ting som kan være problematisk på dette området er at noen videoer inkluderer rettelser hvis foreleseren har sagt noe feil, og disse dukker opp som tekst nederst i høyre hjørne. Disse rettelsene er kun tilgjengelige i tekstformat der de dukker opp. Flesteparten av disse rettelsene er neglisjerbare, hvor foreleseren skriver det som er korrekt på den virtuelle tavlen, men sier noe feil som hvilken tall som blir brukt eller nevner feil begrep. Uansett hadde det vært ønskelig med rettelser av disse mindre feilene i redigeringsprosessen av lydopptaket istedenfor å sette inn tekstbokser. På denne måten blir ikke seeren distrahert av rettelsene, og det vil ikke være nødvendig å sette videoen på pause for å lese hva rettelsen er.

Om vi ser på de fire dimensjonene for TPO, *felleskap, deltakelse, demokratisering* og *utbytte* kan vi finne ut hvor KA er sterk innenfor et TPO-perspektiv. Dimensjonen *felleskap* kommer i stor grad til å avhenge av hvordan ressursen er implementert i klassen. Blir det satt av tid for å se videoene og gjøre oppgaver sammen eller er fokuset på individuelt arbeid? Med tanke *deltakelse,* vil jeg argumentere for at KA gjør en god jobb. Videoene kan ses flere ganger i eget tempo og elevene har mulighet til å se videoene på nytt hjemme om de skulle ønske dette. Et aspekt en kan tenke over rundt bruk hjemme er om alle elevene har pc og internettilgang hjemme. I Norge er ikke dette et like stort problem som i andre land, statistisk sentralbyrå (2020) rapporterer at i 2020 har 97% av befolkningen mellom 16-79 år brukt internett i hjemmet minst en gang de siste tre månedene (SSB, 2020). *Demokratisering* kommer ikke tydelig frem i KA sin funksjonalitet. Naturligvis kan undervisningen bli tilrettelagt for å inkludere *demokratisering* ved bruk av nettsiden, hvor elevene for eksempel kan være med å bestemme hvilke tema de vil lære videre, men KA tydeliggjør ikke dette punktet på egenhånd. Til slutt, *utbytte*, hvor funnene tilsier at det skal være mulig for elevene å få *utbytte* av å bruke ressursen. Som diskutert under tidligere punkter vil det være noen hemninger for hvor stort *utbytte* elevene kan få av KA, men det er *utbytte* å få av å bruke ressursen.

5.5. Syn på definisjoner og regler

Noe annet vi har sett igjennom analysen er at definisjoner og regler blir i de fleste tilfeller fremstilt som udiskuterbare fakta. På denne måten har definisjonene og reglene muligheten til å minimere hvor mye elevene utforsker i matematikk, ettersom det mangler insentiver til å utforske. Det strider også med noen av kompetansemålene som eksplisitt bruker ordet «utforske». Dette har igjen med at KA bruker forhåndsinnspilte videoer for å distribuere informasjon, som igjen betyr at opplevelsen av utforskning i matematikk kan variere om elevene følger videoene eller forsøker oppgavene på egenhånd. Som nevnt i punkt 4.2.2, er det mulig at mer utforskende leksjoner finnes ved tidligere gjennomganger av tema på tidligere årstrinn, men det går utover datamaterialet for denne studien. Dette betyr heller ikke at utforskning ikke finnes og at det ikke er oppfordret av KA. Foreleseren starter nesten alle videoleksjoner med å beskrive oppgaven for så å be elevene om å prøve på egenhånd før de fortsetter.

5.6. Omvendt undervisning med KA

KA kan være et godt alternativ for å få omvendt undervisning inn i norske skoler. Matematikken som blir gjennomgått samsvarer med norske kompetansemål og mengden videoer er enorm sammenliknet med andre ressurser. Lærere som ikke har muligheten til å lage sine egne videoer, kan bruke KA sine instruksjonsvideoer for å få klassen sin i gang med en slik type undervisning. Ved å bruke KA i omvendt undervisning kan det også minske problemene som potensielle språkbarrierer ville skapt, ettersom læreren har muligheten til å gå igjennom stoffet etter alle elevene har sett videoene. Tverrfaglighet mellom engelsk og matematikk blir også trukket frem på denne måten.

