UiA Universitetet i Agder

Master

Melk til alle!

- En studie av elever på 7. trinn som arbeider med en modelleringsoppgave

Nhi Thao Bui &
Ida Marie Sandrib

VEILEDERE
Cornelia Brodahl
Shaista Kanwal

Universitetet i Agder, Mai 2023
Fakultet for teknologi og realfag
Institutt for matematiske fag

Forord

Da sto vi endelig her, ved veis ende på universitetet med en ferdigprodusert masteroppgave! Det har vært noen krevende, men lærerike år. Som studenter har vi følt på stress og press knyttet til studiehverdagen, og alt som hører den til. Men vi har også fått gleden av å oppleve de gode sidene. Vi har tilegnet oss kunnskap og mestret utfordringer, og underveis har vi skaffet oss unike verktøy som vi tar med oss videre når vi skal ta det store steget inn i arbeidslivet.

I løpet de siste 5 årene har vi stiftet mange nye bekjentskaper, og fått venner som vi vil følge oss livet ut. Først og fremst vil rette en takk til alle dere for den fine studietiden. Videre vil vi rette en takk til alle som har bidratt til at vi kom i havn med denne masteroppgaven. Spesielt til våre to veiledere, Cornelia Brodahl og Shaista Kanwal, som har vært til stor hjelp med deres ekspertise på fagområdet. Dere har vært viktige støttespillere fra start hvor dere hjalp oss med å gi studien retning, og videre har geleidet oss gjennom den krevende prosessen. Dere har også vært til stor hjelp i tider hvor det har gått trått, og vi rett og slett bare har trengt noen trøstende og oppmuntrende ord.

Vi vil også rette en stor takk til lærerne, elevene og foresatte som lot oss forske på skolen. Uten dere ville ikke denne oppgaven blitt noe av, så takk for deres åpenhet og tillit. Videre vil vi rette en takk til familie, venner som har kommet med gode råd, og fått oss til å tenke på at livet også er annet enn det å skrive en masteroppgave. Og takk til våre to samboere, Helge Fossdal og Aleksander Larsen, for deres tålmodighet, støtte og oppmuntrende ord.

Avslutningsvis ønsker vi å takke hverandre. Takk til de gode samtalene vi har hatt, da de har vært en verdifull og lærerik del av vår profesjonsfaglige utvikling. Vi kan også det å heie på hverandre, være til stede og vise varme, noe som har bidratt til å skape et positivt og støttende samarbeid.

Tusen takk!

Kristiansand, 7. mai 2023

Sammendrag

Formålet med denne studien er å undersøke hva som karakteriserer en gruppe elever på 7.trinn sitt første møte med en matematisk modelleringsoppgave. Studien undersøker nærmere hvilke overganger som identifiseres, blokkeringer som eventuelt oppstår og betydningen av disse for elevens arbeid, i henhold til modelleringsprosessen. Data er samlet inn gjennom lydopptak av ni elever fordelt på tre grupper når de arbeider med en modelleringsoppgave, samt lydopptak fra gruppeintervjuer etter at oppgaven er løst. Elevenes møte og eventuelle blokkeringer blir analysert ved hjelp av et analyseverktøy utviklet på bakgrunn av modelleringsprosessen til Borromeo Ferri (2006b) og Galbraith og Stillman (2006a). Det er supplert med teori om modell og modellering, i tillegg til det som allerede er beskrevet i Læreplanen for Matematikk 1–10 (Kunnskapsdepartementet, 2019).

Funn fra forskningen viser at elevene bruker egne erfaringer og matematisk kunnskap i modelleringsprosessen. Deres mentale representasjon av problemsituasjonen varierer, hvor noen elever baserer seg på ekstramatematiske kunnskaper og erfaringer fra hverdagslivet, i motsetning til andre som er mer fokusert på tall og fakta. Overgangene som omhandler forståelse, strukturering, forenkling og matematisering forekommer mer frekvent enn de andre overgangene. Blokkeringene i disse overgangene oppstår ofte på bakgrunn av vanskeligheter med å forstå oppgaven og å velge riktig tilnærming. Overgangene som handler om tolkning og validering av resultater, opptrer sjeldnere. Her identifiseres blokkeringer i form av at elevene har vanskelig for å knytte deres matematiske resultater til virkeligheten.

Til tross for betydelig forskning på matematisk modellering de siste årene, er det fortsatt begrenset søkelys på dette området i mellomtrinnet. Derfor ser vi et klart behov for å øke vår kompetanse innen matematisk modellering på mellomtrinnet. Denne studien betrakter vi som en verdifull ressurs i vår utvikling av profesjonsfaglig kompetanseutvikling som lærere. Studien bidrar med kunnskap og perspektiver som kan berike vår undervisningspraksis. Dette kan gjøre det mulig for oss å tilpasse undervisningen og veiledningen, slik at vi kan støtte elevene på en mer målrettet måte gjennom modelleringsprosessen.

Summary

The purpose of this study is to investigate the characteristics of a group of 7th-grade pupil's initial encounter with a mathematical modeling task. The study examines the transitions identified, potential blockages that occur, and their significance for the pupil's work concerning the modeling process. Data was collected through audio recordings of nine students, divided into three groups, as they engaged with a modeling task, as well as audio recordings from group interviews after task completion. The pupil's encounters and potential blockages were analyzed using an analysis tool developed based on the modeling processes by Borromeo Ferri (2006b) and Galbraith & Stillman (2006a). This analysis is supplemented with theory about models and modeling, in addition to the content already described in the Curriculum for Mathematics 1-10 (Kunnskapsdepartementet, 2019).

Findings from the research demonstrate that students draw on their personal experiences and mathematical knowledge in the modeling process. Their mental representation of the situation varies, with some students relying on extra-mathematical knowledge and everyday life experiences, while others exhibit a stronger focus on numbers and facts. Transitions involving understanding, structuring, simplifying, and mathematizing occur more frequently than other transitions. Blockages in these transitions often stem from difficulties in comprehending the task and selecting the appropriate approach. Transitions related to the interpretation and validation of results are less common. Blockages are identified as students facing challenges in connecting their mathematical results to real-life contexts.

We consider this study as a valuable resource for the development of our professional competence as teachers. The study contributes knowledge and perspectives that can enrich our teaching practices. This enables us to tailor our instruction and guidance, thereby providing more effective support to students throughout the modeling process.

Innholdsfortegnelse

1.0 Introduksjon

Matematisk modellering har i de siste tiårene fått større plass i læreplanen i flere land, inkludert Norge (Berget & Bolstad, 2019; Stillman et al., 2017). Det er ett av de sentrale temaene innenfor matematikkundervisning, og grundig dokumentert i en rekke publikasjoner, konferanseprosedyrer og programmer fra ulike internasjonale organisasjoner (Ekol, 2011). I tillegg står modellering oppført som et av kjerneelementene i læreplanen for Matematikk 1–10 (Kunnskapsdepartementet, 2019), og er på bakgrunn av dette ansett som noe av det viktigste faglige innholdet elevene skal arbeide med i matematikkundervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Opplæringslova (1998) § 1-1 fastsetter at formålet med opplæringen inkluderer å gi elevene kunnskap, ferdigheter og holdninger som er nødvendig for å mestre sine liv og videre aktivt delta i arbeid, og fellesskap i samfunnet. Elevene skal få anledning til å uttrykke kreativitet, engasjement, utforskertrang og utvikle evnen til å tenke kritisk. Matematisk modellering i skolen er ment å bidra til utviklingen av disse kompetansene hos elevene. Modellering handler om å bruke matematikk for å løse et virkelighetsnært problem (Berget & Bolstad, 2019, s. 83). Å innføre matematisk modellering i skolen er en måte å koble matematikken fra klasserommet til hverdagslivet, og kan være med på å gjøre det mer tydelig for elevene å se hvordan matematikken kan ha en praktisk nytteverdi i samfunnet.

Til tross for betydelig forskning på matematisk modellering de siste årene, er det fortsatt begrenset søkelys på dette området i mellomtrinnet. Derfor ser vi et klart behov for å øke vår kompetanse innen matematisk modellering på mellomtrinnet.

1.1 Formål og forskningsspørsmål

Formålet med denne studien er å undersøke hva som karakteriserer en gruppe elever på 7.trinn sitt første møte med en matematisk modelleringsoppgave. Modelleringssyklusen blir brukt som utgangspunkt for å analysere hvordan elevene tilnærmer seg en matematisk modelleringsoppgave. For å undersøke dette har vi utarbeidet følgende problemstilling og forskningsspørsmål:

Problemstilling:

– Hva karakteriserer en gruppe 7. trinn elevers første arbeid med en matematisk modelleringsoppgave?

Forskningsspørsmål

- Hvilke overganger identifiseres i elevenes arbeid i henhold til modelleringsprosessen?
- Oppstår det blokkeringer, og hva er betydningen av disse for elevenes arbeid?

2.0 Teori og tidligere forskning

I dette kapittelet presenterer vi det teoretiske grunnlaget for vår forskning. Vi starter med konseptuelle betraktninger, begrepsavklaringer, og presenterer tidligere forskning. Ut fra dette vil vi posisjonere vår egen forskning. Videre greier vi ut om hva matematisk modellering i skolen innebærer, og lister opp noen punkter over hvilke kompetanser elever trenger for å engasjere seg i arbeidet. Deretter gir vi en grundig redegjørelse av modelleringsprosessen. Til slutt presenteres mulige blokkeringer elever kan møte i arbeidet med modellering.

2.1 Konseptuelle betraktninger og begrepsavklaringer

I litteraturen om matematisk modellering finnes det flere definisjoner av begrepene "modell” og “modellering” (Borromeo Ferri, 2018; Galbraith & Stillman, 2006a; Maaß, 2010; Niss et al., 2007; Pollak, 2011). I dette delkapittelet vil vi presentere noen av disse. Vi vil også gjøre rede for begrepet «kognitiv modellering» som er det perspektivet vår forskning befinner seg innenfor, og deretter presentere tidligere forskning som vi ser som relevant for vår studie.

2.1.1 Begrepet «modell»

Maaß definerer begrepet modell basert på Henn (2000, s. 10, sitert i Maaß, 2010, s. 287) som en forenklet representasjon av virkeligheten. Dette er i samsvar med Pollak (2011, s. 64) som presiserer at når en har bestemt seg for innfallsvinkel til et problem, og oversatt det til matematikk, vil en få en matematisk modell av den opprinnelige situasjonen (Pollak, 2011, s. 64). Niss et al. (2007, s. 3) ser modell i sammenheng med begrepet «applications (anvendelse)», «extra-mathematical world (ekstra-matematiske verden)», «modeling (modellering)» og «modelling cycle» (modelleringssyklus)». Ifølge dem oppstår en anvendelse hver gang matematikk blir benyttet for å forstå den ekstra-matematiske verden bedre. En modell kan sees som verktøy for å beskrive en relevant del av problemet i den virkelige verden (Niss et al., 2007, s. 3-4). Hver gang anvendelse av matematikk blir benyttet, blir en matematisk modell inkludert, enten eksplisitt eller implisitt.

2.1.2 Begrepet «modellering»

Maaß (2010, s. 287) definerer begrepet modellering, som en prosess der man forstår et realistisk problem, setter opp en modell av problemet og videre arbeider matematisk med modellen for å komme frem til en løsning. I denne prosessen beveger man seg mellom Virkeligheten og matematikk. Niss et al. (2007, s. 4) definerer modellering som en prosess fra det å strukturere et problem, matematisere, arbeide matematisk, tolke, konkludere og eventuelt gjenta denne prosessen, hvis det skulle vise seg å være nødvendig (Niss et al., 2007, s. 4).

Utover Maaß (2010) og Niss et al. (2007), har Pollak (2011) også en liknende definisjon på modelleringsbegrepet. Han anser matematisk modellering som en prosess som starter med å lage en matematisk modell for å få bedre innsikt i et problem eller kunne svare på et spørsmål, og ender med å oversette et forslag til løsning tilbake til den virkelige situasjonen (Pollak, 2011, s. 64). Han påpeker at det er viktig å se seg tilbake og evaluere om svarene virker rimelige, og om konsekvensene av valg tatt på veien fortsatt er akseptable. Dersom det skulle vise seg at de ikke er det, må valgene fra starten revurderes og man må eventuelt starte modelleringsprosessen på nytt.

Når det kommer til modelleringsbegrepet er flere enige om at det skjer en form for veksling mellom den virkelige verden og matematikk (Maaß, 2010; Niss et al., 2007; Pollak, 2011). Dette er i samsvar med Borromeo Ferri (2018, s. 13) som forstår aktiviteter som involverer overganger mellom virkelighet og matematikk som vesentlige trekk ved matematisk modellering. Galbraith og Stillman (2006a, s. 143) baserer seg på en tilnærming til modellering som omhandler at en modelleringsprosess er drevet av et ønske om å oppnå et matematisk resultat på bakgrunn av et motiverende virkelighetsnært problem.

2.1.3 Begrepet «kognitiv modellering»

Det er gjort mye forskning på modellering, noe som har ført til ulike perspektiver og mål for modelleringsarbeidet (Kaiser & Sriraman, 2006, s. 302-303). Kaiser og Sriraman har forsøkt å klassifisere (internasjonale) perspektiver på modellering i matematikkundervisning. De ulike perspektivene presenteres som: realistisk, kontekstuell, pedagogisk, sosio-kritisk og epistemologisk. I tillegg presenteres også *kognitiv modellering som e*n nyere tilnærming. I vår forskning befinner vi oss innen dette perspektivet som har som mål å analysere og forstå kognitive prosesser. Kognitiv modellering har også et mål om å fremme abstraksjon og generalisering som en mental prosess, og å ta i bruk modeller som mentale bilder eller fysiske bilder for å fremme matematiske tankeprosesser (Kaiser & Sriraman, 2006, s. 304). For å få dette til må elevers individuelle modelleringsruter eller barrierer rekonstrueres, underveis i modellerings-aktiviteter (Kaiser & Sriraman, 2006, s. 307). For eksempel Blum og Leiß (2007b), samt Borromeo Ferri (2006b) plasseres under dette perspektivet.

2.2 Tidligere forskning og bakgrunn for studien

I SINUS-prosjektet forsket Blum og Leiß (2007b, s. 3) på hvordan elever og lærere på 9. trinn mestret krevende matematisk modelleringsoppgaver. De fant rom for forbedring ved blant annet å gi elevene flere muligheter for å drive med kompetanserettede aktiviteter, se flere sammenhenger, reflektere mer, og ved å fremskaffe en bedre balanse mellom selvstendige og læringsstyrte undervisningssituasjoner (Blum & Leiß, 2007b, s. 15).

Borromeo Ferri (2007b, s. 45) forsket på lærere og elever i kontekst-bundne matematikktimer på 10. trinn fra et kognitivt perspektiv. Med vekt på det kognitive perspektivets "matematiske tenkemåter" analyserte hun lærerens måte å håndtere modelleringsproblemer i klasserommet. Hun fant at både lærerens råd og diskusjoner i plenum kunne føre til å stimulere, men også til å unngå visse faser av modelleringsprosessen (Borromeo Ferri, 2007b, s. 53). Funnene inkluderer også at både elever og lærere ofte er ubevisste på at de har en egen preferanse som omhandler «matematisk tenkemåte». Som en konsekvens understreker hun viktigheten av å hjelpe elevene med å se poenget med matematikk ved hjelp av virkelighetsnære oppgaver, slik at elevene blir bevisste på sammenhengen mellom matematikk og virkeligheten.

I sin masteroppgave undersøker Granmo (2022, s. 121) hvordan elever på 8. trinn jobber med modelleringsoppgaver. Hun konkluderer ved at matematisk modellering bare kan læres grundig hvis undervisningen oppfyller spesielle kvalitetskriterier, som da vil si en balanse mellom lærerens veiledning og elevenes uavhengighet. Hun påpeker likevel at hennes forskning viser at det er godt mulig at elever kan lære modellering på egen hånd i enkelte tilfeller, men at for at de skal bli dyktige til dette, så kreves det trening og veiledning i kvalitetsundervisning.

Galbraith og Stillman (2006a) gjennomførte en studie av elever på 14 -15 år med et ønske om å identifisere hvordan blokkeringer kan oppstå, og eventuelt også overkommes når elever arbeider med å lage matematiske modeller. En pilotstudie av elever på 11.trinn ved Schaap et al. (2011, s. 144) viser at en vellykket utførelse av en aktivitet gir muligheter for fremdrift i modelleringsprosessen, og en mislykket utførelse representerer en blokkering som kan hindre fremdrift. Hankelen (2020) forsket på hvilke problemer og blokkeringer elever i fransk og tysk videregående skole (10-12 trinn) møter i arbeidet med modellering. Studien demonstrerer at det finnes forskjeller i elevens modelleringsprosess som kan forklares med ulikheter mellom undervisningen og måten de lærer matematisk modellering. Ulikhetene mellom nasjonene er elevens håndtering av den virkelige situasjonen og ambisjoner etter nøyaktighet.

Elever på barnetrinnet kan også arbeide med modellering og utvikle modelleringskompetanse. Dette ser vi i en studie (English & Watters, 2005), som involverte elever i tredjeklasse (8-åringer). Studien påpeker at når tredjeklassingene arbeider med modelleringsproblemer, hjelper det dem med å utvikle matematiske ideer og forstå sammenhenger i virkeligheten. Dette understreker betydningen av å inkludere modellering som en tilnærming i matematikkundervisningen for yngre elever.

Vi anerkjenner at det allerede finnes forskning knyttet til våre forskningsspørsmål i større eller mindre grad. Til tross for dette ser vi at mye av den forskningen som er gjort er knyttet til høyere alderstrinn. På bakgrunn av dette anser vi det som relevant å undersøke nærmere hvordan elever på lavere alderstrinn arbeider med matematisk modellering, og hvilke blokkeringer de møter her.

2.3 Matematisk modellering i læreplanverket

Begrepene, modell og modellering står oppført under et av kjerneelementene i læreplanen for matematikk 1.-10. trinn (Kunnskapsdepartementet, 2019). Ifølge Kunnskapsdepartementet er det forventet at elever skal ha innsikt i hvordan modeller i matematikk anvendes til å beskrive fenomener som er relevante for dagligliv, arbeidsliv og samfunnsmessige forhold. Modellering i matematikk er en sentral kompetanse som omfatter evnen til å skape slike modeller. En modell blir referert til som en beskrivelse av virkeligheten utrykt i matematisk språk (Kunnskapsdepartementet, 2019).

Maaß (2010, s. 287) påstår at det å jobbe med modellering i skolen kan bidra til at elever får øvelse i å forstå et virkelighetsnært problem, og finne en løsning ved å bruke matematikk. Å gi elevene muligheten til å ta i bruk matematikken de lærer i ulike sammenhenger utenfor klasserommet, er ifølge Niss et al. (2007, s. 5) en av hovedgrunnene til å undervise i matematikk for elever i grunnskolen og på ungdomstrinnet. Som følge av dette hevder de at modellering bør være inkludert i undervisningen, uten at man nødvendigvis eksplisitt bruker dette begrepet (Niss et al., 2007, s. 5).

Til tross for at modellering er en del av matematikkundervisningen i henhold til læreplanen i matematikk (Kunnskapsdepartementet, 2019), hevder Pollak (2011, s. 64) at matematikken som elever lærer på skolen, og den de bruker i deres virkelige liv, er svært forskjellig og i mange tilfeller ikke har spesielt mye med hverandre å gjøre. Å benytte seg av matematikk for å løse problemer fra den virkelige verden, kan gjøre at matematisk modellering blir en utfordring for elever (Borromeo Ferri, 2018, s. 13). Pollak (2011, s. 64) hevder også at matematikkundervisningen har et særdeles viktig ansvar for å lære elevene hvordan matematikk kan benyttes i hverdagslivet, og at det er viktig å lære seg denne måten å tenke på (Pollak, 2011, s. 64).

Matematisk modellering handler også om at elevene skal kritisk vurdere om modellene er gyldige, hvilke begrensninger de har, vurdere modellene i lys av de opprinnelige situasjonene og vurdere om de kan brukes i andre situasjoner (Kunnskapsdepartementet, 2019). Dette er i samsvar med Pollak (2011, s. 64) sin påstand om at matematikkundervisning har et ansvar for å lære elevene hvordan matematikken blir brukt i hverdagslivet. Hans påstand kan knyttes til det tverrfaglige temaet i skolen, «demokrati og medborgerskap», som blant annet handler om at elevene skal utvikle kompetanse i å utforske og analysere funn fra hverdagsliv og samfunn, og videre dømme om slike funn er valide (Kunnskapsdepartementet, 2019). En slik ferdighet skal kunne bidra til at elever utvikler egne argumenter og blir aktive deltakere i samfunnsdebatten (Kunnskapsdepartementet, 2019). Dette er i tråd med Maaß (2010, s. 303-304) som understreker at det er viktig at skolen forbereder elevene til å bli ansvarlige medborgere i samfunnet. Hun fremhever at modellering kan være et verktøy som bidrar til at elevene forstår den virkelige verden bedre, støtte læringen i matematikk, bidra til å utvikle varierte matematiske kompetanser og få et bredere bilde av matematikk. Det er også i tråd med Blum (2011, s. 19) som hevder at en forutsetning for å forberede elever på nettopp ansvarlig medborgerskap og deltakelse i samfunnslivet, er modelleringskompetanse. Blum (2011, s. 19, vår oversettelse) hevder at matematisk modellering skal:

- Hjelpe elever til å bedre forstå verden
- Støtte opp om læring i matematikk (motivasjon, begrepsdannelse og forståelse)
- Bidra til utvikling av ulike matematiske kompetanser og holdninger
- Bidra til et tilstrekkelig bilde av matematikk

Disse fire begrunnelsene viser betydningen av å inkludere modellering i skolen for å få en dypere forståelse av matematisk innhold, og bidra til en allmenndannelse (Borromeo Ferri, 2018, s. 17-18). Til tross for at arbeid med modellering ikke er den eneste muligheten for å oppnå dette, kan modellering bidra til at matematikkundervisning blir mer meningsfull for elevene (Blum, 2011, s. 19).

2.4 Matematisk modelleringskompetanse

Det er en sterk sammenheng mellom definisjonen av modelleringskompetanse og forståelsen for modelleringsprosessen (Maaß, 2006, s. 116). Blum og Kaiser (sitert i Maaß, 2006, s. 116-117) gir en beskrivelse over delkompetanser elever trenger for å engasjere seg i modellering:

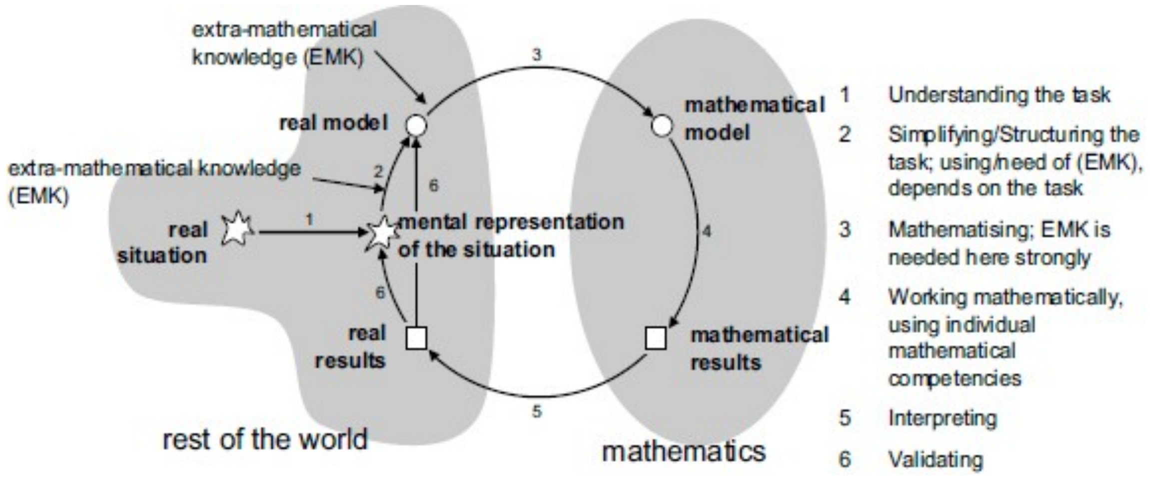
- *Evnen til å forstå det virkelige problemet og å sette opp en modell basert på virkeligheten* forutsetter kompetanse i å gjøre antagelser av problemet og forenkle situasjonen. Videre inkluderer det også evnen til å gjenkjenne faktorer som påvirker en gitt situasjonen, navngi sentrale faktorer, konstruere forbindelser mellom sentrale faktorer og vurdere om informasjon er relevant for å løse den gitte oppgaven.
- *Evnen til å konstruere en matematisk modell basert på den virkelige modellen* impliserer å matematisere og forenkle relevante kvantiteter, og deres forbindelser. Elevene skal også kunne velge tilstrekkelig matematiske notasjoner, og presentere situasjoner grafisk.
- *Kompetanse til å løse matematiske spørsmål innenfor en gitt matematisk modell* inkluderer at eleven evner å bruke praktisk og logisk tenkning, som for eksempel når en skal dele opp problemet i delproblemer, identifisere sammenhenger i problemet og se problemet fra et annet perspektiv. Til slutt forutsetter det også at eleven tar i bruk matematisk kunnskap i løsningsprosessen.
- *Kompetanse i å tolke matematiske resultater i en virkelig situasjon* impliserer evnen til å tolke matematiske resultater i ulike sammenhenger. I tillegg inkluderer det også evnen til å tilpasse en løsning som ble utviklet for en spesiell situasjon, kunne presentere og kommunisere løsningen på en funksjonell måte ved å bruke egnet matematisk språk.
- *Evne til å validere løsningen* inkluderer en kritisk tilnærming i vurderingen og refleksjon over løsningen. Dette innebærer å gå gjennom løsningsprosessen, stille spørsmål til løsningens pålitelighet, og gjøre justeringer hvis løsningene ikke passer situasjonen (Blum & Kaiser, sitert i Maaß, 2006, s. 116-117).