En mulighet ved å bruke KA som basis for omvendt undervisning kan være å finne flere fremgangsmåter eller løsningsmetoder. Noen matematiske praksiser kan variere fra land til land eller fra lærer til lærer. På denne måten har KA muligheten til å gi en fremgangsmåte, som klassen kan utforske etter de har sett videoen, og læreren kan komme med sin egen fremgangsmåte i tillegg. På denne måten kan en fremheve dybdelæring. Elever som ikke forstår en fremgangsmåte får en ny mulighet til å forstå en annen, og elever som klarer å forstå begge fremgangsmåtene får et større arsenal av fremgangsmåter de kan trekke frem i nisje situasjoner. Det er ikke gitt at læreren og KA-foreleseren har forskjellige fremgangsmåter, men i tilfeller hvor dette stemmer kan det være en mulighet for mer læring.

Funksjonaliteten til KA legger også godt opp til å bli brukt som en ressurs for omvendt undervisning. En stor samling av videoer, relaterte oppgaver og prøver, og læreren har tilgang til å se hvilke elever som har gjort hva. Dette betyr at mye arbeid blir gjort eller har allerede blitt gjort for læreren, som å lage videoer og oppgaver, og læreren kan fokusere på å hjelpe elevene med å finne veien videre. Frigjøring av tid er også en av de positive sidene som Tucker (2012) trekker frem, hvor læreren får muligheten til å prate med enhver elev. Denne måten å legge opp undervisningen samsvarer med hva Cargile (2015) i Vidergor og Ben-Amram (2020) sier om lærerens rolle ved bruk av KA: «with proper use of KA, the teachers' role changes from a deliverer of knowledge to facilitator or organizer of learning experiences» (Cargile (2015) i Vidergor & Ben-Amram, 2020, s. 3). I tillegg til legger det også til rette for læreplanens fokus på TPO. Læreplanen trekker frem at elever «lærer i ulikt tempo med ulik progresjon» (Utdanningsdirektoratet, 2020c), og ved å gi læreren mer tid tilgjengelig for å hjelpe elevene som trenger det, blir det lettere og mer oppnåelig å hjelpe alle på den måten de trenger det.

En oppgave som forblir, vil være å velge ut videoer og eventuelt tilhørende oppgaver. Som funnene fra denne studien tilsier, er ikke alle kompetansemålene like sterkt representert. Omvendt undervisning kan bidra med å oppnå slike kompetansemål. Tidligere har jeg redegjort for det faktum at KA ikke har noen mulighet til å undersøke hvorvidt elevene kan forklare og argumentere for sine fremgangsmåter Dette vil imidlertid omvendt undervisning gjøre mulig. Med mer tid til oppgaver og aktiviteter istedenfor instruksjon, vil lærere ha mer tid til å verifisere at elevene kan argumentere for sine fremgangsmåter. Dette kan ses på som et eksempel på hvordan lærerrollen må endres ved å implementere bruk av KA. Læreren kan støtte opp KA der hvor ressursen i seg selv ikke strekker til. Elevene kan se en leksjon hjemme, og på skolen neste dag kan de legge frem hver sine argumenter for hvorfor fremgangsmåten fungerer. Hvis flere fremgangsmåter ikke blir gjennomgått i videoene kan også læreren være en kilde til ekstra kunnskap som kan hjelpe elevene med å oppnå kompetansemål som KA ikke klarer på egenhånd.

5.7. Pedagogiske implikasjoner

Under diskusjonen har jeg påpekt noen aspekter ved KA som lærere burde være klare over om de skulle ønske å implementere KA som en ressurs i skolen.

På et rent matematisk nivå har KA vist seg å være nyttig for å lære bort matematikk og den oppnår mange kompetansemål på denne måten. Det er en god ressurs for elever på forskjellige nivåer ettersom de har muligheten til å ta læringen i sitt eget tempo. Noe lærere må være klar over er at noen av kompetansemålene innebærer krav om argumentasjon for fremgangsmåter som ikke KA har muligheten til å verifisere selv. I disse tilfellene kan KA være brukbar for å gi elevene oppgaver, men læreren må aktivisere elevene på en slik måte at de kan forklare fremgangsmåtene sine om de ønsker å få elevene til å oppnå disse kompetansemålene. Det samme gjelder for oppgaver rundt praktiske situasjoner. KA tilbyr ikke nok slike oppgaver til at kompetansemål som omhandler praktiske situasjoner ikke blir oppnådd. Læreren må derfor tre inn med tilleggsoppgaver som innebærer praktiske situasjoner for at elevene skal kunne oppnå disse kompetansemålene.

Det er også en potensiell verdi av tverrfagligheten KA tilbyr ettersom matematikkleksjoner foregår på engelsk i et norsk klasserom. Muligheten til å forbedre engelskkunnskaper samtidig som matematikkunnskaper kan ses på som en tidseffektiv løsning. Det kan selvfølgelig stilles spørsmål ved hvor stort læringsutbyttet blir når læringen skjer på et språk som ikke er primærspråket, og det finnes forskning på språkbarrierer og KA. Vančura (2017) har undersøkt korrelasjonen mellom språkbarrierer og hvor mye de har å si for elevers opplevelse og prestasjon med bruk av KA. Konklusjonen var het at elever med mindre språkbarrierer rapporterte høyere preferanse og brukbarhet av ressursen. Et mer overraskende funn var at karakterene fra engelskfaget hadde ingen signifikant korrelasjon til de rapporterte språkbarrierene (Vančura, 2017). Dette tilsier at en burde være klar over at språket kan være en faktor som hindrer elever i å ta i bruk og ha nytte av ressursen. Samtidig mangler det forskning på hvorvidt eksponering for to fag samtidig kan ha en positiv effekt.

Nettsiden kan også brukes i henhold til TPO, hvor elever har mulighet til å variere vanskelighetsgrad og kognitive krav ved å velge om de ser videoene først eller prøver oppgavene uten videoen først. På denne måten har elevene selv en mulighet til å tilpasse sin egen opplæring til en viss grad. Quizene gjør det også mulig for elevene å tilpasse selvstendig, ettersom de kan prøve testene så mange ganger de ønsker og bruke så mange hint de trenger. Dette betyr ikke at TPO blir løst av KA automatisk, det er derimot et brukbart verktøy for lærere når det kommer til å tilpasse undervisningen. Det samme kan sies om vurdering med KA. Nettsiden har ingen funksjon for å gi formativ vurdering av seg selv, men samler elevenes summative vurderinger slik at lærere kan bruke denne informasjonen for å gi formativ vurdering. Vi ser også at funksjonaliteten til KA kan være gunstig for elever med skrive- og lesevansker som dysleksi.

5.8. Studiens begrensning

For å øke troverdigheten til denne studien er jeg nødt til å anerkjenne på hvilke måter denne studien er begrenset. Det første punktet jeg vil ta opp i relasjon til troverdighet er at jeg personlig har et ønske om at KA skal være nyttig, som kan ha påvirket måten jeg har analysert datamaterialet på. Jeg har brukt ressursen under min egen utdanning og vært fornøyd. Samtidig samsvarer grunnleggeren sitt ønske om å gjøre utdanning tilgjengelig for så mange som mulig med mine personlige verdier. Dette kan best bli beskrevet som *confirmation bias,* hvor forskeren leter etter og bruker informasjon for å støtte sin egen tro eller hypoteser (Catalogue of Bias Collaboration, 2018). Selvfølgelig velger jeg å trekke frem nettsiden sine mangler og forsøker å tydeliggjøre disse manglene etter beste evne, men muligheten for at jeg har blitt påvirket på en slik måte finnes i denne studien.

Videre forsøker studien å finne ut om KA er verdifull i norsk kontekst, men har kun undersøkt pensum for 8. trinn. Studien er konstruert som en slags stikkprøve av KA for å kunne si noe mer generelt om hele nettsiden, men studien undersøker ikke disse trinnene. Spesielt de yngre trinnene kan ha stor forskjell i effektivitet fra de eldre, ettersom yngre elever generelt sett trenger mer oppfølgning enn de eldre. I tillegg vil også potensielle språkbarrierer være vanskeligere for yngre elever å overkomme. Denne studien blir derfor begrenset til å kunne si noe om ungdomstrinnet og muligens mellomtrinnet i norsk skole.