2.5 Modelleringsprosesser

Matematisk modellering blir ofte beskrevet gjennom en modelleringsprosess. En modelleringsprosess er en fremstilling av matematisk modellering i en sammensatt syklus. De fleste sykluser har en kognitiv tilnærming, og beskriver hvordan elever tenker når de løser en modelleringsoppgave (Borromeo Ferri, 2018, s. 20-28). For å rekonstruere elevers modelleringsruter, barrierer og utfordringer underveis mens elever arbeider med modelleringsaktiviteter er det utviklet ulike modeller for dette. I det følgende vil vi presentere to modeller med fokus på elevers mentale prosesser i arbeid med modellering (Borromeo Ferri, 2006b; Galbraith & Stillman, 2006a).

2.5.1 Modelleringssyklus utviklet av Borromeo Ferri

I en studie gjort av Borromeo Ferri (2006b, s. 90) blir elever som arbeider med modellering analysert fra et kognitivt perspektiv (se kapittel 2.1.3). Forskere som arbeider med et kognitivt syn på modelleringssyklusen, fokuserer særlig på mentale prosesser hos enkeltpersoner i arbeid med modellering (Borromeo Ferri, 2018, s. 24). Figur 1 viser en modelleringssyklus fra dette perspektivet:



Figur 1. Modelleringssyklusen fra et kognitivt perspektiv utviklet av Borromeo Ferri (2006a).

Borromeo Ferri (2006b, s. 91-92) presenterer seks faser og overganger elever kan være innom i arbeid med modellering (se figur 1). Til tross for at modelleringssyklusen er utformet slik at det ser ut som en kontinuerlig syklus, hvor hver overgang mellom de ulike fasene har en bestemt retning, peker Borromeo Ferri (2006b, s. 91) på at modelleringsprosessen ikke må sees på som lineær. Elevenes prosess med modellering kan bli referert til som en "modelleringsrute" (Borromeo Ferri, 2007a, s. 265). Elevene kan benytte ulike modelleringsruter når de arbeider. Basert på elevers egen preferanse, starter den individuelle prosessen i en spesifikk fase. Det betyr at noen av fasene i modelleringssyklusen fokuseres mer spesifikt på, andre kan være fraværende, noen blir benyttet opptil flere ganger eller bare én gang, og elevene kan veksle mellom dem.

Borromeo Ferri (2018, s. 16) understreker behovet for å hente inn ekstra-matematisk kunnskap (EMK) fra hverdagslivet i oppgaver med manglende informasjon. Nivået på ekstra-matematiske evner kan variere basert på elevens personlige erfaring. Ved å inkludere ekstra-matematisk kunnskap i løsningsprosessen, kan det bidra at elevene ser sammenhengen mellom virkeligheten og matematikk. For å få dette til bør elevene gis mulighet til å bruke, utvikle og inkludere EMK. Videre påpeker Borromeo Ferri (2018, s. 16) at anvendelse av ekstra matematisk kunnskap kan gjøre modelleringsproblemer mer interessant for elever.

En essensiell fase for å forstå oppgaven er ifølge Blum og Leiß (sitert i Borromeo Ferri, 2018, s. 24) overgangen mellom "real situation" (virkelig situasjon) og "situation model" (situasjonsmodell). I stedet for "situation model" (situasjonsmodell), bruker Borromeo Ferri konseptet "mental representation of the situation" (mental representasjon av situasjonen). Ifølge henne kan de mentale prosessene som et individ går gjennom når det leser en oppgave på en bedre måte beskrives som "mental representasjon av situasjonen".

Vi beskriver kort den empiriske differensieringen av fasene i Borromeo Ferri's modell (2006b, s. 92) som inkluderer klassifiseringen av utsagn og handlinger til elevene, og overgangene mellom disse. I henhold til modelleringssyklusen skiller vi mellom begrepene overganger og faser. Fra virkelig situasjon til virkelig resultat er det seks ulike faser elever kan være innom. Det vi referer til som overgang, betyr transisjon fra en fase til en annen. Til tross for at vi setter søkelys på overganger, ønsker vi å inkludere en kort beskrivelse av de ulike fasene. Dette fordi modelleringssyklusen er en sammensatt prosess.

2.5.1.1 Fasene i modellen

- ***«Real situation (virkelig situasjon)»*** presenterer situasjonen, som er gitt i problemet (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92). Det kan for eksempel være tekstboks, tall og bilde, eller en kombinasjon.
- I "***Mental representation of the situation (mental representasjon av situasjonen – MRS)*** har eleven en mental representasjon av situasjonen (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92). Denne representasjonen kan variere fra elev til elev, og for eksempel være påvirket av elevens tenkemåte i matematikk. Borromeo Ferri nevner for eksempel at elevens mentale representasjon kan være sterkt påvirket av elevens egne erfaringer og forutsetninger, ellers blir fokuset vektlagt på gitte fakta og tall.
- En fase som har en sterk relasjon til MRS, er «***Real model (virkelig modell)***» (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92). Det er derfor virkelig modell tar utgangspunkt i elevens interne nivå, men eksterne representasjoner kan på samme måte presentere en virkelig modell.

- I fasen, «***matemathical model (matematisk modell)*** er elevenes samtaler lite påvirket av den virkelige verden, men heller på et matematisk nivå (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92).
- Elevene begynner å skrive ned resultater i fasen som kalles, «***mathematical results (matematiske resultater)***» (Borromeo Ferri, 2006b, s. 93).
- Hvis elevene begynner å diskutere om resultatene kan stemme eller ikke, er de i fasen «***real results (virkelige resultater)***» (Borromeo Ferri, 2006b, s. 93).

Det er to hovedelementer som skiller forskjellen mellom "Real Situation" og "MRS" (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92). Det første elementet handler om at eleven forenkler problemet ubevisst. Det andre elementet omhandler elevens forutsetning og preferanser, altså elevens tilnærming til problemet i modelleringssyklusen.

2.5.1.2 Overgangene i modellen

Nedenfor følger vår beskrivelse av overgangene som er tolket og oversatt fra engelsk (Borromeo Ferri, 2006b, s. 91-93):

1) **Forståelse:** I overgangen mellom "virkelig situasjon" og "MRS" (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92) må eleven lese oppgaven og forstå problemet som den omhandler (Blum & Leiß, 2007a, s. 225). I denne situasjonen finner vi en mental fortolkning av problemet. Denne mentale rekonstruksjonen skjer ofte ubevisst hos eleven. Eleven kan arbeide med oppgaven, selv om eleven ikke forstår den (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92).
2) **Forenkling/strukturering:** I overgangen mellom "MRS" og "virkelig modell" (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92) blir oppgaven *forenklet, strukturert* og formet mer presist. Det innebærer at eleven blant annet blir ledet til å forme en virkelig modell av situasjonen (Blum & Leiß, 2007a, s. 226). I denne overgangen skal eleven blant annet gjøre antakelser, og avgrense hvilken informasjon som er viktig å ta med seg videre. Måten eleven gjør avgrensninger på er påvirket av MRS. I denne fasen oppstår også kravet om "ekstra matematisk kunnskap" (EMK) (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92).
3) **Matematisering:** *Matematisering,* finner vi i overgangen mellom "virkelig modell" og "matematisk modell". Her er også den ekstra matematiske kunnskapen sterkt etterspurt (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92). Ved hjelp av *matematisering* skal den virkelige modellen omformes til en matematisk modell (Blum & Leiß, 2007a, s. 226).

4) **Arbeide matematisk:** I overgangen mellom “matematisk modell” og “matematisk resultat” finner vi steget, *arbeide matematisk* (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92-93). Eleven bruker matematisk kompetanse og får et matematisk resultat som blir tolket som reelt i den virkelige verden (Blum & Leiß, 2007a, s. 226).
5) **Tolkning:** I overgangen mellom “matematiske resultater” og “virkelige resultater” finner vi overgangen *tolkning* (Borromeo Ferri, 2006b, s. 93). Eleven tar med seg de matematiske resultatene, og tolker dem i den virkelige verden som virkelige resultater (Blum & Leiß, 2007a, s. 226). Det påpekes at elevene ofte gjennomfører tolkningen på en uoppmerksom måte (Borromeo Ferri, 2006b, s. 93).
6) **Validering:** Mellom fasene, “virkelig resultat” og “situasjons modell”, finner vi *validering.* I denne overgangen skal elevene sjekke om resultatet er egnet til sitt formål. En validering kan føre til at eleven må gå gjennom løsningsprosessen på nytt. Det presenteres to ulike måter av validering (Borromeo Ferri, 2006b, s. 93): 1) Intuitiv validering og 2) kunnskapsbasert validering. Det førstnevnte begrepet, *inutitiv validering,* er mindre preget av bevisstgjøring (Borromeo Ferri, 2006b, s. 93). Her kan eleven for eksempel finne ut at resultatet ikke stemmer, men ikke begrunne hvorfor. Det kan være at elevene “føler” resultatene ikke passer inn med deres erfaringer og preferanser. Elevene er ofte ikke bevisst på hva som er feilen i disse situasjonene ettersom det bare er en intuisjon de har. Det sistnevnte*, kunnskapsbasert validering* handler om at eleven tar utgangspunktet i sine “EMK” for å sjekke om den er enig eller uenig med resultatene sine. I denne type validering er eleven mer bevisst.

   Den intuitive valideringen er mer ubevisst, den kunnskapsbaserte valideringen er mer bevisst. Grunnen til mangel på validering hos elever er at det ofte foregår en «indre-matematisk» validering. For disse elevene betyr validering å «kalkulere» den matematiske modellen. Elevene knytter ikke resultatene til virkeligheten som er gitt i situasjonen, og relasjoner mellom matematiske resultater og den virkelige verden er fraværende.

2.5.2 Modelleringssyklusen presentert av Galbraith og Stillman

Galbraith og Stillman (2006a) har benyttet modelleringsprosessen som utgangspunkt for å utvikle et rammeverk for å undersøke elevers arbeid i modelleringsprosessen, inkludert muligheter og blokkeringer.

Overgangene som finnes mellom modelleringsfasene A, B, C, D, E, G og F er presentert nedenfor (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 144):

A → B: Forstå, strukturere, forenkle, tolke kontekst

B → C: Anta, formulere, matematisere

C → D: Arbeide matematisk

D → E: Tolke matematisk output

E → F: Sammenligne, kritisere, validere

Vi har tatt i bruk dette rammeverket (Galbraith & Stillman, 2006a) og flettet inn deler av Borromeo Ferri (2006b) sin modell for å analysere datainnsamlingen vår. I kapittel 3.7 beskrives det nærmere hvordan vi har valgt å kombinere de to rammeverkene til et helhetlig analyseverktøy.

2.6 Blokkeringer i de ulike overgangene i modelleringsprosessen

I henhold til rammeverket av Galbraith og Stillman (2006a, s. 143-160) kan en blokkering karakteriseres som hemmende fremdrift i modelleringsprosessen. En elev kan f.eks. møte en hindring i løsningsprosessen sin, når den ikke vet hvordan den skal gå frem og istedenfor må gå tilbake til et tidligere trinn i modelleringssyklusen (Galbraith & Stillman, 2006, sitert i Hankelen, 2020, s. 215). I det følgende presenterer vi eksempler på blokkeringer, fra en og samme studie som Galbraith og Stillman (2006a) har gjennomført.

Innenfor overgangen, A til B (*Forstå, strukturere, forenkle, tolke kontekst)* kan elevene møte på blokkeringer med å forstå konteksten for oppgaven, forenkle antakelser, identifisere arten av den strategiske entiteten og spesifisere riktige elementer i de identifiserte strategiske entitetene (1.4) (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 148-155). Studien involverte flere modelleringsoppgaver, og i hver av disse oppgavene var det en hindring i elevens forståelse av problemer.

Sentrale aktiviteter for å matematisere problemet er representert i overgangen fra B til C (*Anta, formulere, matematisere)*. Resultatene fra studien til Galbraith og Stillman (2006a) viser at denne overgangen er en av de mest utfordrende for elevene. Blokkeringer kan blant oppstå i forbindelse med å representere elementene matematisk, gjøre relevante antakelser, muliggjøre beregning ved bruk av teknologi og matematiske metoder (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 149-156).

For å omforme det reelle problemet til en matematisk modell må elevene arbeide matematisk (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 159). Elevene kan møte på blokkeringer hvis de ikke anvender passende formler, bruker riktige regler i matematikk, matematiske metoder eller teknologi for å utføre og verifisere beregning (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 147).

Overgangen fra D til E (*Tolke matematisk output)* er bygget på konseptet om å oversette mellom matematiske resultater og resultater i den virkelige verden, men tolkningene krever også dybde. Det innebærer blant annet at elevene må kunne forklare og begrunne tolkninger av resultatene de har kommet frem til. Det kan oppstå blokkeringer hvis elevene ikke klarer å koble sammen matematikk med virkeligheten og tolke hva deres matematiske resultat betyr i den virkelige verden (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 159-160).

Overgangen fra E til F (*Sammenligne, kritisere, validere*) er ifølge Galbraith og Stillman (2006a, s. 160) essensiell. Det er en avgjørende overgang ettersom den omfatter avgjørelser som enten godkjenner eller avviser en modell som tilfredsstillende, noe som igjen påvirker om elevenes løsningsprosess skal gjentas. I henhold til Galbraith og Stillman vurderer dyktige modellører sine matematiske resultater jevnlig, både underveis og på slutten av løsningsprosessen. Elevene skal ta hensyn til de forventede verdiene fra velkjente matematiske operasjoner og deres kunnskap om den faktiske situasjonen. Elevene kan møte på blokkeringer hvis de ikke klarer å gjøre forventede og midlertidige resultater forenelige med den virkelige situasjonen, og vurdere matematiske resultaters virkelighetsimplikasjon. I tillegg kan det oppstå blokkeringer i forbindelse med å koble sammen matematiske og virkelighetsaspekter av problemet, forstå hvordan de påvirker hverandre, gjøre begrensninger og vurdere hvor stor grad av avvik som er akseptabelt for å fortsatt ha en gyldig løsning (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 147). For å oppsummere, i denne overgangen oppstår det en blokkering hvis det er manglende evne til å utføre valideringsprosedyrer, eller generelt akseptere en løsning for en upassende modell som kan hindre muligheten for en adekvat modell.

3.0 Metode

I dette kapittelet vi vil gjøre rede for vårt vitenskapsteoretiske ståsted (kapittel 3.1) og på bakgrunn av dette greie ut om valg av forskningsmetode og undersøkelsesdesign (kapittel 3.2). Videre vil vi kommentere vårt utvalg (kapittel 3.3), begrunne valg av oppgave for forskningsprosjektet (kapitel 3.4), og beskrive hvordan det ble gjennomført (kapittel 3.6). Det blir også gjort rede for datainnsamlingsmetodene som er benyttet (kapittel 3.5), utviklingen av et analyseverktøy (kapittel 3.7) og metoden valgt for analysering av datamateriale (kapittel 3.8). Avslutningsvis vil presentere analyseverktøyet (kapittel 3.9) og greie ut om forskningsetiske problemstillinger (kapittel 3.10) og forskningens kvalitet (kapittel 3.11-3.12).

3.1 Vitenskapsteoretisk ståsted

I vår forskning befinner vi oss innenfor en kontekst hvor den sosiale virkeligheten spiller en rolle. Postholm og Jacobsen (2018, s. 99) postulerer at en bør skaffe seg innsikt i hvordan mennesker tolker den sosiale virkeligheten, for å få en forståelse av sosiale fenomener. Dette med tanke på at vi som individuelle forskere har en subjektiv forståelse av den sosiale virkeligheten, men også at hver og en av forskningsobjektene har sin forståelse av hvordan den sosiale virkeligheten fremstår for dem.

I vår forskning har vi valgt å benytte oss av observasjon og intervju, og med disse tilnærmingene håper vi å få frem hvordan forskningsobjektene selv konstruerer virkeligheten, og variasjonene og nyansene som ligger i deres fortolkninger (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 99). Thagaard (2013, s. 45) påstår at forskningskunnskap oppstår som et resultat av relasjonen mellom oss forskere og de som blir studert. I tråd med dette er det verd å nevne at vi som forskere med en egen subjektiv virkelighetsoppfatning i relasjon med forskningsdeltakerne ikke kan unngå å påvirke resultatet i studien. Det er likevel gjort en avveining for dette, slik at vi lettere skal kunne sette oss inn i deres situasjon (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 106). Som forskere vil vi altså være bevisst på at vår fortolkning av data og forskningskunnskap påvirkes av hvordan vi selv oppfatter den sosiale virkeligheten, i relasjon med forskningsdeltakerne og deres virkelighetsoppfatning.

3.2 Forskningsmetode og undersøkelsesdesign

I denne studien ønsker vi å undersøke hva som karakteriserer 7. trinn elevers første møte med en modelleringsoppgave, hvilke overganger som identifiseres, eventuelle blokkeringer som oppstår og betydningen av disse for elevenes arbeid. Arbeid med modellering er en sammensatt prosess (Borromeo Ferri, 2006b), derfor hadde vi et ønske om å gå grundig til verks for å forstå og beskrive hva elevene gjør, og hvilken mening deres handlinger har for dem i en modelleringsprosess. På grunnlag dette, ble det besluttet å benytte en kvalitativ metode som forskningsmetode (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 95). En kvalitativ studie lar oss rette søkelys mot å forstå subjektive perspektiver, og kan gi oss muligheter for å forstå elevens perspektiver og erfaringer på en dyptgående og detaljert måte (Thagaard, 2013, s. 11-12).

Casestudie har blitt valgt som forskningsdesign, hvor fremgangsmåten er å rette analysen mot en eller flere enheter som representerer studiens case (Thagaard, 2013, s. 56). I vår studie fokuserer vi på tre elevgrupper, men alle gruppene er fra samme trinn, som arbeider med samme oppgave. I lys av dette, ser vi på vår studie som en enkelcase. I utgangspunktet vil en enkelcasestudie produsere det vi kan kalle «lokal kunnskap», det vil si kunnskap som er avgrenset til en spesiell kontekst (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 64). I vårt tilfelle søker vi lokal kunnskap fra ni elever fordelt på tre grupper for å forstå hvordan akkurat disse elevene handler, tenker, og skaper kunnskap i samhandling med hverandre i arbeid med en modelleringsoppgave (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 64).

3.3 Utvalg og kriterier for utvalg

Studien ble gjennomført januar 2023 ved en skole på Sørlandet, og omfatter elever på 7.trinn. For å rekruttere forskningsdeltakere, kontaktet vi en lærerutdanningsskole (LU-skole), hvor en av oss forskere har vært i praksis og for tiden er vikar. Inspektør på skolen ga oss tillatelse til å avklare med trinnets kontaktlærer når og hvordan forskningen skulle foregå. På nyåret møtte vi elevene på skolen. De fikk utdelt et skriftlig informasjonsskriv og samtykkeskjema (se vedlegg 2) som foresatte og eleven selv skulle fylle ut og returnere. Informasjonsskrivet ble lest opp for elevene, og de fikk anledning til å stille oss spørsmål til forskningsprosjektet.

Valget falt på 7.trinn, ettersom vi vurderte at de eldste elevene på mellomtrinnet mest sannsynlig var best egnet til å løse den gitte oppgaven, gitt kompetansemålene i matematikk som indikerer hva elevene er forventet å mestre etter å ha fullført trinnet (Kunnskapsdepartementet, 2019). Vi har selv undervist mye på mellomtrinnet, noe som også talte for å velge 7. trinn.

Utvalget besto av 5 jenter og 4 gutter, som meldte seg frivillig til å delta, med samtykke fra foresatte. Elevene ble organisert i tre grupper, og navngitt "Gruppe 1", "Gruppe 2" og "Gruppe 3". Beslutningen om å benytte gruppearbeid i stedet for individuelt arbeid var ikke tilfeldig, da arbeid i grupper kan gi elevene muligheter til å gi ulike bidrag til løsningsprosessen (Anderson, 2010, s. 83). Siden modelleringsoppgaver blant annet krever behovet for å stille spørsmål og reflektere over ulike perspektiver (Anderson, 2010, s. 84) ville vi dele elevene inn i mindre grupper på 2-3 elever, slik at alle i utgangspunktet skulle få muligheten til å bidra. Dersom gruppen består av få elever, kan det likevel føre til at det ikke er mange nok å "spille på". Derfor forsøkte vi å organisere elevene slik at gruppene bestod av aktive elever som var villig til å lytte til hverandre, og verdsette ulike innslag på lik linje. Organiseringen av grupper tok utgangspunkt i forskerens tidligere erfaringer med denne elevgruppen.

3.4 Begrunnelse for valg og pilotering

Modelleringsoppgaven ble i forkant pilotert i en 6.klasse på en annen skole. Hensikten med dette var å skaffe oss erfaringer, og for å videre kunne drøfte de ulike utfordringene som oppsto for å forbedre både undervisningsopplegget og settingen. Blant annet erstattet vi hel klasse med mindre elevgrupper, en felles klasseromsdiskusjon med gruppeintervju, og introduksjonen ble kortet ned. Piloteringen gav oss ett innblikk i hvordan forskningsarbeidet ville fungere i en skolekontekst, og vi tok med oss mange nyttige erfaringer som hjalp oss under datainnsamlingen til masteroppgaven.

Maaß (2010) sitt klassifikasjonssystem for modelleringsoppgaver ble benyttet for å finne en egnet oppgave på bakgrunn av både kompetansemål, og krav til modelleringsoppgaver. Klassifikasjonssystemet (Maaß, 2010, s. 296) systematiserer tidligere klassifiseringer basert på teorien om modellering, med vekt på ulike egenskaper modelleringsoppgaver kan ha. Systemet består av ulike kriterier som kan bidra til å designe og velge ut tilpassede modelleringsoppgaver (Maaß, 2010, s. 297-301). I vår studie spilte disse kriteriene inn ved valg av modelleringsoppgave:

- *Data – Missing data* (Maaß, 2010, s. 298): Den valgte oppgaven inneholder mindre data enn nødvendig. Elevene må samle inn tilleggsinformasjon eller estimere variabler. Oppgaven har forskjellige løsninger eller kan løses på forskjellige måter.
- *Openness of a task – Open problem* (Maaß, 2010, s. 300)*:* Den valgte oppgaven er et åpent problem, hvor hverken startsituasjon, transformasjon eller sluttsituasjon er gitt.

- *School level* (Maaß, 2010, s. 301): Den valgte oppgaven skal passe elevenes kompetansenivå på mellomtrinnet.
- *Nature of relationship to reality:* Den valgte oppgaven er en virkelighetsnær oppgave. Maaß (2010, s. 298) betegner virkelighetsnær oppgave som all slags anvendelse av matematikk i den virkelige verden.

Ut fra dette klassifikasjonssystemet har vi valgt ut én oppgave fra heftet "Reality-based task for school", som vi har oversatt. Heftet ble utarbeidet i det internasjonale LEMA (Learning and Education in and through Modelling and Applications) - prosjektet, og gjort tilgjengelig på matematikksenterets sider (LEMA, 2020; Maaß & Gurlitt, 2011, s. 629-639). Formålet med prosjektet var å designe et profesjonelt fagutviklingskurs for modellering, der materiale som skulle brukes ble designet, pilotert og evaluert. Vi anser derfor oppgaven som egnet for vårt formål, samtidig som vi at anerkjenner at Maaß (2010, s. 296) sin systematiske klassifiseringsordning bare er én måte å klassifisere modelleringsoppgaver. I datainnsamlingen med syvendeklassinger valgte vi oppgaven: «*Hvor mange kuer skal til for å forsyne hele skolen med melk i en uke*?». Elevene fikk utdelt oppgaveark med tekst (se figur 2 og 3), men vi ønsker likevel å presisere at bildene ikke er identiske med de elevene fikk delt ut. På grunn av bilderettigheter har vi valgt å benytte egne bilder i denne masteroppgaven.

Figur 2 – Oppgavetekst med bilde av kuer i fjøs, Søgne 4. mai 2023.