En annen begrensning studien har er relatert til de utvalgte kompetansemålene. Disse ble valgt ut av meg etter å ha sett igjennom datamaterialet og utvalgt som et forsøk på å finne eksempler som dekker både suksess og mangler. Studien kunne inneholdt alle kompetansemålene for å være så grundig som mulig, noe som går utover omfanget til en masteroppgave i mengde. Derimot kunne kompetansemålene blitt valgt tilfeldig for å unngå mulig partiskhet fra forskeren. Et tilfeldig utvalg kan også ha svake sider i en slik situasjon, men det ville minsket muligheten for favorisering fra forskeren. Jeg må presisere at jeg har forsøkt å være så upartisk som mulig i utvalget av kompetansemål, men jeg kan ikke være 100% sikker på at det ikke finnes en bedre samling av kompetansemål for denne studien.

Ved å se på KA sine teoretiske muligheter er det mulig at det ikke viser hvordan ressursen fungerer i en reell klasseromssituasjon. Studien har sett på hva ressursen kan gjøre i seg selv og forsøkt å se hvordan den kan anvendes for å bli brukt i et klasserom. Problemet er da at studien ikke har undersøkt hvordan lærere eller elever i norsk skole faktisk bruker ressursen, som kan gi et annet bilde av hva som fungerer bra og hva som må tas høyde for når KA blir tatt i bruk. Det er mulig at flere av faktorene som er diskutert her ikke er faktorer i skolehverdagen og at det dukker opp faktorer som denne studien ikke har tatt høyde for, noe vi ikke vet sikkert ut ifra funnene i denne studien.

Rammeverket kan også ses på som en mulig begrensning for studien. Det ble opprinnelig laget som et verktøy for å sammenlikne hvordan læreverk i forskjellige land presenterte addisjon og subtraksjon av brøk. Denne studien bruker rammeverket for å se på en mengde forskjellige temaer som det opprinnelig ikke var designet for å undersøke. Forfatteren av rammeverket presiserer derimot at det finnes muligheter for å anvende rammeverket til bruk for andre emner enn addisjon og subtraksjon av brøk (Charalambous et al., 2010). Min studie har ikke gjort store modifikasjoner til rammeverket, og jeg har istedenfor sett til eksterne kilder som læreplanen. På denne måten brukes rammeverket som et kartleggingsverktøy som gir innsikt i hvordan læreplanens mål blir oppnådd eller ikke. Det er uansett mulig at større endringer til rammeverket ville gitt tydeligere resultater.

Forfatterne av rammeverket har som tidligere nevnt lagt frem rammeverket som et verktøy som kan modifiseres for å brukes i andre kontekster enn hva det opprinnelig ble laget for. En del av denne studien har innebåret å finne ut hvordan rammeverket har fungert i en ny kontekst, med få endringer til rammeverket. Den *horisontale analysen* har vært et viktig verktøy for å undersøke den overordnede strukturen til KA, mens den *vertikale analysen* har vært nyttig for å gå mer i dybden på hvorfor strukturen fungerer. På denne måten har det vært mulig å analysere fra makro- og mikronivå som har vist seg å være gunstig for å besvare forskningsspørsmålet. I likhet med rammeverkets opprinnelige bruksområde, å sammenlikne læreverk på tvers av land, kan rammeverket også brukes til å sammenlikne på tvers av leksjoner i samme læreverk og samsvare dem med kompetansemål fra et gitt lands læreplan.

5.9. Videre forskning

Som vi har sett igjennom denne studien er KA en verdifull ressurs i norsk kontekst, med noen punkter som brukere må være klar over. Et spørsmål alltids må spørres nå er hvordan burde forskningen gå videre med funnene fra denne studien? Slik studien er lagt opp, kan man se på undersøkelsen som en stikkprøve av hva KA har å tilby innenfor matematikk for 8. trinn. Denne stikkprøven ser lovende ut, men slik det står mangler det forskning på om dette også er tilfellet for andre klassetrinn, spesielt de yngre trinnene som kan ha annerledes behov enn de eldre trinnene.

Denne studien trekker sine funn fra rent teoretiske grunnlag, og det vil være interessant i videre forskning å inkludere elever som bruker ressursen for å se om resultatene blir liknende. For å kunne si mer konkret om hvordan KA kan anvendes i norsk kontekst og hvilke fallgruver en må være observant over, vil det være naturlig å utforske hvordan KA faktisk fungerer i for eksempel en klasse eller skole som har brukt kursene i et visst omfang eller over tid. Liknende studier har blitt gjort tidligere, Vidergor og Ben-Amram (2020) fant ut at KA integrert i tradisjonell undervisning i Israel, setter elevene og deres behov først, som kan lede til mer meningsfull læring. For å se på en norsk kontekst kan vi se til Gray og Lindstrøm (2019), som ikke forsket direkte på læringsutbyttet ved bruk av KA, men rapporterer «positive relationships between completing KA exercises and improved scores on math tests, and students report feeling that their understanding increases, and that KA helps them get into a mathematical mindset» (s. 406). Det som mangler å undersøke i norsk kontekst er hvor effektivt KA er i relasjon til de norske kompetansemålene. Eksempelvis kan en studie innebære to klasser som blir fulgt opp igjennom et år, hvor den ene klassen bruker KA og den andre er en kontrollgruppe som ikke bruker KA. Med en slik studie vil det potensielt være mulig å se hvordan KA påvirker elevers evne til å oppnå kompetansemålene. En av delene som ble utelatt fra rammeverket er den *kontekstuelle analysen*, som ble fjernet på grunnet studiens unnlatelse av deltakere. Ved en undersøkelse hvor deltakere er inkludert vil det være gunstig å inkludere den *kontekstuelle analysen* for å få en bedre forståelse av hvordan en ressurs brukes i klasserommet.

I tillegg til KA, finnes det mange ressurser som prøver å oppnå liknende mål som KA. Campus Inkrement, matematikk.net og Kikora for å nevne noen eksempler. Replikasjonsstudier hvor ressursen er byttet ut vil være interessant for å finne ut om hvordan de forskjellige ressursene fungerer i en norsk kontekst. I fremtiden kan dette føre til en bedre forståelse av hva som gjør en digital ressurs god for bruk i skolen og hvordan en slik ressurs kan utvikles.

Omvendt undervisning har også blitt diskutert gjennom studien, som en mulig måte å strukturere undervisningen med bruk av KA. Ideen virker god, men forskning på hvordan dette vil fungere i en faktisk klasse vil være interessant og nyttig for å fremme nye måter å undervise på.

6. Avslutning

Denne studien har undersøkt hvordan KA kan anvendes for å oppnå norske kompetansemål i matematikk. For å svare på spørsmålet har vi først sett på om det er mulig å anvende KA i norsk kontekst. Dette er gjort ved å undersøke om KA sine videoleksjoner iveretar norske kompetansemål på en tilfredsstillende måte. Forskningsfunnene i denne studien har vist at videoene i stor grad berører kompetansemålene slik at det vil være mulig for elevene å oppnå disse, imidlertid med visse unntak. Unntakene innebærer kompetansemål som krever argumentasjon rundt fremgangsmåter og oppgaver rundt praktiske situasjoner. Nettsiden KA gir i de aller fleste tilfeller ikke mulighet til å svare på noen andre måter enn et numerisk svar, og har derfor ikke muligheten til å kreve at elever kan argumentere for sin fremgangsmåte. Oppgaver med praktiske situasjoner er tilgjengelige, men det er et mindretall av disse som gjør det vanskelig å oppnå disse kompetansemålene.

Når vi har sett at det er mulig å anvende KA i norsk kontekst kan vi begynne å se etter hvordan vi kan gjøre dette, og hva en må være klar over for å bruke det mest effektivt. Kognitive krav som blir stilt til elevene kan bli variert om elevene følger videoene eller forsøker oppgavene på egenhånd. *Prosedyrer uten forbindelser* er det høyeste kognitive kravet som blir stilt til elevene om de følger videoene, hvor kravene kan gå helt opp til å *gjøre matematikk* om de prøver selv. Å kunne velge hvor mye hjelp en får til oppgaven kan rettes inn mot TPO, hvor elevene selv får mulighet til å tilpasse sin egen opplæring på denne måten. Svake elever kan se leksjonene eller ta prøvene så mange ganger de ønsker, hvor de sterke elevene har muligheten til å arbeide selvstendig. I tillegg kan videoleksjoner være et godt tilbud for elever med dysleksi.

Vurdering er noe KA gjør på et summativt vis, hvor poengsummene fra tester blir samlet opp uten videre tilbakemelding på hvordan det en kan bli bedre. Læreren har derimot tilgang til å se på disse poengsummene og kan bruke denne informasjonen som basis for formativ vurdering. På denne måten kan lærerrollen bli endret til noe som minner mer om en organisator for hvordan undervisningen skal gå.