Melk er en sunn matvare, som har blitt brukt av mennesker i mange tusen år. Melk inneholder ulike næringsstoffer, som for eksempel kalsium. Å drikke melk er en fin måte å få i seg kalsium, noe som er viktig for å bevare muskler og skjelett. Det er anbefalt at en person skal få i seg 3 porsjoner med melk eller magre meieriprodukter hver dag. Slik kan behovet for kalsium og andre næringsstoffer lettere dekkes.

Figur 3 – Faktaboks til oppgave og bilder av jorde, melkekartong og ku, Søgne 4. mai 2023.

3.5 Innsamling av data

Data ble samlet inn gjennom observasjon, semistrukturert gruppeintervju og elevenes skisser/notater. Observasjon og intervju, er rettet mot å beskrive og forstå elevens handlinger og meningsskaping i deres naturlige setting, og er ofte tett knyttet til nærhet (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 107). Nærhet er essensielt, ettersom vi ønsker å sette oss inn i elevens meninger og tanker. Det lar oss som forskere få en mer dyptgående forståelse av elevenes erfaringer og oppfatninger av oppgaven, og kan gi innsikt i hvordan elevene engasjerer seg i, og forstår materialet (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 106-107).

Likevel kan nærhet være forbundet med risiko. Repstad skriver blant annet at det å bare registrere folks subjektive mening eller opplevelse i en situasjon kan bidra til ufullstendig informasjon (Repstad, 1998, s. 23). Postholm og Jacobsen (2018, s. 107) påpeker også at vi som forskere kan bli "fanget inn" av virkelighetsbildet til elevene, noe som kan bidra til at evnen til kritisk avstand, og til at den analytiske og objektive holdningen blir svekket. For å konkludere, innser vi at nærhet er viktig for å kunne forstå elevenes subjektive virkelighet, samtidig som det er viktig å være bevisst på konsekvensene og dermed opprettholde en viss avstand. I det følgende skal vi gi en beskrivelse av hvordan vi har gått frem for å samle inn data gjennom de overnevnte datainnsamlingsmetodene.

3.5.1 Observasjon

Observasjon er blitt anvendt som en tilnærming i vår forskning. Data fra observasjon kan gi oss forskere muligheten til å være til stede blant elevene, slik at vi kan studere elevenes ulike handlinger og relasjonene mellom dem i deres egne omgivelser (Thagaard, 2013, s. 71). Som forskere er vi bevisst på at det finnes flere ulike observatørroller. Repstad (1998, s. 31) opererer blant annet med skjult og åpen observasjon. Ved åpen observasjon blir de ulike aktørene gjort oppmerksomme på at man foretar en observasjon, men det finnes flere grader av åpenhet (Repstad, 1998, s. 31). For å spesifisere de ulike overgangene har vi tatt utgangspunkt i Gold (1958, sitert i Postholm & Jacobsen, 2018) sin beskrivelse av fire ulike observatør-roller: «fullstendig-deltaker», «deltaker-som-observatør», «observatør-som deltaker» og «fullstendig-observatør». Den ene forskeren inntok rollen som "observatør-som-deltaker", og den andre "deltaker-som-observatør".

I den førstnevnte rollen, "observatør-som-deltaker", er forskeren mest observatør og deltar ikke i aktiviteten som observeres (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 115). Denne forskeren var i klasserommet mest for å observere, og deltok ikke i aktiviteten som ble observert. Forskeren svarte på administrative spørsmål og hjalp med praktiske ting, men svarte ikke på spørsmål som hadde med oppgaveløsningen å gjøre. I den andre observatørrollen, "deltaker-som-observatør", var forskeren mer aktiv (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 115). Denne forskeren fungerte som veileder dersom elevene stod fast og stilte oppfølgingsspørsmål for å hjelpe dem videre i prosessen.

Ifølge Postholm og Jacobsen (2018, s. 114-115) kan intervju og observasjon utfylle hverandre som datainnsamlingsstrategier, da observasjon blant annet kan bidra med utfyllende informasjon til kommende gruppeintervju. I henhold til dette, gjennomførte vi i etterkant av oppgaveløsningen et gruppeintervju slik at ulike tanker, forståelser og meninger til elevene også skulle bli tatt i betraktning (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 114). I det følgende skal vi presentere semistrukturert intervju som datainnsamlingsstrategi.

3.5.2 Semistrukturert intervju

I vår studie benyttet vi oss av et semistrukturert intervju, hvor hensikten er å forstå deltakernes perspektiv (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 121), og på bakgrunn av dette anså vi det som relevant å ta i bruk denne formen for intervju. På forhånd ble det utarbeidet en intervjuguide, men vi var ikke opptatt av å stille disse spørsmålene i en bestemt rekkefølge. En styrke ved å ta i bruk semistrukturert intervju, er at forskeren får muligheten til å stille spørsmål for å få et mer utdypende svar, der det er naturlig (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 121). Vi startet intervjuet med de samme spørsmålene til alle gruppene, men ledet etter hvert elevene inn på utvalgte tema som vi ønsket et dypere innblikk i. Disse spørsmålene ble stilt med utgangspunkt i data fra observasjon, lydopptak og notatark fra oppgaveløsningen.

Under intervjuene inntok begge forskerne en aktiv rolle, og som nevnt anså vi det som hensiktsmessig å benytte en intervjuguide (se vedlegg 3). Denne bestod av *selve spørsmålene, oppfølgingsspørsmål* og *inngående spørsmål* (Rubin & Rubin, 2005, s. 129). Før vi skulle ut i klasserommet utformet vi *selve spørsmålene* i intervjuguiden, for å dekke områdene som forskningsspørsmålene rammer inn. Deretter inkluderte vi *oppfølgingsspørsmå*l. Hensikten med oppfølgingsspørsmål var blant annet å innhente forklaringer knyttet til tema, eller hendelser som elevene introduserte i løpet av intervjuet (Rubin & Rubin, 2005, s. 136). Vi formulerte også noen *inngående spørsmål,* som skulle stilles for å få utdypende forklaringer, og som hadde til hensikt å hjelpe oss forskere å holde fokus på tematikken (Rubin & Rubin, 2005, s. 137).

3.5.3 Lydopptak og hjelpeverktøy

Under oppgaveløsningen og gruppeintervjuet ønsket vi å få med oss mest mulig av detaljer fra samtalene, samtidig som vi ønsket å være mest mulig til stede i situasjonen. På bakgrunn av dette benyttet vi oss av lydopptak. Dette førte til at vi i hadde alt datamaterialet lagret og kunne gjennomgå det i etterkant. Det gav oss også en form for kvalitetssikring. Vi besluttet i tillegg å samle inn elevenes notater for å kunne få innsikt i handlinger som ikke nødvendigvis var synlige gjennom andre datainnsamlingsmetoder, slik at vi eventuelt kunne ta dette opp til samtale i gruppeintervjuet.

3.6 Gjennomføring av undervisningsopplegg

Undervisningsopplegget bestod av en introduksjon, arbeid med en modelleringsoppgave i grupper, og deretter gruppeintervju som ble gjennomført samme dag. Fordelen med å gjennomføre alt på samme dag, var at elevene hadde hendelsene ferskt i minnet, noe som kunne bidra til å gjøre det lettere for dem å forklare sin tankegang under arbeidsprosessen. En ulempe var tidsbegrensningen, da ikke fikk så mye tid til å gjennomgå datamateriale før gruppeintervjuet.

Elevgruppene ble av praktiske årsaker fordelt på to dager, hvor "Gruppe 1" gjennomførte i starten av uken, og gruppe 2 og 3 mot slutten av uken. Gruppene ble tatt ut av klasserom og ordinær undervisning til et grupperom. De fikk en introduksjon gjennom en PowerPoint-presentasjon med plan for timen, informasjon om hva en «åpen oppgave» omhandler og vi gav også noen eksempler på hvordan elevene kunne gå frem for å få til et godt samarbeid, for eksempel forklare hverandre hva de tenker. Vi informerte også om at de kunne benytte alle hjelpemidler (elevene hadde blyant, chromebook, notatark og kalkulator tilgjengelig). Videre ønsket vi å være sikre på at alle elevene fikk lest oppgaven, og vi leste derfor oppgaveteksten og den gule faktaboksen høyt for dem.

3.7 Utvikling av analyseverktøy

For å utarbeide et analyseverktøy, har vi hentet inspirasjon både fra rammeverket til Borromeo Ferri (2006b, s. 91-93), «modelleringssyklusen under et kognitivt perspektiv», og modelleringssyklusen som blir presentert i artikkelen av Galbraith og Stillman (2006a, s. 147). Vi har valgt å ta i bruk begge modelleringsprosessene ettersom de deler mange likheter, men hvor Borromeo Ferri gir en mer detaljert og grundig beskrivelse av den.

Analyseverktøyet benyttes både til å identifisere overgangene elevene er innom i modelleringsprosessen, og til å identifisere eventuelle blokkeringer som oppstår. Overgangene i modelleringssyklusene (Borromeo Ferri, 2006a; Galbraith & Stillman, 2006b) har visse likheter, men er kjent under forskjellige navn. Galbraith og Stillman (2006a, s. 144) kaller de ulike overgangene A ➔ F (se kapittel 2.5.2 for utdyping), som tilsvarer overgangene i modelleringssyklusen utviklet av Borromeo Ferri (2006b): 1) forståelse, 2) forenkling, 3) matematisering, 4) arbeide matematisk, 5) tolkning og 6) validering (se figur 2).

Både Galbraith og Stillman (2006a, s. 147) og Borromeo Ferri (2006b) har utviklet modelleringssykler som er basert på modelleringssyklusen utviklet av Blum og Leiß (2007a, s. 225). Til tross for at de deler mange likheter skiller de seg fra hverandre på noen punkter, noe som har gjort at vi har måttet foreta endringer for å tilpasse analyseverktøyet. Modellene skiller seg fra hverandre ved at Borromeo Ferri (2006b) ikke inkluderer steget «presentere» i sin syklus og som følge av dette har vi heller ikke inkludert dette steget i vårt analyseverktøy.

Videre er det verd å merke seg at Galbraith og Stillman (2006a, s. 144) ikke tar hensyn til overgangen fra «real situation» til det Blum og Leiß (2007a, s. 225) refererer til som «situation model» og videre til «real model». Her fokuseres det i stedet på en direkte overgang fra det de kaller for en «messy real world situation» og «real world problem statement» (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 144). Det står likevel ikke videre spesifisert hvorfor de velger å utelate disse overgangene. Noe annet vi vil trekke frem, er at Borromeo Ferri (2006b, s. 91-93) bruker betegnelsen «mental representation of the situation», fremfor «situation model». I vårt analyseverktøy har vi valgt å utelate overgangene som går til, og fra «mental representation of the situation». Begrunnelsen vår for dette er at det vil være vanskelig å identifisere denne overgangen helt konkret da den mentale representasjonen av situasjonen ifølge vår teoridel: «kan variere fra elev til elev og være påvirket av elevens tankemåte i matematikk» (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92).

I tillegg til de overnevnte forskjellene og endringene vil vi også nevne at Galbraith og Stillman (2006a) i sitt rammeverk har et spesielt fokus på teknologiske komponenter. De understreker viktigheten av teknologi, for å kunne takle virkelighetsnære problemer (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 144-145). Vi har valgt å ikke inkludere teknologiske komponenter i like stor grad, da elevene i vår forskning ikke var avhengig av å benytte teknologi på samme måte for å løse oppgaven.

3.8 Valg av metode for analyse

For å finne ulike tema og undertemaer i datamaterialet ble vi inspirert av tematisk analyse som metode. Tematisk analyse brukes for å identifisere, analysere og rapportere mønster i et datasett (Braun & Clarke, 2006, s. 79). Vi har benyttet oss av Braun og Clarke (2006, s. 87) sin innholdsanalyse i seks faser. Dette er en forhåndsdefinert prosedyre som kan hjelpe oss til å gjenkjenne, analysere, organisere og beskrive temaer i transkripsjonene av elevers tale og i deres egne notater. Videre vil vi kort presentere de første 6 fasene av tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006, s. 87) og beskrive hvordan vi benyttet disse for å analysere datamateriale:

1. Bli kjent med datamaterialet: I denne fasen transkriberte vi data og fordypet oss i dataene hver for oss ved å lese alt grundig flere ganger. Vi noterte oss ned ideer ved å legge til en ekstra kolonne i transkriberingsdokumentet med «våre kommentarer».
2. Generering av koder: I denne fasen ble dataene systematisk kodet, og gruppert etter hensiktsmessige overordnede kategorier ble inspirert av våre teoretiske rammeverk (Borromeo Ferri, 2006b; Galbraith & Stillman, 2006a).
3. Søking etter temaer: På dette stadiet, ble kodene gruppert i underkategorier av temaer i lys av de nevnte rammeverkene (Borromeo Ferri, 2006b; Galbraith & Stillman, 2006a).

4. Kritisk gjennomgang av temaer: I denne fasen ble temaene vurdert og justert. Her arbeidet vi forskere sammen og forsøkte å kontrollere at de ulike kodene fungerte i forhold til det som kom frem i datamaterialet.
5. Definering av temaer: I denne fasen ble de identifiserte temaene definert og beskrevet på en klar og presis måte.
6. Skrive rapport: I dette stadiet rapporterte vi våre funn basert på fasene som beskrevet over. Vi la til utvalgte eksempler på hva som inngår i de ulike overordnede kategoriene og underkategoriene som vi mener er relevante for å kunne gi oss svar på våre forskningsspørsmål.

Denne metoden for å analysere datamateriale er hensiktsmessig for oss ettersom den gir oss muligheten til å utforske og undersøke perspektivene til forskjellige forskningsdeltakere, fremheve likheter og forskjeller, og generere uventede innsikter (Braun & Clarke, 2006, s. 96). I tillegg bidrar tematisk analyse til å oppsummere nøkkelementene i et stort datasett, ettersom det tvinger oss forskere til å forme en strukturert tilnærming til håndtering av data. Til tross for fordelene ved å bruke tematisk analyse, anerkjenner vi også at det finnes ulemper med denne metoden. Selv om tematisk analyse er fleksibel er det viktig at vi som forskere er beviste på at det kan være vanskelig å utvikle spesifikke retningslinjer for analyse, noe som kan resultere i manglende sammenheng og hindre oss forskere å avgjøre hvilke aspekter av dataene det skal fokuseres på (Braun & Clarke, 2006, s. 97).

3.9 Analyseverktøy

I det følgende presenteres det etablerte analyseverktøyet som brukes for å analysere datainnsamlingen. Det er utformet på bakgrunn av de nevnte rammeverkene (se kapittel 2.5.1 og 2.5.2) og de ulike endringene som er kommentert i kapittel 3.7. Klammetegn viser til konkrete eksempler fra datamaterialet vårt.

Virkelig situasjon ➔ Mental representasjon ➔ Virkelig modell

Overgang 1	**Forståelse, strukturering og forenkling av oppgaven**
Tegn på at elevene er i denne overgangen	1.1 Å avklare oppgavens kontekst [elevene leser oppgaven og diskuterer problemsituasjonen]. 1.2 Å forenkle antakelser [kuer produserer melk, alle drikker melk]. 1.3 Å identifisere arten av den strategiske entiteten [antall kuer]. 1.4 Å spesifisere riktige elementer i disse identifiserte strategiske entitetene [volum melk].

Virkelig modell → Matematisk modell

Overgang 2	Antakelse, formulering, matematisering
Tegn på at elevene er i denne overgangen	2.1 Å representere elementene matematisk slik at ulike regnearter kan anvendes [volum melk uttrykt i form av måleenheter]. 2.2 Å gjøre relevante antakelser [en ku produserer i gjennomsnitt x måleenheter melk]. 2.3 Å velge teknologi/matematiske metoder for å muliggjøre beregning [elevene avgjør bruk av regnearter, om de skal bruke teknologi eller gjøre arbeidet for hånd]. 2.4 Å velge teknologi/matematiske metoder for å verifisere [omgjøringskalkulator for måleenheter på chromebook].

Matematisk modell → Matematiske resultater

Overgang 3	Arbeide matematisk
Tegn på at elevene er i denne overgangen	3.1 Å anvende passende formler [elevene tar i bruk de ulike regneartene som er valgt]. 3.2 Å bruke matematikk/teknologi for å utføre beregning [elevene benytter seg av for eksempel algoritmer eller kalkulator]. 3.3 Å bruke de riktige reglene for regnearter [elevene bruker algoritmer på korrekt måte]. 3.4. Å verifisere matematisk modell ved hjelp av matematikk og/eller teknologi [elevene bruker kalkulator og matematikk for å bekrefte gyldigheten]. 3.5 Å skaffe tilleggsresultater for å muliggjøre tolkning av løsninger [elevene leter frem erfaringer gjort i den virkelige verden (EMK) for å senere kunne tolke].

Matematiske resultater → Virkelige resultater

Overgang 4	Tolkning av matematiske resultater
Tegn på at elevene er i denne overgangen	4.1 Å Identifisere matematiske resultater med deres virkelige motparter [elevene tolker deres matematiske resultat, gir det mening i virkeligheten?]. 4.2 Å tilpasse i større sammenheng de midlertidige og endelige matematiske resultater med hensyn til virkeligheten [for eksempel avrunding av matematisk resultat for at det skal gi mening i den virkelige verden]. 4.3 Å Integrere argumenter for å rettferdiggjøre tolkninger [for eksempel argumenter som: «Det går ikke å ha en halv ku»]. 4.4 Å innse behovet for å involvere matematikk før man kan besvare et tolkningsspørsmål [elevene innser at avrunding kreves for å tolke deres svar].

Virkelige resultater ➔ Mental representasjon av situasjonen

Overgang 5	Sammenlikne, kritisere og validere
Tegn på at elevene er i denne overgangen	5.1 Å gjøre uforventede og midlertidige resultater forenelige med den virkelige situasjonen [elevene gjør endringer som konsekvens av tydelige feil]. 5.2 Å vurdere matematiske resultaters virkelighetsimplikasjon [elevene gjør avrundinger uten å tenke over hva som er betingelsene for oppgaven]. 5.3 Å forene matematiske og virkelighetsaspekter av problemet [elevene innser for eksempel at antall kuer varierer med antall elever]. 5.4 Å innse at det er en grense for hvor mye man kan avvike fra begrensningene og fortsatt ha en gyldig løsning [elevene gjør begrensninger ved å for eksempel ta i bruk tall fra melkeordningen på skolen og innser hvordan begrensningene påvirker løsningen]. 5.5 Å vurdere i hvilken grad den ferdig utviklede modellen stemmer overens med den globale virkeligheten [elevene innser at det kan være flere eller færre kuer, men da må de gjøre andre antakelser].

Under analysetrinn 1 og analysetrinn 2 kommer eksempler på hvordan vi har benyttet oss av analyseverktøyet når vi kodet vår data ut fra den tematiske analysemetoden (se vedlegg 4 som eksempel). Analysetrinn 1 viser et eksempel på hvordan vi har kodet datamaterialet ved å identifisere de ulike overgangene i modelleringssyklusene elevene befinner seg innenfor. Analysetrinn 2 viser et eksempel på hvordan vi har kodet datamaterialet med tanke på blokkeringer elevene møter i arbeidet med en modelleringsoppgave.

3.9.1 Analysetrinn 1

Den turkise fargen i dette eksempelet indikerer at det tilhører overgangen fra virkelig modell til matematisk modell. Indikatoren i denne overgangen er nummerert 2.3. Frekvensen for denne gitte indikatoren 5, og videre følger et sitat fra en elev tilknyttet den nevnte indikatoren i denne overgangen. Til slutt er det oppgitt hvilke andre indikatorer dette sitatet også kan tilhøre.

2.3	5	E2: "Cirka 2 dl (viser til tall hun har funnet på internett om hvor mye en porsjon melk tilsvarer). Sånn cirka 6 dl for en person" (00:03:32 i (O)).	2.1 og 2.2

3.9.2 Analysetrinn 2

Den røde fargen i dette eksempelet indikerer at det tilhører overgangen fra matematisk modell til matematisk resultat. Indikatoren i denne overgangen er nummerert 3.1 Videre følger et sitat fra en elev tilknyttet den nevnte indikatoren i denne overgangen. Til slutt er det oppgitt hvilke andre indikatorer disse sitatene også kan tilhøre. I analysen knyttet til blokkeringer er det ikke oppgitt frekvens. Dette i lys av at elevene underveis kunne overkomme blokkeringene, og at lav frekvens i overgangene i seg selv kunne tyde på blokkeringer.

3.1	E2: "8000 delt på 365, det er..." (00:01:59 (O)). E3: "Det fungerer ikke. Emm" (00:02.04 (O)).	3.2.

3.10 Forskningsetiske problemstillinger

Det var viktig for oss at forskningen skulle foregå i trygge rammer, og vi har derfor tatt hensyn til de tre grunnleggende kravene til forskningsetikken i Norge. Disse omhandler forholdet mellom forsker og de som forskes på, og inkluderer: 1) Informert samtykke, 2) Krav på privatliv og 3) Krav på å bli korrekt gjengitt (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 247).

Krav på privatliv innebærer blant annet at vi som forskere har ansvar for å beskytte elevens personvern, og sørge for at informasjonen som samles inn, ikke kan spores til å identifisere enkeltpersoner (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 249-251). Vi tok lydopptak av elevene, men som følge av krav om personvern ble lydopptakene anonymisert fortløpende, og alle lydopptak vil bli slettet når oppgaven er vurdert og bestått. Ettersom elevene også har *krav på å bli korrekt gjengitt*, hadde vi som forskere et ansvar for å unngå forfalskning av data. Det var deler av lydopptaket som var vanskelig å forstå, og her hadde vi forskere et ansvar for å ikke legge til eller endre informasjon som ikke ble fremsatt av elevene i lydopptakene, og som ikke samsvarer med virkeligheten.

Informert samtykke innebærer at elevene i forkant av prosjektet fikk tilstrekkelig informasjon om formålet med forskingsprosjektet (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 247-249). Vi hentet inspirasjon fra en mal hos Norsk Samfunnsvitenskapelig Datatjeneste, (NSD, nå kjent som Sikt), som var navngitt "lettlest informasjonsskriv". Formålet med lettlest informasjon var å sikre at informasjonen vi presenterte var forståelig for alle deltakerne. Foresatte måtte signere samtykke, men elevene måtte også gi samtykke til å delta. Videre sørget vi for at elevene fikk gode opplysninger om at de til enhver tid ville ha muligheten til å trekke seg fra prosjektet, uten å måtte oppgi grunn til dette. Ved å ta hensyn til de overnevnte kravene ønsket vi å ivareta elevenes rettigheter best mulig, slik at forskningsprosjektet vårt ville bli gjennomført på en etisk ansvarlig måte.

3.11 Reliabilitet

For å sikre at reliabiliteten i vår studie er så høy som mulig, er det essensielt at analysen av datamaterialet er gjennomført på en pålitelig måte. For å etterstrebe dette, har blant annet Nowell et al. (2017, s. 4) postulert noen kriterier for å oppnå pålitelighet i de ulike fasene av tematisk analyse. Kollegadebrifing er et av kriteriene, og anvendt i vår forskning for å sikre en grundig og reflektert analyseprosess (Nowell et al., 2017, s. 3-4). Etter innsamlingen av data, besluttet vi å lese og kode transkripsjonene individuelt, før vi møttes for felles diskusjon. Ettersom hver forsker i den innledende fasen av analysen hadde mulighet til å tolke dataene uavhengige av hverandre, opplevde vi at dette bidro til å fremme ulike perspektiver og synspunkter. Til tross for at kollegadebrifing skulle sikre at flere perspektiver ble vurdert (Nowell et al., 2017, s. 10), resulterte det også i enkelte uenigheter mellom oss som forskere. Disse uenighetene viste seg å være tidkrevende, da flere møter og diskusjoner var nødvendige for å oppnå enighet. Vi erkjenner at disse uenighetene kan ha medført at vi som forskere ble mer tilbøyelige til å tilpasse oss hverandres meninger, noe som kan ha bidratt til at kritiske perspektiver ble oversett.

Videre erkjenner vi viktigheten av å være bevisst på at interaksjonen mellom oss og forskningsobjektene kan ha påvirket våre data. Ifølge Hox, 1994; West & Blom, 2017 (sitert i Postholm & Jacobsen, 2018, s. 225) er det en kjent forekomst at mennesker tilpasser det de sier i intervjusituasjoner, til det de tror at intervjueren ønsker å høre. På bakgrunn av dette er vi bevisste på at elevene kan ha ønsket å fremstå annerledes med oss, noe som kan ha ledet til at data vi fikk tilgang på gjennom oppgaveløsning og intervju ikke var helt representativ for elevens faktiske opplevelser og holdninger.

3.12 Validitet

Som nevnt i kapittel 3.1 befinner vi oss innen et vitenskapsteoretisk ståsted hvor vi som forskere ikke kan unngå å påvirkes av den sosiale virkeligheten vi befinner oss innenfor. For å opprettholde validitet i vår forskning har vi på en så grundig måte som mulig forsøkt å gjøre rede for de ulike fortolkningene vi har foretatt oss (Thagaard, 2013, s. 205). Vi har også vært påpasselige med at det finnes grunnlag for vår analyse og våre tolkninger i beskrivelsene av datamaterialet (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 230). Videre har vi sørget for at våre tolkninger er begrunnet, og støtet opp av annen dokumentert forskning. Ved å se virkeligheten slik den fremsto for oss forskere, ønsker vi å sikre at leseren selv får ta kritisk stilling til presisjonen og relevansen av vår forskning.

Vi vil understreke at våre funn er knyttet til en spesifikk kontekst, og på bakgrunn av dette vil det være vanskelig å kunne generalisere våre funn til å også gjelde i andre tilfeller. Til tross dette, er vi åpne for at våre funn kan identifiseres i andre kontekster (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 233). Det kan tenkes at dersom modelleringsaktiviteten gjennomføres på samme klassetrinn, med elever med samme forutsetninger og modelleringsoppgave, at noen av funnene kan samsvare, men vi har kun grunnlag for å si noe om våre funn i den gitte konteksten.

4.0 Resultat

Dette kapittelet har til hensikt å presentere resultatene våre, som danner grunnlaget for å besvare våre forskningsspørsmål. Først presenteres resultater tilknyttet forskningsspørsmål 1, og deretter resultater fra forskningsspørsmål 2. For hver av gruppene presenteres resultatet i en tabell som inkluderer *indikator* med kjennetegn tilhørende de respektive overgangene i modelleringssyklusen, *eksempel på sitat* med utdrag fra elevenes samtaler både under oppgaveløsningen (O) og gruppeintervju (I), samt en kolonne med hvilke andre indikatorer sitatet *også kan tilhøre*. I tabellen tilknyttet forskningsspørsmål 1 har vi også talt opp *frekvensen* til de ulike indikatoren.

4.1 Tabell 1 - Forskningsspørsmål 1 (F1)

Indikatorer	Frekvens	Eksempel på sitat[a]	Tilhører også
Overgang 1: Virkelig situasjon ➔ Mental representasjon ➔ Virkelig modell			
Gruppe 1			
1.1	16	E1: "Hva var oppgaven igjen? Hvor mange kuer eller hvor mange...?" (00:09:18 (O)). E2: "Hvor mange personer er det cirka på skolen?" (00:04:24 (O)). E2: "Er det med lærere da?" (00:04:38 (O)).	1.2, 1.3 og 1.4.
1.2	5	E2: "[...]Vi søkte på hvor mye liter melk produserer en ku per dag" (00:01:47 (O)).	1.3 og 1.4.
1.3	6	E2: "Men har ikke hver klasse cirka gjennomsnitt 3 lærere" (00:09:31 (O)).	1.2 og 1.4
1.4	6	E1: "Også er det, så jobber det cirka 15 lærere på ***avdelingen (opplysning som kan gi gjenkjenning av sted). Og så et par inn der, der inne (peker). Og da kom vi opp cirka 50" (00:17:19 (I)).	1.1, 1.2 og 1.3
Gruppe 2			
1.1	14	E1: "Melk er en sunn matvare som har blitt brukt. (leser faktaboksen" (00:00:15 (O)). "Det er anbefalt at... Hvor mye lager en ku liksom? Hvor mye lager en ku? Hvor mye melk lager en ku?" (00:00:22 (O)). E3: «Det står i oppgaven» (00:03:34 (I)).	
1.2	7	E3: «Men, hvor mange desiliter er det i...» (00:01:54 (O)). E1: «Et glass?» (00:01:55 (O)). E3: «En porsjon med melk? 2 desiliter cirka» (00:01:56 (O)).	1.1, 1.3 og 1.4.

		«Men det kommer jo litt an på glasset da E1» (00:02:08 (O)).	
1.3	6	E3: «Åja, hvor mange kuer» (00:05:18 (O)).	
1.4	3	E1: «Og hvor, hvor mange desiliter er det i en liter?» (00:10:33 (O)).	
Gruppe 3			
1.1	24	E1: "Husker du, på leirskolen da sa hun at..." (00:00:13 (O)). E2: "Det var hun der dama som sa at det var 10 liter" (00:00:15 (O)).	
1.2	10	E3: «Skal vi beregne de små kartongene?» (00:00:40 (O)). E2: «De mener jo melkekartong» (00:02:47 (O)).	1.1.
1.3	9	E1: «De små er jo 1 liter. Nei de store en jo 1 liter, cirka» (00:02:53 (O)).	1.4.
1.4	7	E3 sier: «Vi kan jo prøve å bruke den. De er, disse er 1,4 liter altså er 250, mmm, nå har jeg jernteppe» (00:02:54 (O)). E3: "Neeii, vi har nettopp hatt om brøk på skolen. Så sto, da fant jeg bilde av en sånn melk, og så sto det ¼ liter melk, også bare, husket jeg at det var 25" (00:08:00 (I)). E1 sier: "Åja, det er fordi når vi lærte det på skolen så var det 0,25 var det samme som 250 på en måte" (00:08:51 (I)).	1.3 og 2.1.

Overgang 2: Virkelig modell ➔ Matematisk modell

Gruppe 1

2.1	3	E1: "25000, nei 25 liter. 25 liter hver dag" (00:02:17 (O)).	
2.2	10	E1: "Vet du den gården vi var på på *Stedsnavn* så produserte de jo 5000 liter melk med 40 kuer (viser til leirsskole elevene var på i høst)" (00:00:32 (O)).	
2.3	5	E2: "Cirka 2 dl (viser til tall hun har funnet på internett om hvor mye en porsjon melk tilsvarer). Sånn cirka 6 dl for en person" (00:03:32 i (O)).	2.1 og 2.2
2.4	2	E2: "350? Det vil jeg søke opp (på nettet)" (00:04:31 i (O)). E2: "350. Jeg bare bruker den (viser til nettsted hvor dette står opplyst) Det er jo bare 350, gange..." (00:04:57 i (O)).	2.1, 2.2 og 2.3.
Gruppe 2			
2.1	6	E3: «25 liter per dag (Viser til tall funnet på internett)» (00:01:18 (O)). «[…] siden 25 var så mange liter en ku lagde på en dag» (00:07:51 (I)).	2.2 og 2.3.
2.2	6	E3: "Ee, en ku produserer ca. 8000 liter melk i året, men det var jo litt... (fniser)" (00:01:11 (O)).	

		«Fordi at vi skulle jo ikke finne i året, vi skulle finne per dag sånn fordi vi skulle bare ha per uke» (00:09:53 (I)).	
2.3	8	E1: "Mmm, en porsjon ifølge helsedirektoratet være ett glass melk eller syrnet melk 2 desiliter, en lite beger yoghurt 125 gram, en porsjon cottagecheese 100 gram" (00:02:16 (O)).	2.4.
2.4	3	E2: «Okei vent da, bruk, bruk kalkulator først for å være helt riktig. Som er helt riktig» (00:12:28 (O)).	
Gruppe 3			
2.1	9	E2: «30 til 40 liter» (00:01:47 (O)). E3: «Okei, da er det 350» (00:04:40 (O)).	
2.2	6	E3: "Jamenn vi kan beregne i de små kartongene. De små kartongene vi bruker på skolen (viser til kartonger med melk elevene får på skolen)" (00:02:21 (O)).	
2.3	17	E3: "Ja, vi søker" (00:00:22 (O)).	
2.4	3	E2: «Jeg var ferdig først. Cirka 350. Jeg hadde riktig på hvor mange som er på skolen, 350. Nå ble jeg skikkelig fornøyd» (00:05:09 (O)).	
Overgang 3: Matematisk modell ➔ Matematisk resultat			
Gruppe 1			
3.1	3	E1: "Det er i liter også hvis du tar desiliter, så vil jo det bli 2100". (00:07:39 (O)). E1: "Nei, fordi i 1 liter så er det 10 desiliter, for da fjerner du bare en null så har du svaret. På kalkulatoren". (00:16:04 (I)).	3.2 og 3.3
3.2	4	E2: "Nei vent litt (tastelyd fra kalkulator). 0,6 liter. Vent. Da er det 350 gange 0,6. Jo det er 210. Men det er..." (00:07:15 (O)).	3.1
3.3	1	E2: "Gange syv" (00:09:45 i O) etter at E2 sier: "Vi må jo tenke det var en uke vi skal ha. Ikke en..." (00:09:34 (O)).	
3.4	2	E2: "60 gange, vi bare gjetter oss frem (bruker kalkulator). Det er 12 hundre" (00:13:42 (O)).	3.2 og 3.4
3.5	1	E1: "Er det ikke bare å ta 40 kuer produserer 1000 liter" (00:13:01 (O)).	
Gruppe 2			
3.1	5	E3: "Så det er jo 2 + 2 + 2, det er 6. Så det er cirka 6 desiliter melk hver dag" (00:03:13 (O)). "Oog 6 gange 7 er..." (00:03:23 (O)). E1: "42" (00:03:26 (O)). E3: "Så det betyr 42 desiliter på en uke, til en person" (00:03:28 (O)). E1: "En person 42 desiliter (00:03:34 (O)). E3: "Også er det 42 gange, gange 360, nei det ble feil. 42 gange 300!" (00:03:35 (O)).	3.1, 3.2 og 3.3.
3.2	8		
3.3	3		

3.4	1	E3: «Ja men jeg liker å regne sånn vanlig» (00:03:50 (O)). "E1 gjorde det på kalkulator, også gjorde jeg det sånn (viser til multiplikasjonsalgoritme gjort for hånd)" (00:04:39 (I)).	
3.5	0	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (overgang) for den respektive gruppen.	
Gruppe 3			
3.1	7	E1: "90 gange?" (00:17:12 (O)). E2 og E3: "5" (00:17:13 (O)). E1: "450" (00:17:14 (O)).	3.2.
3.2	9	E3: "87,5 liter melk cirka for å forsyne hele skolen av elever. Det betyr to kuer, ikke tre" (00:09:11 (O)).	3.1.
3.3	3	E3: "Også skal, også skal vi jo, så kan vi jo gange det med 30, fordi hvis vi tar det delt på 30. 90 delt på 30" (00:13:12 (O)).	
3.4	1	E2: "Hvor mange kuer trengs for... (skriver på PC). Hvor mange liter var det? (00:10:27 (O)). E3: "Å lage 87,5 liter" (00:10:39 (O)).	
3.5	1	E3: "Det var 30 til 40, så hvis det måtte vi hatt 900 delt på 3, så hadde, da hadde det blitt 300, altså 3. Men det kan jo også være 2 hvis det er 40, siden han produsere 30 til 40 liter melk" (00:11:15 (O)).	
Overgang 4: Matematisk resultat ➔ Virkelig resultat			
Gruppe 1			
4.1	2	E3: "Det er mer enn elever" (00:08:26 (O)).	4.3
4.2	1	E2: "En elev trenger... En elev trenger seks desiliter per person. En, en elev trenger ikke totusen og hundre" (00:10:31 (O)).	4.3
4.3	4	E1: "Fordi du vet på den *Stedsnavn* gård eller hva den hette, der hadde de 40 kuer og lagde 1000 liter per dag" (00:13:07 (O)).	4.1 og 4.2
4.4	0	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (overgang) for den respektive gruppen.	
Gruppe 2			
4.1	5	E2: "Det, det må være en stor ku" (00:01:17 (O)). E3: "Men det går jo ikke ann å ha 56,8 ku" (00:11:29 (O)). E1: "Går det an å ha 56,8 kuer? (Henvender seg til S1) (00:11:58 (O))". E3: «Så rundet, eller så rundet vi det opp, så vi fikk 57» (00:08:54 (I)).	4.2.
4.2	2	E1 sier: «En liten baby ku?» (00:12:03 (O)).	
4.3	2	E1: «Det er ikke en hel ku» (00:12:06 (O)).	

		E3: «Fordi det går ikke å ha, en, halv ku (fniser)» (00:09:07 (I)).	
4.4	0	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (overgang) for den respektive gruppen.	
Gruppe 3			
4.1	4	E3: "Det fungerer ikke. Emm" (00:02:04 (O)). "Ja jeg tror, jeg tror det ble noe desimaltall når vi fortsatte på det der 8000 så ble det noe desimaltall, og da måtte vi heller velge 30 til 40, fordi det var det litt lettere å finne svaret" (00:06:20 (I)). E1: "Jeg tror det er 1 ku. Fordi hvis det er 10 liter, og de sa jo ikke hvor mye melk en hel skole skulle ha" (00:02:15 (O)). «Men, jeg bare lurer på noe, på grunn av når det sto hvor mange melk kunne man bare sagt 100 kuer så hadde det vært riktig på en måte. Fordi da er jo det nok til å på en måte ta til hele skolen" (00:03:38 (I)).	
4.2	2	E1: "De sa at det var forskjellige svar, så da kan det jo bare være veldig lite melk" (00:06:06 (O)). - "[...] Så da tenkte jeg kanskje bare kanskje dit kanskje (viser mengde med fingrene). Og da hadde jo vel det vært nok tenker jeg [...]" (00:14:16 (I)).	
4.3	1	E1: "Hvis de får et halvt, hvis de har sånn et halvt LIDE (dialektord) glass til en hel skole" (00:06:16 (O)).	
4.4	0	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (overgang) for den respektive gruppen.	
Overgang 5: Virkelige resultater ➔ Mental representasjon av situasjonen Gruppe 1			
5.1	1	E2: "Men vi bare tar 73 da" (00:14:33 (O)). «Fordi eem, en ku kan jo ikke være en halv ku og lage melk» (00:24:05 i (I)).	5.2 og 5.5
5.2	3	E1: Fordi vi regnte jo når vi først 1000 kuer, nei 40 kuer laget 1000 liter, da kan jo ikke 12 kuer lage 1400 liter" (00:20:02 (I)).	5.3
5.3	2	E1: "Jeg begynte jo bare på at 40 kuer lager 1000, og så tar jeg først, da tar jeg først 10 kuer til, da lager de 200 og da vil det bli på 60, og da vil det bli hundre å, ettusen og 200, også 10 til vil bli 1400. Så må vi ta en ku lager, så og så mye også begynte jeg, 3 kuer, 73" (00:22:23 (I)).	5.2 og 5.5
5.4	0	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (overgang) for den respektive gruppen.	
5.5	2	E1: "Jeg, jeg tipper svaret er 60 kuer. Kom jeg frem til" (00:13:32 (O)).	5.2 og 5.3
Gruppe 2			

5.1	2	E3: “Vi bør kanskje heller finne ut det i liter” (00:10:19 (O)). «Fordi at det var litt mange kuer». (00:12:35 (I)). E1: «Jeg tenkte også at det var ganske mange». (00:12:45 (I)). E3: «Fordi at hvis en ku lager 25 liter melk hver dag, og man bare skal drikke 6 desiliter hver dag, så var det jo litt mye med 588 kuer» (00:12:51 (I)).	
5.2	0	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (overgang) for de respektive gruppene.	
5.3	0		
5.4	0		
5.5	0		
Gruppe 3			
5.1	0	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (overgang) for den respektive gruppen.	
5.2	0		
5.3	0		
5.4	0		
5.5	0		
Notat: [a] Elevsitater fra oppgaveløsningen (O) og gruppeintervju (I).			

4.1.1 Gruppe 1 (F1)

Den høyeste frekvensen av alle overgangene finner vi i den første overgangen for denne gruppen, spesielt i indikatoren 1.1. Elevenes samtaler innebærer i stor grad av diskusjoner hvor de aktivt forsøker å avklare oppgavens kontekst. Et eksempel på dette er når E1 og E2 diskuterer om antall personer i skolen inkluderer eller ekskluderer lærere, eller da elevene beveger seg tilbake til hovedspørsmålet (1.1). I tillegg er det observert at elevene også berører andre indikatorer. For eksempel antar de at kuen produserer melk (1.2), og diskuterer også nøkkelentiteten “antall personer” i skolen (1.3), som er en sammensatt enhet som skal konstrueres fra andre komponenter som finnes i den virkelige situasjonen som modelleres, nemlig antall personer der lærere er inkludert som skal forsynes med melk (1.4).

Ved hjelp av matematisering presenterer elevene informasjonen om hvor mye en ku produserer, 25 liter, slik at ulike regnearter kan anvendes (2.1). En elev antar at 40 kuer produserer 5000 liter melk (2.2). Ved hjelp av internettet vet elevene hvor de skal finne informasjonen om hva en porsjon melk tilsvarer for å komme frem til hvor mye en person drikker i gjennomsnitt per dag (2.3). En elev ønsker å dobbeltsjekke midlertidige resultater (2.4). Verifisering av matematisk modeller er i stor grad basert på at elevene prøver seg frem med kalkulator (3.2 og 3.4). Videre forsøker en elev å begrunne sammenhengen mellom 1 liter og 10 desiliter (3.1). Det blir også inkludert tilleggsresultater fra hverdagslivet, som omhandler hvor mye melk 40 kuer produserer (3.5). Til slutt viser elevene også at de tar hensyn til virkeligheten ved å ønske å multiplisere med 7 ettersom det er sju dager i en uke (3.3).

Elevene inkluderer argumenter basert på deres eget hverdagsliv og erfaringer. En kilde til argumenter er erfaringene den ene eleven tilegnet seg under leirskolen (4.3). Videre påpeker en elev at det ikke kan stemme at en person drikker 21000 desiliter melk per dag, og tar i betraktning den gitte informasjonen om at en person trenger 3 porsjoner melk per dag (4.2). Det blir også påpekt at det ikke gir mening å ha flere lærere enn elever på skolen (4.1). Videre avrunder elevene det forventede resultatet på 73,5 kuer til 73 kuer, og påpeker at det ikke kan være en halv ku (5.1). Ytterlige nevner en elev forholdet mellom antall kuer og melkeproduksjon ved å ta i bruk informasjon fra hverdagslivet (5.2). I gruppeintervjuet kommer det en grundigere begrunnelse hvor eleven forklarer hvordan faktorene påvirker hverandre og bruker matematikk til å avdekke sammenhengen (5.3). Det kommer også frem i gruppeintervjuet at valideringen til E1 er preget av bevisstgjøring. Selv om kommentarer som «Jeg, jeg tipper svaret er 60 kuer» blir utrykt uten begrunnelse under oppgaveløsningen, reflekterer eleven over hvorfor resultatet stemmer overens med virkeligheten under gruppeintervjuet (5.5).

4.1.2 Gruppe 2 (F1)

I overgangen virkelig situasjon, til mental representasjon, til virkelig modell ser vi at denne gruppen også har høyest frekvens på indikatoren 1.1. Det er eksempler på at elevene leser oppgaven og stiller spørsmål til oppgavesituasjonen. De forenkler en antakelse om hvor mye melk et glass inneholder (1.2). Videre ser vi et eksempel på at en elev identifiserer antall kuer som en strategisk entitet (1.3). Liter blir også omtalt som strategisk entitet, og elevene spesifiserer denne entiteten ved å stille spørsmål til antall desiliter i en liter (1.4).

Når elevene skal gjøre deres virkelige modell om til matematisk modell, ser vi et eksempel på sitat hvor elevene representerer antall liter en ku produserer per dag matematisk (2.1). Videre gjør elevene relevante antakelser på bakgrunn av informasjon de har funnet på internett om at en ku produserer 8000 liter melk i året (2.2). Indikator 2.3 er den som opptrer flest ganger i denne overgangen, og vi ser et eksempel på hvordan internett benyttes for å søke opp informasjon som kan benyttes videre. I tillegg til dette har vi lagt ved et eksempel på indikatoren med lavest frekvens (2.4) som omhandler at en elev antyder at han/hun vil benytte kalkulator for å verifisere et resultat.

I overgangen fra matematisk modell til matematisk resultat sammenfaller indikatorene 3.1, 3.2 og 3.3 i sitatene, og vi har derfor samlet eksemplene. Her ser vi at elevene bruker passende regnearter som addisjon og multiplikasjon (3.1), og at de i dette tilfellet bruker matematikk (3.2) og riktige regler for å utføre beregningene (3.3). Indikator 3.2 opptrer flest ganger, og 3.4 færrest. Sitatet knytte til sistnevnte indikator omhandler at en elev benyttet seg av multiplikasjonsalgoritme for å utføre beregninger, mens de andre elevene oppgav i intervjuet at de verifiserte resultatene ved å utføre beregningene på kalkulator.

Når elevene skal bevege seg fra matematiske resultat til virkelig resultat ser vi et eksempel på indikator 4.1 hvor en elev tolker og tilpasser en tidligere relevant antakelse (2.2) slik at det skal gi mening i virkeligheten, og en annen elev tolker deres matematiske resultat opp mot virkeligheten når den antyder at det ikke fungerer med 56,8 kuer (4.1). Fra intervjuet kommer det frem at elevene runder opp til 57 kuer, og det gis et argument der elevene oppgir er at det ikke går an å ha en halv ku (4.3). En elev forsøker videre å tilpasse deres resultat på 56,8 kuer med hensyn til virkeligheten (4.2), men integrerer likevel et argument mot seg selv i etterkant (4.3). I denne overgangen ser vi en vesentlig lavere frekvens enn i de to overnevnte.

Overgangen virkelige resultater til mental representasjon av situasjonen har klart lavest frekvens. Indikatorene vi identifiserte omhandlet at elevene som følge av noe veiledning innser elevene at deres midlertidige resultat ikke kan stemme (5.1). Til tross for veiledningen kommer det i intervjuet likevel frem at både E1 og E3 oppgir at de syntes deres midlertidige resultat på 588 kuer var høyt, og E3 begrunner dette.

4.1.3 Gruppe 3 (F1)

På lik linje med de andre gruppe, viser gruppe 3 også en høy frekvens av indikatoren 1.1. Sitatene som er trukket frem fra to av elevene tyder på at elevene knytter oppgaven til informasjon de har fått fra et leirskoleopphold (1.1). I indikator 1.2 kan sitatet til en elev tolkes som at han/hun forsøker å forenkle en antakelse med tanke på hvordan elevene skal beregne mengde melk, ved å benytte små melkekartonger. Videre identifiseres volum i stor melkekartong som nøkkelentitet (1.3), og denne spesifiseres videre i 1.4.

Når elevene skal gå fra å ha en virkelig modell til å lage en matematisk modell ser vi eksempler på sitater som viser hvordan elevene representerer elementer matematisk (2.1) som de tar med seg videre for å kunne anvende ulike regnearter. På bakgrunn av tidligere forenklede antakelser (1.2, 1.3 og 1.4), ønsker elevene å benytte seg av de små melkekartongene de bruker på skolen (2.2). Indikatoren med størst frekvens i denne overgangen er 2.3, og noen av sitatene knyttet til denne indikatoren var relatert til å det å søke på nettet, eller benytte seg av kalkulator for å muliggjøre beregning. I 2.4 ser vi et eksempel på sitat hvor en elev har valgt å benytte seg av teknologi for å verifisere deres antakelser knyttet til hvor mange elever det var på skolen. Dette er indikatoren med lavest frekvens i denne overgangen.

Elevene anvender multiplikasjon og divisjon for å muliggjøre beregning på en adekvat måte (3.1, 3.2 og 3.3). Divisjon brukes for å finne og dobbeltsjekke antall kuer som kreves for å produsere 87,5 liter melk, samt multiplikasjon for å beregne antall mennesker på skolen (3.1, 3.2 og 3.3). Informasjon om melkeproduksjonen (30-40 liter per ku) blir også brukt (3.2), og dette tilleggsresultatet brukes i diskusjonen om hvorvidt to eller tre kuer er nødvendig for å produsere 87,5 liter. En elev utrykker at et desimaltall som et resultat ikke fungerer og velger å avrunde (4.1). Videre nevner en elev at oppgaven ikke spesifisere mengden melk skolen skal ha og kommer med et forslag (4.1 og 4.2). Eleven inkluderer argumentet om at personene i skolen kan drikke et veldig lite glass melk (4.3).