I likhet med andre studier som har undersøkt KA, viser også denne studien at lærerens rolle er viktig. Lærere som velger å bruke KA i sin undervisning må være kjent med ressursens mangler og hvordan best implementere den. Det er nødvendig å kjenne til stoffet KA har tilgjengelig og fylle på der hvor det trengs. Funksjonaliteten til nettsiden kan gjøre at tidskrevende oppgaver, som retting av prøver og evnen til å vite hva enhver elev mestrer eller ikke, blir gjennomført mer effektivt. Lærerens rolle skifter fra å være en leverandør av informasjon til å bli en organisator av læringsopplevelser (Vidergor & Ben-Amram, 2020).

Konklusjonen er at Khan Academy er en god ressurs for bruk i norsk skole. En skal derimot ikke glemme at KA er kun et verktøy på samme linje som en lærebok eller en kalkulator og en må reflektere rundt hvor det er riktig for hver enkelt klasse å ta i bruk KA. En må altså anse KA som en supplementær ressurs for læring, ikke en primær ressurs. Dette samsvarer med hva grunnlegger Sal Khan sier om bruk av ressursen: «This [å bruke Khan Academy] would minimize the time teachers spend on menial tasks, untether them from the one-size-fits-all approach to education and enable them to focus on individual students' particular needs» (Temple, 2009).

7. Litteraturliste

3Blue1Brown. (2021, 10.05). 3Blue1Brown. *Youtube.* Hentet fra [10.05.21] https://www.youtube.com/channel/UCYO_jab_esuFRV4b17AJtAw

Bang, K. J., Enebakk, V., Fjørtoft, K., Holand, I., Hvinden, B., Johnsen, R., . . . Øyum, L. (2016). Forskningsetiske Retningslinjer for Sammfunnsvitenskap, Humanoria, Juss og Teologi. Hentet fra [23.04.21] https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/hum-sam/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-humaniora-juss-og-teologi/

Bottge, B. A., Heinrichs, M., Chan, S.-Y., Mehta, Z. D., & Watson, E. (2003). Effects of Video-Based and Applied Problems on the Procedural Math Skills of Average- and Low-Achieving Adolescents. *Journal of special education technology, 18*(2), 5-22. doi:10.1177/016264340301800201

Bryman, A. (2008). *Social Research Methods* (Third utg.). Oxford: Oxfor University Press.

Cargile, L. A., & Harkness, S. S. (2015). Flip or Flop: Are Math Teachers Using Khan Academy as Envisionedby Sal Khan? *TechTrends, 59*(6), 21-28. doi:10.1007/s11528-015-0900-8

Catalouge of Bias Collaboration. Henegan, C., & Spencer, E. A. (2018). Confirmation Bias. *Catalogue of Bias.* Hentet fra [29.04.21] https://catalogofbias.org/biases/confirmation-bias/

Caughlan, S. (2015). Computers 'do not improve' pupil results, says OECD. *BBC Business.* Hentet fra [03.05.21] https://www.bbc.com/news/business-34174796

Charalambous, C. Y., Delaney, S., Hsu, H.-Y., & Mesa, V. (2010). A Comparative Analysis of the Addition and Subtraction of Fractions in Textbooks from Three Countries. *Mathematical Thinking and Learning, 12*(2), 117-151. doi:10.1080/10986060903460070

Choi, H. J., & Yang, M. (2011). The effect of problem-based video instruction on student satisfaction, empathy, and learning achievement in the Korean teacher education context. *Higher education, 62*(5), 551-561. doi:10.1007/s10734-010-9403-x

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. R. B. (2018). *Research Methods in Education*(8th ed. utg.).

Digi.no. (2018, 08.05.2018). Lover 450 millioner til teknologisk skolesekk. *Digi.no*. Hentet fra [09.05.21] https://www.digi.no/artikler/lover-450-millioner-til-teknologisk-skolesekk/436697

Drijvers, P. (2018). Empirical Evidence for Benefit? Reviewing Quantitative Research on the Use of Digital Tools in Mathematics Education. I (s. 161-175). Cham: Cham: Springer International Publishing.