4.2 Tabell 2 - Forskningsspørsmål 2 (F2)

Indikatorer	Eksempel på sitat[a]	Tilhører også
Overgang 1: Virkelig situasjon ➔ Mental representasjon ➔ Virkelig modell		
Gruppe 1		
1.1	E1: - "Nei, fordi jeg glemte hva oppgaven var, egentlig var" (00:19:12 (I)). - "Vi begynte å spore inn på et annet spor enn det oppgaven var" (00:19:16 (I)). E2: «[...]men det var liksom det vanskeligste å finne ut hvor mange kuer" (00:03:30 (I)). «Fordi det er kanskje litt sånn annerledes oppgave enn vi har normalt» (00:05:49 (I)). E1: «Ja, du... på skolen så har vi sånn pekepinn, hvis vi har det og det så er det feil» (00:06:47 (I)).	
1.2	E2: «Emm, fordi da må vi liksom plusse 40 eller 40 + 40 er jo 80, men 40 er jo 1000 tydeligvis og da bare, jeg syns det var lettere å begynne fra bunnen av" (00:10:31 (I)).	1.2, 1.3 og 1.4.
1.3	E2: "Jeg tror det er 568" (00:08:25 (I)).	1.1, 1.2, 1.3 og 1.4.
1.4	E2: «At emm jeg ville heller bruke en annen metode" (00:09:55 (I)).	1.2 og 1.3.
Gruppe 2		
1.1	E3: «Hvordan man kunne finne det ut liksom» (00:00:26 (I)). "Finne svaret liksom, å finne frem til ting" (00:01:24 (I)). "Sånn på hvor mange kuer det var (00:16:01 (I)). "For vi måtte jo finne ut ganske mye annet før det". (00:16:07 (I)).	
1.2	E2 sier: «Jeg tror en hel bøtte, nei. […]» (00:00:29 (O)). «Ja, jamenn det er alltid sånn at de tar jo bøtter, de tar først melka i bøtter, det er cirka...» (00:02:12 (O)).	
1.3	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	
1.4	E3: «Å finne ut hvor mye melk som var i en porsjon» (00:01:53 (I)). E1: "Emm, det var jo egentlig det sammen som E3" (00:02:20 (I)). E3: «Også fant han ut hvor med yoghurt og melk og noe annet» (00:14:26 (I)).	
Gruppe 3		
1.1	E1: «Ja, de sa jo ikke hvor mye melk de i skolen skulle ha, så det kan jo være en ku, hvis den, hvis man gjør sånn her på en veldig mye...» (00:02:23 (O)). «Er alt lov egentlig sånn?» (00:03:52 (O)). «Men, de sa jo aldri hvor mye, så det kan jo bare være litt?» (00:05:48 (O)). «Men, jeg bare lurer på noe, på grunn av når det sto hvor mange melk kunne man bare sagt 100 kuer så hadde det vært riktig på en måte. Fordi da er jo det nok til å på en måte ta til hele skolen» (00:03:38 (I)). E2: «Da måtte du sikkert hatt en god grunn til hvorfor du valgte akkurat 100» (00:03:56 (I)).	
1.2	E3: «Neei, det er sånn der, cirka, litt mindre enn halvparten av den lille melka vi får på skolen hver dag» (00:08:07 (O)).	
1.3	E3: «Vi kan jo prøve å bruke den. De er, disse er 1,4 liter altså er 250, mmm, nå har jeg jernteppe» (00:02:54 (O)). «Neeii, vi har nettopp hatt om brøk på skolen. Så sto, da fant jeg bilde av en sånn melk, og så sto det ¼ liter melk, også bare, husket jeg at det var 25" (00:08:00 (I)). "Ja 0,25, fordi det er 0,25 liter" (00:08:15 (I)).	1.4 og 2.1.

	E1: “Åja, det er fordi når vi lærte det på skolen så var det 0,25 var det samme som 250 på en måte” (00:08:51 (I)).	
1.4	E3: «Men den, den en liten er 250» (00:08:43 (O)). “Jeg husker aldri der måtene der” (00:08:27 (I)).	

Overgang 2: Virkelig modell ➔ Matematisk modell

Gruppe 1

2.1	E2: “E1 bare gikk med det vi sa” (00:08:16 (I)).	
2.2	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	
2.3	E3: «Skal vi gange de to?» (00:11:17 (O)).	
2.4	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	
Gruppe 2		
2.1	E2: «1000?» (00:10:35 (O)).	
2.2	E3: «Ee, en ku produserer ca. 8000 liter melk i året, men det var jo litt... (fniser)» (00:01:11 (O)).	
2.3	E1: «Mmm, en porsjon ifølge helsedirektoratet være ett glass melk eller syrnet melk 2 desiliter, en lite beger yoghurt 125 gram, en porsjon cottagecheese 100 gram» (00:02:16 (0)). E1: «Det var litt vanskelig» (00:00:35 (I)). «Å finne ut hvor mye en porsjon og sånn var» (00:00:43 (I)).	
2.4	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	
Gruppe 3		
2.1	E3: «Desiliter, desiliter, 250 desiliter» (00:03:09 (O)).	
2.2	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	
2.3	E2: “Og hvilken metode du skal bruke for å finne ut hvor mange liter melk det var” (00:01:46 (I)). E3: “Hæ, ja det sto liksom bare sånn der, i oppgaven det sto liksom ikke noe tall eller forklaring på hvordan man skulle gjøre det på en måte” (00:03:23 (I)).	
2.4	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	

Overgang 3: Matematisk modell ➔ Matematisk resultat

Gruppe 1

3.1	E2: “Ja, at jeg skjønte at man måtte ta vekk en null, eller han en tall” (00:16:33 (I)).	3.2.
3.2	E2: “Fordi vi måtte, gjøre, regne oss opp til det å finne, bare trykke på masse forskjellige knapper (fniser)» (00:03:46 (I)).	3.4.
3.3	E1: “Nei, fordi i 1 liter så er det 10 desiliter, for da fjerner du bare en null så har du svaret. På kalkulatoren”. (00:16:04 (I))	3.1 og 3.2.
3.4	E2: “Eller ikke så mye, jo men ja, eller man måtte liksom bare gjette oss frem” (00:03:58 (I)).	3.2.
3.5	E2: “Ja, og det har kanskje vært litt mer vanskelig å bruke den (viser til tallet på 1000 liter melk på 40 kuer på en dag). Hvis man måtte bare adde... eller ja, samma det” (00:10:18 (I)).	
Gruppe 2		
3.1	E3: «14700. En, fire, syv, null, null» (00:06:14 (O)).	

3.2	«Nei det va desiliter (00:05:36 (I))».	3.1, 3.2 og 3.3.
3.3	«Ja, siden det var 42 desiliter, så tenkte vi at det også måtte bli desiliter (peker på tall på kladdeark)» (00:06:22 (I)). «Ja, og, å finne ut hvor mye desiliter var i liter» (00:15:24 (I)). E1: «Vi visste at 10 dl er 1 liter» (00:07:20 (I)).	
3.4	E1: «Så vi trenger 588 kuer» (00:06:29 (O)). E3: «Fordi at hvis en ku lager 25 liter melk hver dag, og man bare skal drikke 6 desiliter hver dag, så var det jo litt mye med 588 kuer» (00:12:51 (I)).	
3.5	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	
Gruppe 3		
3.1	E2: "8000 delt på 365, det er..." (00:01:59 (O)). E3: "Det fungerer ikke. Emm" (00:02.04 (O)).	3.2.
3.2	E2: "Hvor er delt på tegnet? Der. Delt på, hva var det for noe? Tre hundre og seks... Feil, feil, feil" (00:01:36 (O)).	3.1.
3.3	E2: "Kan vi runde av, går det greit? (Henvender seg til student)" (00:13:09 (O)).	3.2 og 3.3.
3.4	E2: "Hvor mange kuer trengs for... (skriver på PC). Hvor mange liter var det?" (00:10:27 (O)). E3: "Å lage 87,5 liter" (00:10:39 (O))..	
3.5	E3: «Fordi en ku produserer, vi tok i stedet for standpunkt fra et tall imellom 30 og 40 så tok vi bare 30, fordi det hørtes veldig mye ut med 40. Så tok vi bare 90 delt på 30, ja det skrev jeg jo der, men også ja så delte vi det og ble jo det 3. Så det ble jo 3 kuer" (00:09:31 (I)).	
Overgang 4: Matematisk resultat → Virkelig resultat		
Gruppe 1		
4.1	E1: "Fordi du vet på den *Stedsnavn* gård eller hva den hette, der hadde de 40 kuer og lagde 1000 liter per dag" (00:13:07 i (O)).	4.2 og 4.3.
4.2	E2: "[...] En, en elev trenger ikke totusen og hundre (00:10:31 (O)).	4.3.
4.3	E1: "Nei, fordi i 1 liter så er det 10 desiliter, for da fjerner du bare en null så har du svaret. På kalkulatoren" (00:16:04 (I)).	
4.4	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (overgang) for den respektive gruppen.	
Gruppe 2		
4.1	E3: «Men jeg vet jo ikke om det er riktig (00:06:47 (O)). «Fordi at det var litt mange kuer» (00:12:35 (I)). E1: «Jeg tenkte også at det var ganske mange» (00:12:45 (I)). E1: «Går det an å ha 56,8 kuer? (Henvender seg til S1)» (00:11:58 (O)).	
4.2	E1: «En liten baby ku?» (00:12:03 (O)).	
4.3	E1: «Det er ikke en hel ku» (00:12:06 (O)).	
4.4	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	
Gruppe 3		
4.1	E3: "Ja jeg tror, jeg tror det ble noe desimaltall når vi fortsatte på det der 8000 så ble det noe desimaltall, og da måtte vi heller velge 30 til 40, fordi det var det litt lettere å finne svaret" (00:06:20 (I)).	
4.2	E1: "Emm ja, jeg kan det. Hvis det var jo det, så kunne man, dere sa jo aldri hvor mye melk man kunne ta. Så da tenkte jeg kanskje bare kanskje dit kanskje (viser mengde med fingrene). Og da hadde jo vel det vært nok tenker jeg. Også ja, det var jo det". (00:14:16 (I)).	

4.3	E1: “Hvis de får et halvt, hvis de har sånn et halvt LIDE (dialektord) glass til en hel skole” (00:06:19 (O)).	4.2.
4.4	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	
Overgang 5: Virkelige resultater ➔ Mental representasjon av situasjonen		
Gruppe 1		
5.1	E2: «Fordi det var høyt, og vi gadd ikke det» (00:24:40 (I)).	5.1, 5.2 og 5.5.
5.2	E2: «Fordi eem, en ku kan jo ikke være en halv ku og lage melk» (00:24:05 (I)).	5.1, 5.2 og 5.5
5.3	E1: “Fordi jeg tror det er 12 kuer cirka” (00:09:26 (O)). “Jeg, jeg tipper svaret er 60 kuer. Kom jeg frem til” (00:13:32 (O)).	5.2 og 5.5.
5.4	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (overgang) for den respektive gruppen.	
5.5	E2: “Neei, men det har gått fint, ikke alle liker melk så” (00:25:29 (I)). “Noen er jo laktos, laktos, det er jo noen i klassen som er laktoseintollerant” (00:25:53 (I)). “Er jo ikke noen som fyller glasset helt opp heller da” (00:25:53-00:25:57). E1: «Og at det er mer miljøvennlig» (00:26:51 (I)).	5.1, 5.2 og .5.
Gruppe 2		
5.1	E3: «Vi bør kanskje heller finne ut det i liter» (00:10:19 (O)).	
5.2	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for den respektive gruppen.	
5.3		
5.4		
5.5		
Gruppe 3		
5.1	Det er ikke funnet eksempler for indikatorene (blokkeringer) for de respektive gruppene.	
5.2		
5.3		
5.4		
5.5		
Notat: [a] Elevsitater fra oppgaveløsningen (O) og gruppeintervju (I).		

4.2.1 Gruppe 1 (F2)

Under intervjuet ytret en elev at vedkommende hadde glemt oppgavens fokus, og en annen elev påpekte at oppgaven avvek fra det den var vant til og nevner at de er vant til å følge en spesifikk løsningsmetode (1.1). Videre oppstod vanskeligheter med å forenkle antakelser basert på informasjonen E1 hadde fått fra leirskolen, spesifikt om at 40 kuer produserer 1000 liter melk per dag (1.2). Denne tilleggsinformasjonen om daglig melkeproduksjon per ku, hvor E1 kobler midlertidige resultater til virkelig situasjonen om kuer, ikke inkludert videre i løsningsprosessen (3.5 og 4.1). E2 ønsket å benytte en annen metode for å spesifisere daglig melkeproduksjon per ku (1.4). Det ble også uttrykt at det er flere lærere enn lærere enn elever (1.4), hvor en annen elev ikke er enig. Når elevene skal velge mellom hvor mange liter melk en ku produserer, valgte E2 "20 liter" med en begrunnelse om at de bare gjorde det E1 foreslo (2.1). Videre stilte en elev spørsmål om bruk av multiplikasjon som metode (2.3).

Elevene forsøker å bruke passende måleenhet, hvilket fører til at en elev forklarer at en må "fjerne en null" (3.1). Elevene utrykker vansker grunnet behovet for å trykke på mange knapper på kalkulatoren (3.2). E2 antyder at vedkommende gjettet for å verifisere det midlertidige resultatet (3.4). Elevene tar ofte i bruk riktige regnearter, men noen misforståelser med omgjøring av måleenheter blir observert (3.3). Usikkerhet rundt måleenheter fører til at en elev stopper litt opp. For eksempel når en elev foreslår at en person drikker 2100 dl melk, til tross for at de har fått oppgitt at en person drikker 3 porsjoner per dag (4.2). E1 integrerer argumenter for å forklare til resten av gruppen (4.3), samtidig som eleven også tipper svaret (4.3), uten å gi en begrunnelse under oppgaveløsningen. I gruppeintervjuet spør vi elevene hvorfor de valgte 73 kuer i stedet for 74, hvilket fører til at E2 svarer "fordi det var høyt, og vi gadd ikke det" (5.1). Det er uklart om elevene forsto de virkelighetsimplikasjonene av å runde av til 73 kuer (5.2).

4.2.2 Gruppe 2 (F2)

I overgangen fra virkelig situasjon, til mental representasjon, til virkelig modell fikk vi innsikt i en blokkering i form av at elevene syntes det var utfordrende at de måtte finne mye informasjon for å nå frem til et endelig resultat (1.1). Videre ser vi et eksempel på at en elev gjør en forenklet antakelse om hvor mye melk en ku produserer, men det kan se ut til at eleven møter en blokkering i form av at han/hun har vansker med å avgjøre hvor mye melk en bøtte inneholder (1.2). Vi har også identifisert en blokkering i 1.4 hvor både E1 og E3 antyder at de syntes dette var utfordrende å spesifisere hvor mye en porsjon melk tilsvarer.

Når elevene skal gjøre om deres virkelig modell til en matematisk modell ser vi at en elev møter en blokkering i form av å skulle representere antall desiliter i én liter, matematisk (2.1). I 2.2 gjør elevene en relevant antakelse om hvor mye melk en ku produserer i året, men går tilbake til å avklare oppgavens kontekst, noe som kan tyde på en blokkering. I indikator 2.3 identifiserer vi en blokkering som kan være bakgrunnen for sitatet nevnt i 1.4. Av den fullstendige analysen kan vi se at elevene går tilbake til indikator 1.1, for å diskutere hva de skal benytte av informasjonen de fant, og vi betegner derfor dette som en blokkering.

I overgangen fra matematisk modell til matematisk resultat ser vi et eksempel på en blokkering som oppsto på bakgrunn av at elevene ikke fikk konstruert et tilstrekkelig matematisk resultat (3.1) (3.2) (3.3). Vi identifiserer også en blokkering i form av at som elevene aldri verifiserer dette resultatet i oppgaveløsningen (3.4). Videre ser vi et eksempel på at E3 i intervjuet antyder at det å omgjøre fra desiliter til liter er vanskelig, men på bakgrunn av noe veiledning innser elevene at de må gjøre dette for å kunne dividere. Dette fører til at elevene går tilbake til andre overgangene i modelleringssyklusen som 1.3, 1.4 og 2.1.

Når elevene skal bevege seg fra matematisk resultat til virkelig resultat utrykker de usikkerhet i forhold til om det gir mening i virkeligheten, og de beveger seg til andre overganger i modelleringssyklusen, noe som kan tyde på en blokkering (4.1). Det kan også tyde på en blokkering når en elev henvender seg til en av oss studenter for å få bekreftelse (4.1). En annen elev utrykker at resultatet funger i den virkelige verden, og forsøker å tilpasse det ved å oppgi et argument som ikke holder mål (4.2 og 4.3). Eleven inkluderer videre et argument mot seg selv på basert på resonnementet i 4.3.

I overgangen hvor elevene skal knytte deres virkelige resultater til den mentale representasjonen de har av situasjonen møter elevene en blokkering fordi de ikke innser at de må gjøre endringer som konsekvens av tydelige feil (5.1), og elevene er avhengige av veiledning for å innse at dette ikke kan stemme. Ellers har vi funnet få indikatorer på blokkeringer i denne overgangen, og dette til diskusjon i kapittel 5.

4.2.3 Gruppe 3 (F2)

I overgangen «virkelig situasjon til mental representasjon til virkelig modell» så vi et eksempel på blokkering i form av at spesielt én elev gjentakende forsøkte å avklare oppgavens kontekst (1.1), og som følge av dette sjeldent beveget seg videre til andre overganger i modelleringssyklusen. Videre ser vi en blokkering i form av at en elev gjør en forenklet antakelse (1.2), og opplever dette som en blokkering i form av at eleven ikke har tilstrekkelig kunnskap om måleenheter og mengder. Blokkering på bakgrunn av manglende kunnskap knyttet til dette tema ser vi flere av som i 1.3 og 1.4.

Når elevene skal gå fra virkelig modell til matematisk modell ser vi igjen blokkeringer knyttet til kunnskap om måleenheter og mengder når elementer skal representeres matematisk (2.1). I indikator 2.3 fant vi ikke noen åpenbare blokkeringer i oppgaveløsningen, men vi syntes det er relevant å nevne at elevene oppgav i intervjuet at de syntes det var vanskelig å avgjøre bruk av ulike metoder for å nå frem til et svar, og at det var utfordrende at det ikke var oppgitt noe forklaring på hvordan de skulle gå frem.

Elevene bruker kalkulator for å dele 8000 på 365, og utrykker at svaret de får er feil (3.1 og 3.2). En elev spør også om det er greit å avrunde (3.3). Elevene går ikke videre med desimaltallresultatet etter å ha delt 8000 på 365 (4.1). Elevene begrunner dette med at det er enklere å bruke 30-40 liter. De søker også etter tilleggsresultater om melkeproduksjon (30 og 40 liter per ku), men velger 30 uten matematisk begrunnelse (3.5). Det ser også ut til at elevene tar i bruk internettet for å verifisere et midlertidig matematisk resultat ved å søke opp hvor mange kuer det trengs for å lage 87,5 liter, og antar at svaret vil vises uten at de må gjøre videre utregninger (3.4). Det samme eksemplet er også nevnt knyttet til første forskningsspørsmål. En elev kommer med forslag til at hver enkelt person bare skal få en liten mengde melk (4.2), og inkluderer argumentet om at elevene kan få et halvt lite glass (4.3).

5.0 Diskusjon

I dette kapitlet drøfter vi resultatene i lys av modelleringssyklusen Vi har valgt å dele drøftingene i underkategorier i henhold til analyseverktøyet:

Overgang 1: *Forstå, strukturere, forenkle, tolke kontekst*

Overgang 2: *Anta, formulere, matematisere*

Over gang 3: *Arbeide matematisk*

Overgang 4: *Tolke matematisk output*

Overgang 5: *Sammenligne, kritisere, validere*

For hver av de fem overgangene trekker vi fram sentrale resultater fra de ulike gruppene og diskuterer de mot henholdsvis forskningsspørsmål 1 og 2:

- Hvilke overganger identifiseres i elevenes arbeid i henhold til modelleringsprosessen?
- Oppstår det blokkeringer, og hva er betydningen av disse for elevenes arbeid?

Til slutt drøfter vi den overordnede problemstilling.

- Hva karakteriserer en gruppe 7. trinn elevers første arbeid med en matematisk modelleringsoppgave?

5.1 Overgang 1 - Forstå, strukturere, forenkle og tolke kontekst

I denne overgangen ser det ut til at elevene forsøker å forstå oppgaven ved å identifisere relevant informasjon, for å kunne løse oppgaven på en hensiktsmessig måte. Dette kommer tydelig frem i gruppe 3, der samtalene er preget av diskusjoner frem og tilbake for å oppnå enighet om hvilken informasjon som skulle tas med videre. Gruppe 1 beveger seg tilbake for å lese hovedspørsmålet, noe som kan bidra til å gi dem en klarere forståelse av hva oppgaven går ut på (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92). Det blir tydelig at gruppe 1 må bestemme seg for hva som er relevant for å løse den gitte oppgaven, ettersom den har mange tilnærmingsmåter (Pollak, 2011, s. 64). Hva som er relevant avhenger av elevens forståelse for oppgaven, som igjen er påvirket av elevens mentale fortolkning av oppgaven (Borromeo Ferri, 2006b). Denne studien viser at elevens tilnærminger til oppgaven preger elevenes samtaleemner. For eksempel nevner en elev i gruppe 1 at det i gjennomsnitt er tre lærere i hver klasse. En annen elev i Gruppe 2 nevner at en porsjon melk varierer med størrelsen på glasset. I gruppe 3 spør en elev om resten av gruppen husker det de lærte på leirskolen, og vil bruke denne erfaringen i oppgaven. Elevene ser ut til å benytte tall fra egen klasse for å anslå antall lærere, samt eksempler fra egne hjem når de snakker om forskjellige glass og refererer til tidligere opplevelser fra en leirskoletur. Også dette stemmer overens med Borromeo Ferri (2006b, s. 16) sin studie, som påpeker behovet for å hente inn EMK fra hverdagslivet i oppgaver med manglende informasjon.

I lys av Galbraith & Stillman, 2006, sitert i Hankelen (2020, s. 215), kan en spørre seg om elevene faktisk forstår oppgaven, ettersom de må vende tilbake til forståelsesovergangen (Galbraith & Stillman, 2006, sitert i Hankelen, 2020, s. 215). Det kommer spesifikt frem at gruppe 2 leser oppgaven nøye før de begynner. Til tross for dette, utrykker de at det kan være utfordrende da det er lett å glemme hva de egentlig skal svare på. Gruppe 1 deler den samme opplevelsen, og trekker frem at de blir lett distrahert. Eksemplene er i tråd med teorien om at modellering kan være utfordrende, spesielt når det mangler tydelige retningslinjer for hvordan de skal gå frem for å bygge en matematisk modell (Se f.eks. Vos (2007). Siden modelleringsoppgaven har grad av kompleksitet, må elevene ta hensyn til mange elementer (Blum & Ferri, 2009), noe som elevene beskriver som utfordrende, nettopp fordi elevene får en oppgave hvor startsituasjonen ikke er gitt, og krever at kvalifiserte antagelser benyttes (Maaß, 2010, s. 297-301). En annen mulig forklaring på at elever møter utfordringer kan ifølge Schaap et al. (2011, s. 143-144) være fordi elevene overser essensielle elementer av teksten.

Selv om elevene møter på blokkeringer, kan det likevel hevdes at gruppene klarer å bevege seg videre i løsningsprosessen, i noen tilfeller uten veiledning, og i de fleste med veiledning. Dette understreker betydningen av veiledning fra lærer, samtidig som det er essensielt å finne rette balansen mellom lærerens veiledning og elevens autonomi (Blum & Ferri, 2009, s. 25; Lingefjärd, 2011). Å overkomme blokkeringer kan også henge sammen med elevens evne til å engasjere seg i modellering (Blum & Kaiser, sitert i Maaß, 2006, s. 116-117). På den andre siden kan dette være et uttrykk for at elevene evner å bruke praktisk og logisk tenkning når de skal ta i bruk matematisk kunnskaps i løsningsprosessen og se problemet i et annet perspektiv (Maaß, 2006).

5.2 Overgang 2 – Anta, formulere, matematisere

Denne overgangen er den nest mest frekvente i elevenes modelleringsarbeid. I gruppe 1 ser vi at det å forenkle antakelser er indikatoren som forekommer flest ganger, og ut fra eksempelet kan det tolkes som at E1 har dannet seg en mental representasjon av situasjonen som er påvirket av elevenes egne erfaringer fra et leirskoleopphold (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92). Det kan tenkes at kleven opplever oppgaven som et virkelighetsnært problem, og drives mot et matematisk resultat på bakgrunn av sin mentale representasjon av situasjonen og sine ekstra-matematiske kunnskaper (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 143). De andre elevene i denne gruppen deler likevel ikke samme mentale representasjon. Ifølge Borromeo Ferri (2006b, s. 92) vil disse representasjonene kunne variere fra elev til elev, og være påvirket av elevenes tankemåte i matematikk. Gitt at elevene skal arbeide i gruppe, vil de altså ikke nødvendigvis dele samme modelleringsruter. Dette blir tydeliggjort i sitatet fra E2 (2.4), hvor eleven ønsker å benytte seg av internett for å finne informasjon. Dette kan tyde at denne eleven er mer fokusert på å benytte fakta og tall, fremfor egne erfaringer.

I resultatene fra gruppe 2 ser vi også at elevene gjør en relevant antakelse, men at denne antakelsen ikke blir med videre. Det samme ser vi i Gruppe 3 som antar at de skal bruke de små melkekartongene på skolen. Denne avgjørelsen vil være påvirket av disse elevenes mentale representasjon, som igjen kan være påvirket av forutsetningene elevene har for å bruke denne informasjonen videre (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92). Dersom elevene har lave forutsetninger for dette, kan det tolkes dit hen at det oppstod blokkeringer i disse situasjonene.

Schaap et al. (2011, s. 143-144) gjorde i overgang 1 funn av blokkeringer knyttet til at elevene gjorde feilaktige antakelser. Til forskjell er blokkeringene vi identifiserte i vår studie knyttet til at elevene gjør relevante antakelser de ikke tar med seg videre, og dermed går tilbake til en tidligere overgang i modelleringssyklusen. Dette er i tråd med Galbraith og Stillman (2006, sitert i Hankelen (2020, s. 215). I intervjuet fikk vi likevel innsikt E3 sine tanker om hvordan eventuelt å overkomme denne blokkeringen. Til tross for dette blir ikke denne fremgangsmåten benyttet. Vi tolker det slik at eleven ikke har matematisk kompetanse til å benytte seg av relevante antakelser i denne situasjonen, og dermed møtte en blokkering.

Vi identifiserer en blokkering knyttet til gruppe 1 sin usikkerhet rundt hvilke matematiske metoder elevene skal benytte seg av for utregning. Noe liknende finner vi også i Gruppe 3, hvor vi identifiserer en blokkering på bakgrunn av sitat til E2 og E3, som antyder at det er vanskelig å finne metode for å løse oppgaven, og at de mangler en «fremgangsmåte».

Frekvensen av indikator 2.3 er for gruppe 3 betydelig høyere enn for de andre gruppene. Ifølge Pollak (2011, s. 64) finnes det mange innfallsvinkler for å løse en oppgave, og det viktig å bestemme seg for hvilke aspekter i den virkelige situasjonen som er viktige og dermed skal benyttes videre. Den høye frekvensen kan altså indikere at elevene i denne gruppen har vanskeligheter for å avgrense informasjonen de fant. Galbraith og Stillman

(2006a, s. 159) fant at overgang 2 var den mest utfordrende for elevene. Granmo (2022, s. 111) derimot fant at elevene til en viss grad behersket det å gjøre antakelser og at elevene virket komfortable med å gjøre avgrensninger. Til tross for at vi har identifisert denne overgangen med høy frekvens, anser vi ikke denne overgangen som spesielt utfordrende for elevene i vår kontekst. Elevene har vansker for å avgrense, og benytter seg av flere relevante antakelser, men de leder til alternative innfallsvinkler i prosessen.

5.3 Overgang 3 – Arbeide matematisk

Våre funn viser at elevene arbeider matematisk (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92-93). Det er hovedsakelig indikatoren 3.2 som omhandler det å muliggjøre beregning ved hjelp av teknologi og matematikk som ofte gjentar seg i denne overgangen. Elevene gjør beregninger, delvis med og delvis uten tekniske hjelpemidler (kalkulator, internett). Tross bruken av tekniske hjelpemidler, er elevene i stand til å frembringe egne matematiske uttrykk som de benytter for å løse oppgaven. Noen elever viser evnen til å ta i bruk relevante matematiske operasjoner for å håndtere den komplekse situasjonen. Noe som Blum og Kaiser (sitert i Maaß, 2006) i sin beskrivelse av delkompetanser bekrefter at elever trenger for å engasjere seg i modellering. Alle grupper tar i bruk multiplikasjon for å muliggjøre beregningen av mengden melk hele skolen trenger. Et annet eksempel viser at gruppe 2 benytter gjentatt addisjon av samme tall, 2+2+2, og får at en person drikker 6 desiliter melk per dag. Elevene forsøker å ta hensyn til sammenhengen mellom tallene og virkeligheten i løsningsprosessen. I likhet med tidligere forskning (Borromeo Ferri, 2006b, s. 92) er ekstra-matematisk kunnskap sterk etterspurt når elevene skal omforme den virkelige modellen til en matematisk modell.

Borromeo Ferri (2006b, s. 92) påpeker derimot at elevene kan arbeide matematisk med en oppgave selv om de ikke fullt ut forstår den. Hun fant for eksempel at elever møter på blokkeringer i forbindelse med utregninger og når de blir usikre på hva tallene faktisk representerer når de formulerer et regnestykke. Gruppe 3 finner noen tall på en nettside, og dividerer tallene 8000 og 365, hvor løsningen imidlertid ikke gir mening i deres verden, da det resulterer i et desimaltall. Et annet eksempel er da gruppe 1 prøver å konvertere dl til liter, og fjerner en null for å anvende riktige målenheter. Tilsvarende gjorde gruppe 2 et lignende forsøk. Det er uklart om elevene forstår hvorfor de skal "fjerne" en null for å kunne anvende riktig måleenhet, ettersom det dukker opp noen utfordringer med konvertering av måleenheter i løsningsprosessen. Eksemplene fra denne studien viser likheter med «Giant Shoes" – eksemplet beskrevet av Blum (2011, s. 16), hvor elevene i den studien hentet ut all informasjon fra en oppgavetekst og anvender en velkjent prosedyre for å finne en løsning. Det kan tenkes at elevene har overfladisk innøvd kunnskap om at 10 dl er det samme som 1 liter, uten å ha en dypere forståelse og evne til å anvende denne kunnskapen i andre situasjoner. Det kan også tenkes at undervisningen eleven mottar i klassen bidrar til å etablere en vane der de kun setter søkelys på tallene de finner og bruker en kjent prosedyre for å løse dem. Dette sammenfaller med det en elev uttrykte i intervjuet, hvor eleven nevnte at de er vant til å få oppgaver med en bestemt metode.

Til tross for noen vanskeligheter med konvertering av måleenheter og usikkerhet rundt sammenhengen mellom desimtalltall og antall kuer, ga elevene imidlertid ikke opp. De viste vilje til å utforske med alternative metoder for å løse problemene. Dette kan indikere at elevene klarer å tilpasse modeller og utvikle nye måter å løse oppgaven på hvis problemet ikke passer, noe som ifølge Henning og Keune (2007, s. 226-227) karakteriserer elevens utvikling av modelleringskompetanse.

5.4 Overgang 4 – Tolke matematisk output

For gruppe 1 identifiserer vi i denne overgangen at elevene diskuterer et delsvar blant annet knyttet til antall lærere på skolen. Vi tolker det dit hen som at elevene ser dette antallet opp mot virkeligheten, med tanke på at elevene nevner at det på deres skole ikke er flere lærere enn elever. Vi identifiserer også overgang 4 hos gruppe 3, da E1 gjentakende forsøker å tilpasse og argumentere for et forslag om matematisk resultat med hensyn til virkeligheten. Likevel er det vanskelig å se hvordan denne tolkningen av det matematiske resultatet kan gi et realistisk svar. Det kan tyde på at eleven gjennomfører tolkningen på en uoppmerksom måte (Borromeo Ferri, 2006b, s. 93). I gruppe 2 identifiserer vi også denne overgangen, der gruppen blant annet gjør avrundinger og på den måten forsøker å tilpasse deres matematiske resultat til den virkelige verden. I intervjuet argumenterer gruppemedlem E3 for at det ikke er mulig å bruke halve kuer. Som følge av dette, er det grunn til å anta at denne gruppens tolkning gjøres på en mer bevisst måte.

I gruppe 1 forsøker E1 å tolke det matematiske resultatet opp mot EMK fra leirskole. Nøye integrerte argumenter med matematisk støtte gir elevens tolkning dybde (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 159). Likevel blir ikke argumentet tatt med videre av de andre elevene. Galbraith og Stillman angir også at tolkninger kan basere seg på gjetninger uten bruk av matematikk. De andre elevene oppgir nettopp at de ønsker å gjette seg frem, men vi mener det er grunn til å anta at de møter en blokkering. Elevene klarer ikke å anvende informasjonen fra

E1 for å konstruere en tilstrekkelig modell, og går derfor tilbake til en tidligere overgang i modelleringssyklusen for å arbeide matematisk (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 215).

I gruppe 2 identifiserer vi en blokkering i form av at elevene er usikre på om deres matematiske resultat på 588 er riktig, og fortolker det dit hen at de mangler evnen til å tolke sitt matematiske resultat (Blum & Kaiser, 1997, sitert i Maaß, 2006, s. 116-117). Elevene trengte på dette tidspunktet veiledning, noe som fører dem tilbake til en tidligere overgang i modelleringssyklusen. Elever kan ifølge Granmo (2022, s. 116), streve med å forstå det matematiske resultatet de har regnet ut, og hvilke virkelighetsimplikasjoner dette gir. Hennes funn understøtter våre tolkninger i denne overgangen. Tross for at vi har gjort funn som tyder på at elevene møter en blokkering i denne overgangen, ser vi i intervjuet at elevene antyder at de syntes deres matematiske resultat på antall kuer er høyt. På bakgrunn av dette kan det tenkes at elevene har evnene til å tolke deres matematiske resultat, men at de ikke benytter seg av dette i oppgaveløsningen og dermed møter en blokkering.

I gruppe 3 har vi identifisert denne overgangen på bakgrunn av E1 som inkluderer et argument om at alle kan få en liten menge med melk, noe som vi tidligere i dette kapittelet argumenterte for at ble gjort på en ubevisst måte. Til tross for at dette kan stemme, ser vi av den fullstendige analysen at eleven gjentakende går tilbake til en tidligere overgang i modelleringssyklusen, for å diskutere oppgavens kontekst noe som i seg selv kan tyde på blokkering (Galbraith og Stillman, 2006, sitert i Hankelen, 2020, s. 215). Det kan også argumenteres for at eleven ikke evner å kommunisere og presentere løsningen på en funksjonell måte ved hjelp av egnet matematisk språk (Blum & Kaiser, 1997, sitert i Maaß, 2006, s. 116-117).

5.5 Overgang 5 – Sammenligne, kritisere og validere

I vår studie ble overgang 5 identifisert med laveste frekvens henholdsvis 8, 2 og 0 ganger i gruppe 1, 2 og 3. I gruppe 1 kommer elevenes validering spesielt godt frem i gruppeintervjuet hvor E1 vurderer et forslag til resultat, i hvilken grad det er egnet til sitt formål og argumenterer hvorfor han/hun innser at dette ikke kunne stemme på bakgrunn av EMK. Dette kan tyde på det Borromeo Ferri (2006b, s. 93) kaller for en kunnskapsbasert validering, at eleven bevist tar i bruk sine ekstramatematiske ferdigheter knyttet til leirskolen for å validere resultatet.

Den kunnskapsbaserte valideringen kan også forekomme ubevisst, og være preget av en indre matematisk validering, hvor selve utregningen er assosiert med validering (Borromeo Ferri, 2006b, s. 93). I gruppe 2 ser vi et eksempel på hvordan elevene kommer frem til et midlertidig matematisk resultat på 588 kuer. Det var tydelig at gruppe 2 gjorde beregninger, men det var ikke åpenbart hvordan de knytter sammen sine matematiske resultater med den virkelige verden. I gruppe 3 finner vi ingen åpenbare sitater som gjør at vi kan identifisere elevene i denne overgangen. Likevel peker Galbraith og Stillman (2006a, s. 160) på at elevene hele tiden underveis i modellering prosessen må vurdere og validere sine resultat, og på bakgrunn av dette kan det tenkes at elevene validerer underveis, men at dette ikke er like lett å identifisere på bakgrunn av deres indre matematiske tankemåte (Borromeo Ferri, 2006b, s. 93).

Den lave frekvensen som er funnet i denne overgangen kan også tyde på blokkeringer. I gruppe 1 vil vi trekke frem et eksempel på blokkering som omhandler at elevene forsøker å gjøre sine midlertidige resultater forenelige med den virkelige verden, men at de gjør avrundinger uten å tenke over hva som er betingelsene for oppgaven. I intervjuet kommer elevene med en begrunnelse for avrundingen, men de klarer ikke å utdype hvorfor de runder ned, fremfor å runde opp.

I gruppe 2 ser vi et eksempel som kan indikere at det er usikkerhet rundt konvertering av måleenheter. Dette fører til at elevene må gå tilbake til en tidligere overgang i modelleringssyklusen. Czocher (2018, s. 150) fant at en utfordring med validering var at elevene ikke oppdaget at matematiseringen var feil, og dermed fortsatte arbeidet uten å validere. Hun påpeker at det vil kunne påvirke den den matematiske modellen, og hvorvidt den kan regnes som tilstrekkelig eller ikke i den virkelige verden. Czocher undersøkte studenter som arbeidet med funksjoner, men vi ser likevel at det kan trekkes noen paralleller her til vår egen forskning. Schaap et al. (2011, s. 144) antyder likevel at det er mulig å overkomme blokkeringer. I intervjuet ser vi et eksempel på hvordan E3 forente deres midlertidige resultat med den virkelige situasjonen, og på denne måten kan det tenkes at blokkeringen ble overkommet.

I gruppe 3 har vi ikke klart å identifisere noen blokkeringer i overgangen. Til tross for dette anerkjenner vi at de kan finnes, uten at vi har fått identifisert dem. Det kan også tyde på at elevene har vansker for å i det hele tatt utføre valideringsprosedyrer i en modelleringsprosess (Blum & Leiß, 2007b, s. 13; Galbraith & Stillman, 2006a, s. 160). Det å ha evne til å validere løsninger er en delkompetanse som det påstås at elever må ha for å kunne engasjere seg i modelleringsaktiviteter (Blum & Kaiser, 1997, sitert i Maaß, 2006, s. 116-117). Det ser likevel ut til at samtlige av elevgruppene har vanskeligheter for å gå gjennom løsningsprosessen på egenhånd, og gjøre justeringer for å tilpasse løsningen. Dette til videre diskusjon i 5.6.

5.6 Hva karakteriserer 7. trinn elevers første møte med en modelleringsoppgave?

Vi har trukket frem noen eksempler og diskutert hvilke overganger vi identifiserer hos elevene i arbeid med en modelleringsoppgave i henhold til modelleringssyklusen, og deretter diskutert rundt blokkeringer elevene møter i de ulike og hvordan de eventuelt overkommer disse. I det følgende foretar vi en oppsummering av de mest åpenbare funnene og sammenligner våre funn med annen forskning.

Denne studien indikerer at elevene viser kompetanse i å skille mellom relevante og ikke-relevante data, ved å sette opp en modell av det virkelige problemet. Selv om elevene opplever det som vanskelig på bakgrunn av den kognitive kompleksiteten til modelleringsoppgaven, klarer de å bevege seg videre i løsningsprosessen. Elevene danner seg egne mentale representasjoner av problemsituasjonen. Vi har argumentert for at en elev tydelig baserer representasjonen på EMK, mens noen elever er mer fokusert på å benytte seg av tall og fakta. Spesielt i gruppe 3 ser vi hvordan elevene finner mange innfallsvinkler, men deres valg av fremgangsmåte er påvirket av elevenes forutsetninger for å bruke denne informasjonen videre. På bakgrunn av dette møter de flere blokkeringer. Andre blokkeringer som er identifisert omhandler valg av metoder som elevene benytter seg av for å muliggjøre beregning.

Studien viser at elevene tar i bruk matematisk kunnskap i løsningsprosessen. Elevene får matematiske resultater som blir tolket som reelle i den virkelige verden, selv om løsningene ikke alltid er korrekte ettersom det oppstår misforståelser med riktige regler for måleenheter. I henhold til tolkning, skiller de ulike gruppene seg fra hverandre med tanke på om de foretar tolkning på en bevisst eller ubevisst måte, og hvilken dybde de har i argumentene sine. Vi har argumentert for at tolkning gjort på en ubevisst måte i seg selv kan være tegn på blokkering, samtidig som vi har identifisert blokkeringer på bakgrunn av usikkerhet rundt resultat, og vansker for å knytte resultatet til den virkelige verden. Til slutt ser vi at gruppene skiller seg fra hverandre med tanke på hva de baserer valideringen sin på. Om den er kunnskapsbasert og basert på EMK, kunnskapsbasert hvor utregningen er assosiert med validering, eller at valideringen skjer relativt ubevisst. I denne overgangen identifiserte vi klart lavest frekvens, og vi har argumentert for hvordan dette i seg selv kan tyde på en blokkering.

5.6.1 Karakteristikkene til elevene på 7. trinn sammenlignet med annen forskning

Kaiser og Maaß (2007) undersøkte 13-14 åringer i arbeid med modelleringsoppgaver, og funnene viste at hver eneste elev klarte å håndtere den komplekse modelleringsoppgaven, selv om konteksten for oppgaven var ukjent. I likhet med våre funn som indikerer at elevene er i stand til å sette i gang med en modelleringsoppgave på egenhånd. For eksempel ble det ikke presentert hvilke modeller som kunne være hensiktsmessige for å finne antall kuer som trengs for å forsyne hele skolen med melk, noe som ifølge våre elever gjorde oppgaven utfordrende. Til tross for utfordringer, klarte de likevel å komme seg videre i modelleringsprosessen.

English og Watters (2005) sine resultater viste at tredjeklassingene (8 år) hadde evne til å bruke sine personlige erfaringer til å forklare resultatene. Imidlertid førte bruk av egne erfaringer til at fremgangen gikk saktere i noen tilfeller. På den andre siden hjalp tredjeklassingene sin kunnskap fra hverdagslivet til tider med å relatere seg til og identifisere relevant informasjon for å løse oppgaven. Dette er i samsvar med vår studie, hvor elevene på 7.trinn også henter inn kunnskap fra hverdagslivet, samtidig som elevene ikke alltid kommer med relevant kunnskap som kan videreføres i deres oppgaveløsning. I tillegg ble det også observert at tredjeklassingene var bevisste på når deres uformelle kunnskap ikke var tilstrekkelig, og rettet da oppmerksomheten mot oppgaveinformasjonen (English & Watters, 2005). Dette ligner på noen av våre funn, hvor elevene gikk tilbake til hovedspørsmålet for å tydeliggjøre oppgavens kontekst.

Kaiser og Maaß (2007) indikerer at elevene (13-14 år) klarer å vurdere løsningsprosessen med en kritisk tilnærming. Det klassiske eksempelet «Giant Shoes» beskrevet av Blum (2011, s. 19-21) viser det motsatte, manglende validering blant ungdomsskoleelever. På samme måte, kommer det ikke spesifikt fram at tredjeklassingene har en kritisk tilnærming i arbeid med modellering (English & Watters, 2005). I likhet med andre studier (Blum, 2011; English & Watters, 2005), ser vi at den siste overgangen «sammenligne, kritisere, validere» er mindre fremtredende i vår studie. Det at vår studie indikerer manglende evne til å utføre valideringsprosedyre, kan forklare årsaken til at elevene møter blokkeringer i modelleringsprosessen (Galbraith & Stillman, 2006a, s. 160). På den andre siden kan dette være et uttrykk for at lærerne til syvendeklassingene fra vår studie ikke i tilstrekkelig grad gjenspeiler den forståelsen av kjerneelementene (mål og innhold) som læreplanen for Matematikk har. Til tross for at modellering står oppført som et av kjerneelementene (Kunnskapsdepartementet, 2019), bekrefter noen elever fra vår studie at de i liten grad arbeider med slike oppgaver. Det elevene sier i våre funn, ligner det svenske videregående-elevene utrykte i en annen studie (Frejd & Ärlebäck, 2011, s. 415). Videregående elevene utrykte at de aldri hadde hørt om eller brukt modellerings i utdanningen sin. Henning og Keune (2007, s. 226-227) peker på at arbeid med modelleringsoppgaver kan utvikle elevens modelleringskompetanse, og nevner at «meta-refleksjon om modellering» er viktig i denne utviklingen, som kjennetegnes av at eleven har evnen til å analysere, vurdere og reflektere over formålene med den gitte modellen med en kritisk tilnærming. Denne beskrivelsen står i kontrast til våre funn, hvor det ikke er fremtreden at elevene har en meta-refleksjon om modellering.

Til tross for at elevenes kritiske tilnærming i tredjeklasse (English & Watters, 2005) ikke var fremhevende, har læreren likevel forsøkt å oppfordre til klassediskusjoner. Lærerens rolle blir trukket fram som essensielt i å støtte kvaliteten på samtalen og responsen fra medelever i en klassediskusjon (English & Watters, 2005). Denne beskrivelsen er i tråd med Borromeo Ferri (2007b), som peker på at lærenes råd og diskusjoner i plenum kan føre til stimulering visse faser av modelleringsprosessen. Selv om andre studier (Borromeo Ferri, 2007b; English & Watters, 2005) erkjenner betydningen av lærerens rolle, ønsket vi i vår forskning å ha minst mulig innvirkning på elevenes modelleringsarbeid. Derfor hadde vi ikke en like aktiv rolle under oppgaveløsningen som vi ønsket. Til tross for at vi trakk oss litt tilbake, observerte vi at elevene var opptatt av å søke bekreftelse hos oss, og søkte veiledning da de hadde muligheten. For eksempel søkte en gruppe bekreftelse på om det var greit å ha 56,8 kuer. Dette er med på å understreke det Borromeo Ferri (2007b) påpeker, viktigheten og behovet av å hjelpe elevene med å se sammenhengen mellom matematikk og virkeligheten.

Sammenlignet med våre funn og de andre studiene (Blum, 2011; English & Watters, 2005; Kaiser & Maaß, 2007) ser vi variasjoner i elevens tilnærminger i modelleringsprosessen. Det kan tenkes at lærerens veiledning og elevenes erfaring i arbeid med modellering er faktorer som påvirker variasjonen i elevens tilnærminger i modelleringsprosessen. Variasjonene kan også indikere at det er muligheter for å forbedre matematikkundervisningen, ved blant annet å gi elevene flere muligheter for å drive med matematisk modelleringsaktiviteter (Blum & Leiß, 2007b, s. 15).

5.6.2 Overkomme blokkeringer

I følge Schaap et al. (2011, s. 144) er det mulig for elever å ta i bruk strategier for å overvinne blokkeringer. I våre resultater fra overgang 1-3 (forstå, strukturere, forenkle, tolke kontekst anta, formulere, matematisere og arbeide matematisk), ser vi flere eksempler på at elevene klarer dette, men i de to siste overgangene 4-5 (tolke matematisk output, sammenligne, kritisere og validere) har elevene vanskelig for å overkomme disse på egenhånd. I følge Borromeo Ferri (2007b, s. 53) kan det å råde og diskutere virkelighetsnære oppgaver i plenum bidra til at visse faser i modelleringssyklusen blir unngått, og ettersom vi ønsket et mest mulig reelt bilde av elevenes første møte med en modelleringsoppgave var vi opptatt av å påvirke dem minst mulig. Til tross for dette anså vi det som nødvendig å veilede elevene spesielt i disse to overgangene for at de skulle nå frem til et realistisk resultat, og benyttet oss av oppfølgingsspørsmål. Dette er i tråd med tidligere forskning på samme område antyder at nettopp lærerens rolle er viktig i et modelleringsarbeid og matematisk modellering bare kan læres grundig, hvis det er en god balanse mellom lærerens veiledning og elevenes uavhengighet (Blum & Ferri, 2009, s. 45). Det kan tenkes at elevene ville vært mer selvstendige i disse to overgangene dersom oppgaven hadde vært en annen, eller at elevene hadde arbeidet med liknende modelleringsoppgaver i skolen tidligere, men i vår kontekst fant vi at elevene i deres første møte med en modelleringsoppgave hadde de vanskelig for dette og trengte noe veiledning i disse overgangene.

6.0 Avslutning

I det avsluttende kapittelet vil vi foreta en oppsummering av de viktigste funnene i denne studien. Vi vil reflektere over hvilke implikasjoner våre funn kan ha å si for vår egen matematikkundervisning i fremtiden og til slutt foreta en egenvurdering av vårt prosjekt.

6.1 Konklusjon

Våre funn indikerer at elevene på 7. trinn i stort sett er innom alle de ulike overgangene i modelleringssyklusen i sitt første møte med en matematisk modelleringsoppgave.
Til tross for dette danner de seg ulike mentale representasjoner av problemsituasjonen, noe som er med på å påvirke de ulike gruppene, men også enkeltindividers, modelleringsruter. Elevene møter blokkeringer i de første overgangene 1-3 (forstå, strukturere, forenkle, tolke kontekst, anta, formulere, matematisere og arbeide matematisk). De klarer likevel å overkomme flere av disse, noe vi ser ved at elevene beveger seg videre i modelleringssyklusen. Dersom de ikke klarer dette, på bakgrunn av begrensninger knyttet til matematisk kunnskap, beveger de seg tilbake til en tidligere overgang i modelleringssyklusen for å benytte andre fremgangsmetoder. I overgang 4-5 (tolke matematisk output, sammenligne, kritisere og validere) ser vi liten frekvens av de ulike indikatorene, noe som i seg selv kan tyde på at elevene møter flere blokkeringer og har vanskelig for å overkomme dem. Vi ser at elevene har vanskelig for å knytte deres matematiske resultater og modell opp mot den virkelige situasjonen, og på bakgrunn av dette vurdere om deres resultat gir mening i den virkelige verden. Dette gjør at flere av gruppene oppnår noen urealistiske eller utilstrekkelig resultater. Dette anser vi som et tegn på at elevene er avhengige av noe veiledning i disse overgangene for å overkomme blokkeringene, og bevege seg tilbake til en tidligere overgang i modelleringssyklusen for å søke en ny løsning på modelleringsproblemet.