Gray, J., & Lindstrøm, C. (2019). Five Tips for Integrating Khan Academy in Your Course. *The Physics teacher, 57*(6), 406-408. doi:10.1119/1.5124284

Haug, P., & Dyrdal, S. T. (2004). Evalueringa av Reform 97. *Norsk pedagogisk tidskrift*(4), 245-247.

Hong, D. S., & Choi, K. M. (2014). A comparison of Korean and American secondary school textbooks: the case of quadratic equations. *Educational Studies in Mathematics, 85*(2), 241-263. doi:10.1007/s10649-013-9512-4

Isiaka, B. (2007). Effectiveness of video as an instructional medium in teaching rural children agricultural and environmental sciences. *International journal of education and development using information and communication technology, 3*(3), 105B.

Khan Academy. (2018). *Khan Academy Annual Report* Hentet fra [23.02.21] https://2018.khanacademyannualreport.org/leveling-the-playing-field/#introduction

Khan Academy. (2021). Khan Academy. *Youtube.* Hentet fra [13.05.21] https://www.youtube.com/c/khanacademy/about

Khan, S. (2011). Lets use Video to Reinvent Education. *TED.* Hentet fra [18.05.21] https://www.ted.com/talks/sal_khan_let_s_use_video_to_reinvent_education
Kong, S. C. (2011). An evaluation study of the use of a cognitive tool in a one-to-one classroom for promoting classroom-based dialogic interaction. *Computers and education, 57*(3), 1851-1864. doi:10.1016/j.compedu.2011.04.008
Kvale, S. (1997). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
Lyngsnes, K., & Rismark, M. (2015). *Didaktisk arbeid* (3 utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.
NHI. (2021, 14.04.2021). Dysleksi. Hentet fra [29.04.21] https://nhi.no/familie/barn/dysleksi/?page=8
Nordahl, T., & Dobson, S. (2009). *Skolen og elevenes forutsetninger : om tilpasset opplæring i pedagogisk praksis og forskning*. Vallset: Oplandske bokforl.
OECD. (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*: PISA, OECD Publishing.
Smith, J. P., Males, L. M., & Gonulates, F. (2016). Conceptual Limitations in Curricular Presentations of Area Measurement: One Nation's Challenges. *Mathematical Thinking and Learning, 18*(4), 239-270. doi:10.1080/10986065.2016.1219930
Smith, M. S., & Stein, M. K. (1998). Selecting and Creating Mathematical Tasks: From Research To Practice. *Mathematics teaching in the middle school, 3*(5), 344.
SSB. (2020). *Bruk av IKT i husholdningene*. Hentet fra [02.05.21] https://www.ssb.no/ikthus
Stevens, M. (2020). *Divisibility rules*. Hentet fra [10.05.21] https://www.youtube.com/watch?v=f6tHqOmIj1E&t=1115s&ab_channel=D%21NG
Temple, J. (2009, 14.12.2009). Slaman Khan, math Master of the Internet. *San Francisco Chronicle*.
Tjora, A. H. (2017). *Kvalitative Forskningsmetoder i Praksis* (3. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
Tucker, B. (2012). The Flipped Classroom. *Education next, 12*(1).
Utdanningsdirektoratet. (2020a). *Læreplan i Matematikk* (MAT01-05). Hentet fra [24.01.21] https://www.udir.no/lk20/mat01-05?lang=nob
Utdanningsdirektoratet. (2020b). *Overordnet del - Grunnleggende Ferdigheter*. Hentet fra [15.02.21] https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/prinsipper-for-laring-utvikling-og-danning/grunnleggende-ferdigheter/?curriculum-resources=true
Utdanningsdirektoratet. (2020c). *Prinsipper for Skolens Praksis - Undervisning og Tilpasset Opplæring*. Hentet fra [15.02.21] https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/3.-prinsipper-for-skolens-praksis/3.2-undervisning-og-tilpasset-opplaring/
Vančura, J. (2017). *Research on the language barriers of students who use Khan Academy as a mathematics homework platform*. Dublin, Ireland: CERME 10.
Vidergor, H. E., & Ben-Amram, P. (2020). Khan academy effectiveness: The case of math secondary students' perceptions. *Computers and education, 157*, 103985. doi:10.1016/j.compedu.2020.103985

NTNU

Kunnskap for en bedre verden