6.2 Implikasjoner for undervisning og videre forskning

Gjennom arbeidet med denne masteroppgaven har vi fått et innblikk i hvordan arbeid med modelleringsoppgaver kan være med å bidra til at elevene knytter matematikken de lærer i klasserommet til den virkelige verden. Dette er i tråd med Maaß (2010, s. 303-304) som peker på at modellering kan bidra til at eleven forstår den virkelige verden bedre. Kjerneelementene i læreplanen i matematikk referer til modellering som et av de sentrale temaene, og modelleringssyklusen kan sees i direkte sammenheng med kjerneelementene. Elevenes første møte med en modelleringsoppgave viste en viss grad av selvstyring når det gjaldt de første overgangene. Noe Blum (2011, s. 19) hevder er en forutsetning for å utvikle modelleringskompetanse, som igjen kan forberede elevene til å bli ansvarlige deltakere i samfunnslivet. Vi konkluderer med at modellering burde implementeres i klasserommet da det kan bidra til at matematikkundervisningen blir meningsfullt for elevene (Blum, 2011, s.19). Likevel erkjenner vi at modellering ikke er den eneste muligheten for å oppnå dypere forståelse av matematisk innhold eller bidra til allmenndannelse.

Studien har også gitt innsikt i mulige blokkeringer i arbeid med modellering. Elevene møtte noen blokkeringer, men klarte ofte selv å overkomme noen av disse, eller valgte en alternativ metode å løse problemet på. Vi observerer at å overkomme blokkeringer kan være en god øvelse i å utvikle modelleringskompetanse.

I tillegg bemerket vi behovet for ytterligere veiledning og støtte når det gjaldt å bevege gjennom tolknings- og valideringsovergangen. Som nevnt i kapittel 3.12 har vi lite grunnlag for å kunne generalisere, men likevel er dette erfaringer vi vil ta med oss videre i lærerhverdagen, som kan bidra til at vi er ekstra forberedte til å veilede elever i en lignende kontekst.

Som vi tidligere har vært inne på, ser vi at modellering ofte er knyttet til de høyere alderstrinnene. Det kunne vært interessant å forske videre på hvordan modelleringskompetanse kan utvikles hos elever på barnetrinnet allerede fra tidlig barneskolealder, slik at elevene danner et grunnlag for å arbeide med modellering også videre i skoleløpet. Vi tror det er viktig at elevene i tidlig alder ser nytteverdien av matematikken de lærer på skolen, og hvordan den kan knyttes til den virkelige verden gjennom nettopp modelleringsarbeid. Det kunne også vært nyttig å forske videre på hvilke type oppgaver som er best egnet for at elever på barneskolen og mellomtrinnet skal kunne utvikle evnene som trengs for å engasjere seg i modelleringsarbeid.

6.3 Egen vurdering av prosjektet

Underveis i vårt forskningsopplegg møtte vi også utfordringer knyttet til at det var vanskelig å kategorisere våre data i henhold til analysen. Flere av utsagnene til elevene kunne tilhøre ulike indikatorer, og vi var til tider uenig i hvilken av kategoriene de skulle plasseres under. Til tross for at vi gjorde nøye overveininger, kan dette selvsagt ha resultert i at noen av sitatene ble plassert under feil indikator, men forsøkt å være påpasselige med at sitatene likevel henfaller til riktig overgang.

Andre ting vi ønsker å kommentere er vårt valg knyttet til oppgave for forskningsarbeidet. Det ble nøye overveiet hvilken vi skulle benytte, og begrunnet i utvalgte kvalitetskriterier. Til tross for dette har elevene kun arbeidet med én utvalgt modelleringsoppgave, og på bakgrunn av dette kan det tenkes at resultatene kunne vært annerledels dersom oppgaven ble valgt på bakgrunn av andre kriterier.

Selv om elevene skulle arbeide i grupper om modelleringsoppgaven, hadde vi ikke som utgangspunkt i vår forskning å fokusere på det sosiale samspillet mellom elevene. I etterkant ser vi at dette samspille kan ha hatt mye å si for hvordan elevene løste oppgaven. Dette med tanke på at enkelte elever tar en lederrolle og «bestemmer» fremgangsmåte, mens andre blir mer passive, og deres forslag blir nedslått.

Vi opplevde også at vårt forskningsopplegg til en viss grad brøt med elevenes forventninger til interaksjonen i matematikklasserommet. Elevene uttrykte at de ikke pleide å arbeide med slike oppgaver hvor «alt er lov», og at de syntes det var vanskelig å ikke ha en bestemt fremgangsmåte å forholde seg til og en fasit. I tillegg til dette opplevde vi at elevene ofte søkte bekreftelse av oss studenter, med tanke på om deres løsning var «rett». Det at vi studenter ikke gav dem så mye veiledning, og på den måten oppfordret elevene til å ta egne valg om fremgangsmåte så ut til å være utfordrende for elevene. Mulig kritikk mot oss forskere er at vi inkluderer teori som understreker viktigheten av lærerens veiledning i arbeidet med matematisk modellering, men følger likevel ikke disse teoriene selv når vi gjennomfører opplegget. Dette begrunner vi ved at vi ønsker et reelt bilde av elevens første møte med modelleringsarbeid i en så naturlig setting som mulig.

Arbeidet med denne masteroppgaven har vært et langt og krevende prosjekt. Vi har som nevnt møtt mange ulike utfordringer underveis, og på bakgrunn av dette måttet reflektere over våre valg. Til tross for dette ser vi tilbake på denne prosessen som lærerik, og vi har gjort oss mange erfaringer vi vil ta med oss videre i arbeidet som lærere.

7.0 Litteraturliste

Anderson, J. (2010). Collaborative Problem Solving as Modelling in the Primary Years of Schooling. I B. Kaur & J. Dindyal (Red.), *Mathematical applications and modelling: Yearbook 2010* (s. 78-93). World Scientific. https://doi.org/10.1142/7798

Berget, I. K. L. & Bolstad, O. H. (2019). Perspektiv på matematisk modellering i Kunnskapsløftet og Fagfornyinga. *Nordisk Tidsskrift for Utdanning og Praksis = Nordic journal of education and practice*, *13*(1), 83-97. https://doi.org/10.23865/up.v13.1882

Blum, W. (2011). Can Modelling Be Taught and Learnt? Some Answers from Empirical Research. I G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Red.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA 14* (s. 15-30). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2

Blum, W. & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modelling and application*, *1*(1), 45-58. https://www.researchgate.net/publication/279478754_Mathematical_Modelling_Can_It_Be_Taught_And_Learnt

Blum, W. & Leiß, D. (2007a). How do students and teachers deal with modelling problems? I C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Red.), *Mathematcal Modelling (ICTMA 12): Education, Engeneering and Economics* (s. 222-231). Horwood.

Blum, W. & Leiß, D. (2007b). Investigating quality mathematics teaching: The DISUM project. *Developing and researching quality in mathematics teaching and learning, proceedings of MADIF*, *5*, 3-16. http://matematikdidaktik.org/wp-content/uploads/2021/07/05_MADIF5.pdf#page=8

Borromeo Ferri, R. (2006a). *Modelling cycle under a cognitive perspective* [Figur 1]. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik. https://link.springer.com/article/10.1007/bf02655883#citeas

Borromeo Ferri, R. (2006b). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, *38*(2), 86-95. https://doi.org/10.1007/BF02655883

Borromeo Ferri, R. (2007a). Modelling Problems From A Cognitive Perspective. I C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Red.), *Mathematcal Modelling (ICTMA 12): Education, Engeneering and Economics* (s. 260-270). Horwood.

Borromeo Ferri, R. (2007b). The teachers' way of handling modelling problems in the classroom–What we can learn from a cognitive-psychological point of view. *Developing and researching quality in mathematics teaching and learning, proceedings of MADIF*, *5*, 45-54. http://matematikdidaktik.org/wp-content/uploads/2021/07/05_MADIF5.pdf

Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9

Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, *3*(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Czocher, J. A. (2018). How does validating activity contribute to the modeling process? *Educ Stud Math 99*(2), 137-159. https://doi.org/10.1007/s10649-018-9833-4

Ekol, G. (2011). Understanding and Promoting Mathematical Modelling Competencies: An Applied Perspective. I G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Red.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA 14* (s. 57-64). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_7

English, L. D. & Watters, J. J. (2005). Mathematical Modelling in the Early School Years. *Mathematics Education Research Journal*, *16*(3), 58-79. https://doi.org/10.1007/BF03217401

Frejd, P. & Ärlebäck, J. B. (2011). First Results from a Study Investigating Swedish Upper Secondary Students' Mathematical Modelling Competencies. I K. Galbraith, W. Blum, R. Borromeo-Ferri & G. Stillman (Red.), *Trends in Teachin and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA 14* (s. 407-416). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_40

Galbraith, P. & Stillman, G. (2006a). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, *38*(2), 143-162. https://doi.org/10.1007/BF02655886

Galbraith, P. & Stillman, G. (2006b). *Modelling Process Chart* [Figur 2]. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik. https://link.springer.com/article/10.1007/BF02655886#citeas

Granmo, T. (2022). *Matematisk modellering: En studie av hvilke kognitive barrierer elevene møter i en modelleringsprosess* [Masteroppgave, Universitetet i Agder]. AURA - Agder University Research Archive. https://hdl.handle.net/11250/3004109

Hankelen, C. (2020). Mathematical modeling in Germany and France: a comparison of students' modeling processes. *Educ Stud Math*, *103*(2), 209–229. https://doi.org/10.1007/s10649-019-09931-5

Henning, H. & Keune, M. (2007). Levels of modelling competencies. I W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Red.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (s. 225-232). Springer.

Kaiser, G. & Maaß, K. (2007). Modelling in lower secondary mathematicas classrom - problems and opportunities. I W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Red.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICTMI Study* (s. 99-108). Springer.

Kaiser, G. & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, *38*(3), 302-310. https://doi.org/10.1007/BF02652813

Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i matematikk 1.–10. trinn (MAT01-05)*. Fastsatt ved forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. https://www.udir.no/lk20/mat01-05/kompetansemaal-og-vurdering/kv17?lang=nob

LEMA. (2020). *Booklet: Reality-based tasks for school*. Matematikksenteret. https://www.matematikksenteret.no/sites/default/files/attachments/Booklet%20LEMA-prosjekt.pdf

Lingefjärd, T. (2011). Modelling from Primary to Upper Secondary School: Findings of Empirical Research – Overview. I G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Red.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA 14* (s. 9-14). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_2

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, *38*(2), 113-142. https://doi.org/10.1007/BF02655885

Maaß, K. (2010). Classification Scheme for Modelling Tasks. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, *31*(2), 285-311. https://doi.org/10.1007/s13138-010-0010-2

Maaß, K. & Gurlitt, J. (2011). LEMA–Professional development of teachers in relation to mathematical modelling. I G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Red.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA14* (s. 629-639). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_60

Niss, M., Blum, W. & Galbraith, P. (2007). Introduction. I W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Red.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICTMI Study* (s. 3-32). Springer.

Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E. & Moules, N. J. (2017). Thematic Analysis: Striving to Meet the Trustworthiness Criteria. *International journal of qualitative methods*, *16*(1), 1-13. https://doi.org/10.1177/1609406917733847

Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa* (LOV-1998-07- 17-61). Lovdata. https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61#KAPITTEL_1

Pollak, H. O. (2011). What is mathematical modeling? *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, *2*(1), 64. https://doi.org/10.7916/jmetc.v2i1.694

Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanning*. Cappelen Damm AS.

Repstad, P. (1998). *Mellom nærhet og distanse : kvalitative metoder i samfunnsfag* (3. utg.). Universitetsforlaget.

Rubin, H. J. & Rubin, I. S. (2005). *Qualitative Interviewing: The Art Of Hearing Data* (2. utg.). SAGE Publikasjoner, Inc.

Schaap, S., Vos, P. & Goedhart, M. (2011). Students Overcoming Blockages While Building a Mathematical Model: Exploring a Framework. I G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Red.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA 14* (s. 137-146). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_15

Sikt. *Informasjon til deltakarane i forskingsprosjekt*. https://sikt.no/informasjon-til-deltakarane-i-forskingsprosjekt

Stillman, G., Blum, W. & Kaiser, G. (2017). Crossing Boundaries in Mathematical Modelling and Applications Educational Research and Practice. I G. Stillman, W. Blum & G. Kaiser (Red.), *Mathematical Modelling and Application: Crossing and Resarching Boundaries in Mathematics Education* (s. 1-22). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62968-1

Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse : En innføring i kvalitative metoder* (4. utg.). Fagbokforlaget.

Utdanningsdirektoratet. (2019). Hva er kjerneelementer? , 1. https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/stotte/hva-er-kjerneelementer/

Vos, P. (2007). Assessment of Applied Mathematics and Modelling: Using a Laboratory-Like Environment. I W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Red.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (s. 441-448). Springer

8.0 Vedlegg

8.1 Vedlegg 1 – Godkjenning fra NSD

Sikt

Meldeskjema / Modellering i matematikk - en studie av elevers kollektive arbeid i mø... / Vurdering

Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer	Vurderingstype	Dato
788061	Standard	05.12.2022

Prosjekttittel
Modellering i matematikk - en studie av elevers kollektive arbeid i møte med en modelleringsoppgave

Behandlingsansvarlig institusjon
Universitetet i Agder / Avdeling for lærerutdanning

Prosjektansvarlig
Cornelia Brodahl

Student
Nhi Thao Bui

Prosjektperiode
01.12.2022 - 10.05.2023

Kategorier personopplysninger
Alminnelige

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

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 10.05.2023.

Meldeskjema

Kommentar
OM VURDERINGEN
Personverntjenester har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket.

Personverntjenester har nå vurdert den planlagte behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at behandlingen er lovlig, hvis den gjennomføres slik den er beskrevet i meldeskjemaet med dialog og vedlegg.

VIKTIG INFORMASJON TIL DEG
Du må lagre, sende og sikre dataene i tråd med retningslinjene til din institusjon. Dette betyr at du må bruke leverandører for spørreskjema, skylagring, videosamtale o.l. som institusjonen din har avtale med. Vi gir generelle råd rundt dette, men det er institusjonens egne retningslinjer for informasjonssikkerhet som gjelder.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET
Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 10.05.2023.

LOVLIG GRUNNLAG
Prosjektet vil innhente samtykke fra foresatte til behandlingen av personopplysninger om barna. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte/foresatte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være foresattes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER
Personverntjenester vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

-lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at foresatte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
-formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og

ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
-dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
-lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER
Personverntjenester vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte og deres foresatte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18) og dataportabilitet (art. 20).

Vi minner om at hvis en registrert/foresatt tar kontakt om sine/barnets rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER
Personverntjenester legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

Ved bruk av databehandler (spørreskjemaleverandør, skylagring, videosamtale o.l.) må behandlingen oppfylle kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29. Bruk leverandører som din institusjon har avtale med.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER
Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema. Du må vente på svar fra oss før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET
Personverntjenester vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Kontaktperson hos oss: Line Raknes Hjellvik

Lykke til med prosjektet!

8.2 Vedlegg 2 – Informasjonsskriv og vedlagt samtykkeerklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet *"Modellering i matematikk"*?

Hei! Har du lyst å være med i et forskningsprosjekt? Vi ønsker å finne ut hvordan dere elever arbeider med å løse en matematikkoppgave i grupper.

Formål

I dette prosjektet ønsker vi å finne ut hvordan dere elever arbeider når dere skal løse en modelleringsoppgave. En modelleringsoppgave handler blant annet om å løse en oppgave fra hverdagslivet ved å bruke matematikk. Vi ønsker også se på hvordan gruppen løser problemer, underveis i arbeidet med oppgaven.

Vi kommer til å plassere dere i grupper på 2-3 elever som skal løse en oppgave sammen. Vi er interessert i å høre på samtalen dere har i gruppene underveis, og i å snakke med dere om dette i etterkant. Vi håper du vil være med 😊

Dette prosjektet er et forskningsprosjekt gjennom grunnskolelærerutdanningen ved Universitetet i Agder.

Hvem leder forskningsprosjektet?

Lærerstudentene som skal lede forskningsprosjektet heter Ida Marie Sandrib og Nhi Bui.

Ida Marie Sandrib

Nhi Thao Bui

1

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi skal bli lærere på mellomtrinnet, og vi ønsker å lære mer om hvordan elever i 7.klasse arbeider med en modelleringsoppgave i grupper. Vi håper at dette kan hjelpe oss til å bli bedre lærere når vi er ferdig utdannet. Vi spør alle elevene på 7.trinn på XXX skole om de ønsker å delta. Hvis det er for mange som har lyst til å være med, må vi trekke ut noen tilfeldige elever og plassere i grupper. Dette er fordi oppgaven vår ikke kan bli for stor.

De fleste av dere er kjent med Ida, som har vært vikar på deres trinn tidligere. Både Ida og Nhi vil være med å dele ut dette informasjonsskrivet, og dere vil ha mulighet til å stille spørsmål da hvis det er noe dere lurer på.

Hvis du har lyst å være med i forskningsprosjektet, må dine foresatte skrive under på siste ark i dette brevet, og vi tar kontakt med læreren din for å avtale et passende tidspunkt for gjennomføring i midten av januar 2023.

Hvis du ikke har lyst å være med, tar vi ikke kontakt med deg.

Hva betyr det for deg å delta?

Hvis du har lyst til å være med i forskningsprosjektet får du og noen medelever bli med til et mindre grupperom på skolen sammen med oss. Her vil hver gruppe få utdelt én oppgave, som dere skal samarbeide om å løse. Senere på dagen vil vi hente dere ut til et gruppeintervju hvor vi vil spørre dere nærmere om hvordan dere løste oppgaven, og hvilke utfordringer dere eventuelt møtte på. Både Nhi og Ida vil være med under oppgaveløsningen og gruppeintervjuet. Oppgaveløsningen i grupper vil ta ca. 60 minutter, og intervjuet vil vare i ca. 40 minutter.

Det vi trenger samtykke til av deg og dine foreldre til, er at vi kan samle inn opplysninger om gruppearbeidet deres gjennom:

2

- Observasjon av dere elever under oppgaveløsning
- Å samle inn gruppens notater og ark
- Å ta lydopptak når dere arbeider
- Å ta lydopptak under gruppeintervju - *Et intervju er en samtale der vi stiller deg forskjellige spørsmål. Spørsmålene vil handle om hvordan dere har løst oppgaven, og hva dere tenker når dere har møtt utfordringer underveis.*

Under intervjuet vil vi for eksempel stille deg spørsmål som:
- *Hvordan synes du det var å arbeide med denne oppgaven?*
- *Hva i oppgaven syntes du var lett/vanskelig, og hvorfor?*

Hvis du **samtykker** til å delta i forskningsprosjektet vil vi samle inn gruppens notater/ark, observere deg og din gruppe under oppgaveløsning. Vi vil også ta lydopptak både under oppgaveløsingen og under gruppeintervjuet. Disse opplysningene skal vil vi bruke i vår masteroppgave.

Hvis du **ikke samtykker** å delta i forskningsprosjektet, blir du værende i klasserommet sammen med din lærer og gjennomfører undervisning som vanlig. Vi vil da ikke observere deg, bruker ikke dine notater/ark til forskningen, og tar ikke lydopptak av deg. Vi ber deg heller ikke om vil svare på spørsmål i et intervju.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Det betyr at du kan velge selv om du har lyst å være med eller ikke. Ingen andre kan velge dette for deg. Det er bare du som kan samtykke. Samtykke betyr at du sier at du synes noe er greit.

Hvis du vil delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Det betyr at det er lov å ombestemme seg, og det er helt i orden. All informasjon om deg vil da bli slettet.

3

Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta, eller om du først sier «ja», og så «nei». Ingen vil bli sur eller lei seg, og det vil ikke ha noe å si for jobben din.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke informasjonen om deg til å finne ut:

- *Hvordan arbeider elever på 7.trinn med en modelleringsoppgave?*
- *Hvilke utfordringer møter elevene på 7.trinn i arbeidet med en modelleringsoppgave?*

Vi vil ikke dele din informasjon med andre. Det er bare Nhi og Ida som har tilgang til informasjonen.
Vi passer på at ingen kan få tak i informasjonen som vi samler inn om deg.
Vi lagrer all informasjon på en sikker datamaskin.
Vi sletter lydopptakene når vi har skrevet ned alt som vi har snakket om.
Vi passer på at ingen kan kjenne deg igjen når vi skriver forskningsartikkelen. Vi vil for eksempel finne opp et annet navn når vi skriver om deg.
Vi følger loven om personvern.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Vi er ferdig med forskningsprosjektet/masteroppgaven 10.mai 2023. Da vil vi passe på at all informasjon om deg er slettet.

Dine rettigheter

Hvis det kommer frem opplysninger om deg i det som vi skriver, eller har i dokumentene våre, har du rett til å få se hvilken informasjon om deg som vi samler inn. Du kan også be om at informasjonen slettes slik at den ikke finnes lenger. Dersom det er noen opplysninger som er feil kan du si ifra og be oss rette dem. Du kan også spørre om å få en kopi av informasjonen fra oss. Du kan også klage til Datatilsynet dersom du synes at vi har behandlet opplysningene om deg på en uforsiktig måte, eller på en måte som ikke er riktig.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler informasjon om deg bare hvis du sier at det er greit og du skriver under på samtykkeskjemaet.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål om studien, kan du ta kontakt med Universitetet i Agder ved:

Lærerstudenter	*Veiledere*
Ida Marie Sandrib – Idams16@student.uia.no	Cornelia Brodahl - Cornelia.brodahl@uia.no
Nhi Thao Bui – Nhitb18@uia.no	Shaista Kanwal – Shaista.kanwal@uia.no

Vårt personvernombud:

Trond Hauso - Personvernombud@uia.no

Universitetet i Agder har bedt Personverntjenester se om prosjektet følger loven om personvern. Personverntjenester har gjort dette, og mener at vi følger loven.

Hvis du lurer på hvorfor Personverntjenester mener dette, kan du ta kontakt med:
Personverntjenester på epost (personverntjenester@sikt.no) eller på telefon: 53 21 15 00. Spør da etter prosjektnummer: 788061.

Med vennlig hilsen

Nhi Thao Bui og Ida Marie Sandrib

5

Samtykkeerklæring

(Riv ut denne siden, og lever til din kontaktlærer innen tirsdag 10.01.2023).

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet "modellering i matematikk", og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til at mitt barn kan delta i forskningsprosjektet, og at opplysninger om mitt barn behandles frem til prosjektet er avsluttet.

Mitt barn heter: ______________________________

(Signert av foresatte, dato)

8.3 Vedlegg 3 – Intervjuguide

Intervjuguide/temaliste om "Modellering i matematikk"

Intervjuguide

---

1. Komme i gang

- Uformell prat

Takk for at dere vil stille til intervju. Vi leser spørsmålene, og kommer med oppfølgingsspørsmål hvis noe er uklart. Dere kan spørre underveis hvis dere ikke forstår spørsmålet. Dere kan svare akkurat dere tenker i dette intervjuet, det er ingen svar som er riktige/gale ☺

---

2. Informasjon (ca. 5 min)

- Bakgrunn og formål for intervjuet
- Hva intervjuet skal brukes til
- Taushetsplikt, anonymitet, informert samtykke

Vi studerer for å bli lærere, og skal nå skrive en avsluttende masteroppgave. Vi har valgt å skrive om modellering i matematikk på 7. trinn. I dette intervjuet ønsker vi å finne ut mer om hvordan dere som gruppe har arbeidet med den oppgaven vi har tildelt dere.

Dette intervjuet skal brukes som en del av vår forskning og utvikling, og dere vil få mulighet til å lese oppgaven i etterkant, dersom dere ønsker dette. Vi har taushetsplikt og all data om dere elever vil bli anonymisert, slik at ingen vil kunne kjenne dere igjen.

Deres foreldre har gitt tillatelse til dette intervjuet, så nå starter vi opptaket.

---

3. Overgangsspørsmål (ca. 8 min)

- Dere har nå arbeidet med det vi kaller en modelleringsoppgave. Hvordan syntes dere det var å arbeide med en slik oppgave?

4. Nøkkelspørsmål (ca. 20 min)

(Vi har gjort opptak og tatt notater underveis når dere arbeidet med oppgaven. Du/dere vil nå bli bedt om å kommentere det vi har observert)

Generelle spørsmål som vi vil bruke underveis i intervjuet:

- Kort oppsummert forstår vi at …
  Har vi forstått riktig? Hvis ja, bekreft og forklar hvis dere ønsker. Hvis nei, forklar kort.
- Dere var enige/uenige om ...
  Har vi forstått riktig? Hvorfor? Kan du/dere utdype?

Eksempler på formulering av spørsmål, som vi tenker kan være relevant:

- Var det noe i oppgaven dere syntes var lett å finne ut av? (og hvorfor)?
- Var det noe i oppgaven dere syntes var vanskelig å finne ut av? (og hvorfor)?
- Hva gjorde dere når dere sto fast i oppgaven? (og hvorfor)?

(Videre vil det bli stilt 5-6 slike spørsmål. Disse spesifikke spørsmålene kommer vil til å utforme etter observasjon av undervisningsopplegget).

5. Oppsummering (ca. 5 min)

- Har vi forstått deg/dere riktig?
- Er det noe du/dere vil legge til?
- Kan vi ta kontakt senere?

8.4 Vedlegg 4 – Oppgaveløsning gruppe 1

Tid:	Elev/ student:	Elev/student sier:	Tegn på at eleven(e) er i denne overgangen:	Blokkering:	Vår kommentar knyttet til intervjuet:
00:00:00	S1	Da starter vi bare da skal vi se... Sånn.			
00:00:10	S2	Er det litt skummelt med den her? Kanskje vi skal gjøre sånn? (viser til lydopptaker).			
00:00:14	E2	Det er kult (viser til lydopptakeren).			
00:00:15	S2	Ja syntes du?			
00:00:24	E2	Søk på: "hvilken hund lever lengst?" (Henvender seg til E3).			
00:00:31	E3	Hm?			
00:00:32	E1	Vet du den gården vi var på på *Stedsnavn* så produserte de jo 5000 liter melk med 40 kuer (viser til leirsskole elevene var på i høst).	2.2 - [Eleven antar at 40 kuer produserer 5000 liter melk]	X	Eleven uttrykker i gruppeintervjuet at de andre elevene ikke er interessert i å høre hva eleven har å si dette kommer frem ved at E1 sier: - «De var ikke interessert for å høre" (00:09:47). Eleven utrykker også at den mente 1000 liter og ikke 5000. 5000 var den summen bonden fikk for 1000 liter melk (00:08:55 og 00:09:03).
00:00:39	E2	Ja, på *Stedsnavn*?			
00:00:43	E1	Ja på en dag.			
00:00:43	E2	Ja, så bra.			
		[…] (Lenger pause imens elevene søker på PC).			
00:01:02	S2	Dere kan gjerne dele med hverandre hva dere gjør på PC´n. Sånn med gruppa.			
00:01:15	E2	Jaa, okei ja.			
00:01:22	E2	Hva er det du gjør? (henvender seg til E3). Den er jo helt mørk (snakker om cromebook skjermen). Åja. Du må lade! Har dere noen lader? (E3 er tom for strøm).			
00:01:28	S1	Er du tom for strøm? (spør E3).			
00:01:32	E2	Du må jo lade (snakke til E3).			

00:01:36	S1	Du kan låne min PC eventuelt. Hvis ikke dere vil se sammen?			
00:01:40	S2	Ja eller så kan de dele.			
00:01:41	S1	Dere kan dele bare, kan dere ikke det?			
00:01:43	E2	Jo.			
00:01:44	E3	Ja.			
00:01:47	E2	Jeg vil notere (tar frem kladdeark som ligger på pulten). Vi søkte på hvor mye liter melk produserer en ku per dag.	1.2 - [Her antar elevene at kuene kan produsere melk]. 1.3 - [antall liter melk en ku produserer]. 1.4 - [Antall liter melk en ku produserer per dag].	X	I intervjuet kommer det frem i spørsmål om hvorfor E2 ikke ønsket å benytte samme metode som E1 ettersom: - «At emm jeg ville heller bruke en annen metode" (00:09:55). Mer utdypende om hvorfor: - "Ja, og det har kanskje vært litt mer vanskelig å bruke den (viser til tallet på 1000 liter melk på 40 kuer på en dag). Hvis man måtte bare adde... eller ja, samma det" (00:10:18). Og videre om hvorfor dette kunne være vanskelig: - «Emm, fordi da må vi liksom plusse 40 eller 40 + 40 er jo 80, men 40 er jo 1000 tydeligvis og da bare, jeg syns det var lettere å begynne fra bunnen av" (00:10:31).
00:02:11	E1	Jeg gjorde akkurat det samme.	1.2 - [Her antar elevene at kuene kan produsere melk]. 1.3 - [antall liter melk en ku produserer]. 1.4 - [Antall liter melk en ku produserer per dag].		
00:02:14	S2	Søkte dere opp det samme?			
00:02:15	E1	Ja (ler).			
00:02:16	S2	Hvor mange liter…			
00:02:17	E1	25000, nei 25 liter. 25 liter hver dag.	2.1 - [Å representere antall liter melk – uttrykt i form av måleenheter].	X	Usikkerhet om de skal gå for 20 liter eller 25 liter. Velger 20 uten begrunnelse i intervjuet kom det frem av E2 som sa: - "E1 bare gikk med det vi sa" (00:08:16).
00:02:20	E2	(ler) 20 liter står det her. I gjennomsnitt.	2.2 - [Antar at en ku produserer 20 liter		

			melk i gjennomsnitt].		
00:02:22	E1	Å i gjennomsnitt da.	2.2 – [Fortsettelse].		
00:02:28	S2	Det er veldig fint at dere deler med hverandre hva dere gjør. Dere er gode.			
00:02:32	E2	Hva var det? (viser til tallet 20).			
00:02:35	E3	Jeg kan skrive det ned, gjennomsnitt.			
00:02:38	E2	Hva da?			
00:02:36	E3	Jeg kan skrive den på arket.			
00:02:41	E2	Øø, men vi trenger... Jeg holder på å skrive ann.			
00:02:47	E3	Åja.			
		[…] (Lenger pause imens E2 noterer på kladdearket).			
00:03:32	E2	Cirka 2 dl (viser til tall hun har funnet på internett om hvor mye en porsjon melk tilsvarer). Sånn cirka 6 dl for en person.	2.1 - [Representerer en porsjon melk uttrykt i måleenhet]. 2.2 - [Relevant antakelse om at en person trenger 6 dl]. 2.3 - [Velger teknologi i form av søk på internett for å muliggjøre beregning].		
00:03:45	E3	Vil du jeg skal skrive?			
00:03:47	E2	Ee...			
00:03:58	S1	Vil du si E2 litt høyt hva du tenker? Så E1 også kan...		X	S1 observerte at E1 var lite involvert i løsningen. Det kommer også frem i intervjuet at det var noe dårlig kommunikasjon i starten da E1 sier: - «Vanskelig å kommunisere i begynnelsen" (00:05:05). Om hvorfor dette var vanskelig sier E2: - "Ee, vi jobbet ikke så veldig mye sammen. I de første sekundene (00:05:32).
00:04:02	E2	Ja at jeg søkte hvor mye liter det er i en porsjon med melk så, og det var to dl i ett glass melk, så da bare ganget jeg det med tre sånn det blir tre glass.	2.4 - [Velger nettet for å bekrefte hvor mye en porsjon melk tilsvarer]. 3.1 - [Elevene anvender en passende regneart for å finne ut hvor mye 3 porsjoner tilsvarer].		

			3.2 - [Eleven bruker multiplikasjon for å utføre beregningen].		
00:04:16	S2	Ja.			
00:04:18	S1	Mmm.			
00:04:24	E2	Hvor mange personer er det cirka på skolen?	1.3 - [Antall personer]. 1.4 - [Antall personer på hele skolen].		
00:04:27	E1	350 cirka.	2.1 - [Representerer antall personer på skolen i form at tall]. 2.2 - [Elevene antar at det 350 personer på skolen].		
00:04:29	E2	150?			
00:04:30	E1	350			
00:04:31	E2	350? Det vil jeg søke opp (søker på nettet).	2.4 - [Eleven velger å ta i bruk internettet for å sjekke om det stemmer].		
00:04:38	E2	Er det med lærere da?	1.1 - [Elevene diskuterer problemsituasjonen].		
00:04:41	E1	Mmm, det tror, det er nok bare med elever.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:04:41	E2	Ja.			
00:04:44	S1	Det kan dere velge helt selv hva dere vil bruke.			
00:04:54	E3	350?			
00:04:57	E2	350. Jeg bare bruker den (viser til nettsted hvor dette står opplyst). Det er jo bare 350, gange...	2.2 - [Antar at det er 350 personer på skolen]. 2.3 [Foreslår å ta i multiplikasjon for å muliggjøre beregning]. 2.4 - [Bruker nettet for å bekrefte].		
00:05:07	E3	350 gange...	2.3 – [Fortsettelse].		
00:05:09	E1	To? Desiliter?	1.1 - [Diskuterer problemsituasjonen].		
00:05:12	E2	Ja men det er bare en person, porsjon. Tre glass er seks desiliter.	1.1 - [Diskuterer problemsituasjonen]. 2.2 - [Relevant antakelse om at en person trenger 6 dl].		
00:05:16	E1	Åja.			

00:05:21	E2	Eee, er ikke det bare å gange seks.	1.1 - [Diskuterer problemsituasjonen] .		
00:05:24	E3	Emm, kanskje?	1.1 – [Fortsettelse].	X	Kan være en blokkering i form av at det er usikkerhet rundt hvilken tilnærming som er nyttig for å løse delproblemet.
00:05:34	E2	Tjueen hundre liter?	3.1 – [Elevene anvender en passende regneart, multiplikasjon]. 3.2 - [Elevene tar i bruk multiplikasjon for å utføre beregningen].	X	Kan være en blokkering som er knyttet til usikkerhet til om matematisk resultat er riktig.
0:05:33	E3	Seks desiliter per person da er det det.	2.2 - [Eleven gjør relevante antakelser om at det er 6 dl per person].		
00:05:37	S2	Dere er veldig gode til å snakke sammen. Det er kjempebra, men snakk litt høyere.			
00:05:46	E2	XXX skole... (Uforståelig prat) hvorfor kan ikke *Navn* og *Navn* gå på den? Samma det. Men er ikke det bare? (Starter å notere på kladdeark igjen).			
		[…] (Lenger pause mens E2 noterer).			
00:06:26	E2	Det var ganske lett egentlig. Eller hvis det er riktig?		X	Kan være en blokkering knyttet til at E2 likevel ikke er sikker på om resultatet gir mening.
00:06:34	S1	Kan du si hva du tenker E1?			
00:06:36	E1	Jeg tror det er 210 liter så fylle hele skolen med melk.	2.2 - [Eleven gjør en antakelse om at det er behov for 210 liter melk].		
00:06:42	E2	Ja, 210?	1.1 - [Diskuterer om det tallet kan stemme].		
00:06:45	E1	Ja.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:06:44	E3	Tjueen tusen.	1.1 – [Fortsettelse].	X	Kan være en blokkering her i form av usikkerhet rundt det å forstå tallverdier.
00:06:48	E2	Tjueen hundre.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:06:49	E2	Ja tjueen hundre.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:06:53	E2	210 eee, det er jo 350 elever på skolen. Det kommer fra 2010.	4.3 - [Argumenterer for å rettferdiggjøre tolkning på bakgrunn av		

			gyldigheten av kilden].		
00:06:58	E1	Men det er liter, ikke desiliter. Det er liter.	1.1 - [Fortsetter diskusjonen].		
00:07:03	E3	Ja det er litt sant.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:07:04	E2	Det er lite. Vent. Er ikke dette, men desiliter fordi seks desiliter for mye. Vent.	1.1 – [Fortsettelse].	X	E2 utrykker usikkerhet rundt svaret til E1 og i intervjuet kommer det frem at det var fordi: - «Fordi det hørtes feil ut (fniser)" (00:15:35). - "Eee, jeg tror bare jeg ikke skjønte det ikke helt" (00:15:44). Videre sier E2: - "Ja, jeg trodde han mente desiliter, tror jeg" (00:15:52).
00:07:10	E1	Hvis du tar 350 gange seks.	2.3 - [Vil ta i bruk multiplikasjon for å finne svar på deloppgave].		
00:07:15	E2	Nei vent litt (tastelyd fra kalkulator). 0,6 liter. Vent. Da er det 350 gange 0,6. Jo det er 210. Men det er...	3.1 - [Elevene tar i bruk målenheter for å gjøre om]. 3.2 - [Eleven bruker kalkulator for å utføre beregning].	X	Vi observerte at E2 møter en blokkering i form av at eleven ikke ser sammenhengen mellom desiliter og liter dette med tanke på om 6 dl * 20 = 2100 dl = 210 L er det samme som 0,6 dl * 20 = 210L =2100 dl. Til tross for dette forsøker hun begge måtene, og på spørsmål om hun syntes dette gjorde det lettere å forstå sier E2: - «Jeg tror det var meningsløst" (00:16:27). Vi observerte likevel at det så ut til at eleven fikk en dypere forståelse av å løse det på begge måtene. Om dette stemte svarer eleven: - "Ja, at jeg skjønte at man måtte ta vekk en null, eller han en tall" (00:16:33).
00:07:39	E1	Det er i liter også hvis du tar desiliter, så vil jo det bli 2100.	3.1 - [Elevene tar i bruk målenheter for å gjøre om]. 3.2 - [I gruppeintervjuet kommer det frem at eleven omgjør fra 1liter til 10dl for å utføre beregningen]. 3.3 - [I gruppeintervjuet tar eleven i bruk riktige omgjøringsregler].		E1 sier: "Nei, fordi i 1 liter så er det 10 desiliter, for da fjerner du bare en null så har du svaret. På kalkulatoren". (00:16:04)
00:07:46	E2	Ja det var jo det jeg fant.			

00:07:48	E1	I desiliter?	1.1 - [Diskuterer deloppgaven].		
00:07:49	E2	Er ikke det riktig?	1.1 – [Fortsettelse].		
00:07:50	E1	Jo egentlig begge er gjerne egentlig samme greia.	4.3 - [Eleven integrerer et argument for å rettferdiggjøre matematiske delresultatet].		E1 sier: “Nei, fordi i 1 liter så er det 10 desiliter, for da fjerner du bare en null så har du svaret. På kalkulatoren”. (00:16:04) Har eleven forståelse for omgjøring mellom måleenheter, forstår den hvorfor man “fjerner” en null?
00:07:54	E2	Jeg vil regne med, emm... Lærere også.	1.1 - [Avklarer oppgavens kontekst – den skal også gjelde lærere]. 1.2 - [Lærere skal også få melk]. 1.3 - [Antall lærere]. 1.4 - [Antall lærere som skal ha melk].		
00:07:56	E3	Jamen vi må skrive sånn cirka 21...(viser til tallet de har kommet frem til).		X	Blokkering i form av at eleven forsøkte å delta i arbeidet sammen med gruppen, men kom med forslag som ikke i samsvar med resten. Vi opplever at eleven hadde en annen tilnærming eller forståelse problemet.
00:07:59	E2	Ja jeg har jo skrivd... jamenn det går fint. Det er ikke cirka.			
00:08:02	E3	Jamenn det er jo cirka 350 elever.	2.2 - [Antar at det er 350 elever på skolen].		
00:08:09	E1	Men hvis man har lærere så blir det 400, cirka. Det er cirka 50... 50 lærere på skolen.	1.1 - [Eleven prøver å avklare antall elever og lærere på skolen] 1.2 - [Antar at lærere også skal ha melk]. 1.3 - [Antall lærere]. 1.4 - [Totalt 400 personer i skolen].		I gruppeintervjuet kommer det frem at E1 tar hensyn til antallet ved å knytte det mest mulig spesifikt til antall lærere på akkurat deres skole: “Det er 28, lærere” (00:17:16). “Også er det, så jobber det cirka 15 lærere på ***avdelingen (opplysning som kan gi gjenkjenning av sted). Og så et par inn der, der inne (peker). Og da kom vi opp cirka 50” (00:17:19).
00:08:14	E2	Hvordan vet du det? Søkte du det?	1.1 - [Diskuterer om det kan stemme].	x	E1 begrunner ikke hvordan den kom frem til 50 lærere. Det gjør den senere i intervjuet
00:08:16	E1	Nei (ler).	1.1 – [Fortsettelse].		
00:08:18	E2	Jeg tror det er 51.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:08.20	E1	Okei greit da.	1.1 – [Fortsettelse].		

00:08:21	E3	Jeg tror det er cirka 40 eller noe sånn.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:08:25	E2	Jeg tror det er 568.	1.1 – [Fortsettelse].	X	Blokkering i form av at E2 ikke tolker dette forslaget til matematisk resultatet opp mot virkeligheten.
00:08:26	E1	Elever?	1.1 – [Fortsettelse].		
00:08:26	E3	Det er jo mer enn elever.	4.1 - [Identifisere forslag til matematisk resultat fra diskusjonen, om det gir mening i virkeligheten]. 4.3 - [Argumenterer for at det ikke gir mening].		
00:08:29	E2	(Fniser) Det går fint.			
00:08:35	E2	Kan du bare gi meg svaret? (henvender seg til S1).		X	Blokkering i form av at det kan se ut til at elevene er vant til å få en bekreftelse fra lærer. E1 (annen elev enn den blokkeringen er markert på, men går likevel innunder det samme): «Der må du gjøre alt etter deres måte eller så blir det feil" (00:06:51).
		[…] (lenger pause mens elevene søker på nettet).			
00:08:48	E2	Hvorfor har wikipedia lagt inn artikkel om en skole?			
00:08:51	E3	Vet ikke.			
00:08.53	E2	Det er veldig rart.			
00:08:56	E3	Kanskje en dag du kan lese? Neida.			
00:09:08	E2	Det er feil hun er ikke rektor lenger (Viser til skolens nettside som eleven ikke tror er oppdatert).			
00:09:12	E3	Jamenn det står: "Hatt sin siste dag".			
00:09:15	E2	Åja, og starter på *Skolenavn*. Det er bestevennen min sin skole det er litt kult.			
00:09:18	E1	Hva var oppgaven igjen? Hvor mange kuer eller hvor mange...?	1.1 - [Eleven går tilbake og prøver å avklare oppgavens kontekst].	X	På spørsmål rettet mot hvorfor E1 gikk tilbake til oppgaveteksten igjen kom det frem at: «Jeg trodde vi måt..., jeg trodde vi skulle finne ut hvor mange liter det var og ikke kuer" (00:18:54). Og dette fordi:

					- "Nei, fordi jeg glemte hva oppgaven var, egentlig var" (00:19:12). Og: - "Vi begynte å spore inn på et annet spor enn det oppgaven var" (00:19:16). I gruppeintervjuet kommer det frem av E2 at det var vanskelig å finne ut: «Hvor mange kuer kanskje, eller det var ikke så vanskelig, men det var liksom det vanskeligste å finne ut hvor mange kuer" (00:03:26). E3 oppgav at eleven syntes det samme som E2 (00:03:30).
00:09:22	E2	Jeg finner ikke ut av dette.			
00:09:22	S1	(Henvender seg til E1) Det var bra du spurte om.			
00:09:26	E1	Fordi jeg tror det er 12 kuer cirka.	NB! Denne er markert gul på bakgrunn av informasjon som kommer frem i intervjuet. 5.2 – [Eleven vurderer det matematiske resultatet opp erfaringer fra den virkelige verden (leirskole)]. 5.3 – [Eleven innser at antall kuer varierer med antall liter].	X	Blokkering i form av at E1 under oppgaveløsningen ikke begrunner resultat som for utenforstående virker urimelig. I gruppeintervjuet kommer det likevel frem at E1 innser at dette ikke gir mening ettersom: "Fordi vi regnte jo når vi først 1000 kuer, nei 40 kuer laget 1000 liter, da kan jo ikke 12 kuer lage 1400 liter" (00:20:02).
00:09:26	S1	(Leser oppgaven for eleven(e)).			S1 vurderte det som mest hensiktsmessig å lese oppgaven høyt for elevene.
00:09:31	E1	I EN UKE?	1.1 - [Avklarer problemsituasjonen, hva oppgaven faktisk omhandler].		Vi opplever her at elevene fikk en ny forståelse for oppgavens kontekst.
00:09:31	E2	Men har ikke hver klasse cirka gjennomsnitt 3 lærere.	1.2 - [Antar at det er lærere i hver klasse]. 1.3 - [Antall lærere]. 1.4 - [3 lærer på hver klasse].		
00:09:34	E1	Vi må jo tenke det var en uke vi skal ha. Ikke en...	1.1 - [Avklare oppgavens kontekst].		
00:09:37	E2	En uke, åja. Da er det 20... Jammen da er det bare 20...	1.1 – [Fortsettelse].		

00:09:44	E1	Vi må først finne svaret også gange det med syv.	2.3 - [Vil bruke multiplikasjon for å muliggjøre beregning].		
00:09:45	E3	Mm.			
00:09:45	E2	Gange syv.	3.1 - [Tar i bruk regnearten som er valgt].		
00:09:49	E2	147 tusen. Nei, hundre nei…	3.2 - [Bruker multiplikasjon for å utføre beregning].	X	Dette er gjentakende hos E2 – Kan være en blokkering her i form av usikkerhet rundt det å forstå tallverdier. Dette er gjentakende hos E2 se: 00:06:44 i denne tabellen.
00:09:52	E3	Kuer?	1.1 – [Fortsettelse].	X	Fortsettelse på gjentakende blokkering hos E3 se, 00:07:56 i denne tabellen.
00:09:53	E1	Nei melk.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:09:54	E2	Nei 147 hundre.	3.2 – [Fortsettelse].		
00:09:57	E1	Og det er desiliter da? (Ser på E2 sine tall på kalkulatoren og bruker egen kalkulator). 140…Okei, det er 14.700.	3.4 - [Bruker tall på kalkulatoren for å verifisere matematisk resultat].		
00:10:10	E2	Ja.			
00:10:12	E1	Og i liter så vil det bli….	3.3 – [Gjør om fra dl til liter - Omgjøring av måleenheter].		
00:10:14	E2	Er ikke det bare hundr, 1470?	3.3 – [Fortsettelse)		
00:10:16	E1	Jo, det er det.	3.3 – [Fortsettelse].		
00:10:19	E3	Per elev?	1.1 - [Diskuterer deloppgaven]	X	Fortsettelse på gjenntakende blokkering hos E3, se 00:07:56 og 00:09:49 i denne tabellen, under “våre kommentar”
00:10:23	E2	Ikke per elev.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:10:24	E3	Jo.	1.1 – [Fortsettelse]		
00:10:26	E2	Nei.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:10:27	E3	Det står jo sånn cirka.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:10:31	E2	En elev trenger… En elev trenger seks desiliter per person. En, en elev trenger ikke totusen og hundre.	4.2 [Tilpasser i større sammenheng, og tar hensyn til tidligere informasjon]. 4.3 - [Argumenter for å rettferdiggjøre matematisk resultat].		
00:10:36	E1	Den der skrudde seg av nå (peker på lydopptaker).			

00:10:39	E3	Ja, men jeg mente ikke sånn jeg mente 6000.			
00:10:43	E2	Jaja. Ok, og så må vi det. Ja.			
00:10:50	S1	Kjempefin at du se ifra (henvender seg til E1 som observerte at diktafon skrudde seg av).			
00:11:00	E1	Hvor mange kuer, hvis vi trenger så mange liter? Hvor mange kuer trenger vi da?	1.1 - [Avklarer oppgavens kontekst ved å gå tilbake til hovedspørsmålet].	X	I gruppeintervjuet kommer det frem at noe som er vanskelig er å faktisk forstå oppgaven. E1 utrykker på spørsmål om det er en annerledes oppgave enn elevene pleier å få at: - «Ja, og at aldri noe, her er det ikke noe fysisk svar eller sånn» (00:06:39). Og at: - «Ja, du... på skolen så har vi sånn pekepinn, hvis vi har det og det så er det feil» (00:06:47). Til slutt: «Der må du gjøre alt etter deres måte eller så blir det feil» (00:06:51). E2 utrykker i gruppeintervjuet på spørsmål om hva som var vanskelig når elevene skulle starte på oppgaven at: - «Eee, å bare lese teksten helt gjennom å faktisk skjønne» (00:04:47). E2 sier også om hvordan det var en annerledes oppgave at: - «Fordi det er kanskje litt sånn annerledes oppgave enn vi har normalt» (00:05:49). Om hva som var annerledes sier E2 videre: - «Emm, litt sånn regne tekstoppgave og sånt og regne i en uke og sånt, og sånt» (00:06:00). Når elevene på bakgrunn av dette får spørsmål om de ikke bruker å ha så mye tekstoppgaver sier E2 videre at: «Nei, pleier bare sånn regn ut 5 + 5 (fniser)» (00:06:28). E2 utrykker også i gruppeintervjuet på spørsmål om hva som var vanskelig når

					elevene skulle starte på oppgaven at: «Eee, å bare lese teksten helt gjennom å faktisk skjønne» (00:04:47).
00:11:04	E2	Kuer produserer 20 liter i gjennomsnitt per dag.	2.2 - [Antar at en ku produserer 20 liter i gjennomsnitt per dag].		
00:11:08	E1	Ja, og hvor mange, og hvor mange kuer for å få så mange liter?	1.2 - [Antar at de må finne antall kuer, når de har funnet antall liter]. 1.3 - [Antall kuer]. 1.4 - [Antall kuer som trengs for å dekke 1470 liter].		
00:11:17	E3	Skal vi gange de to?	2.3 - [Vil bruke multiplikasjon for å finne svar på deloppgave].	X	Kan være en blokkering i form av at elevene er usikker på hvordan de nå skal gå videre.
00:11:20	E2	Nei. Hvis 20...	2.3 – [Fortsettelse].		
00:11:25	E3	Jeg vil også søke opp.			
00:11:29	E2	20 gange...	2.3 – [Å velge matematikk for å muliggjøre beregning].		
00:11:45	E3	Nei jeg søkte...			
00:11:48	E2	Jeg tror ikke man får svaret av det. Hvor mye koster en dusj? Koster, enheter alkohol? (E3 forsøker å søke på nett).		X	Kan være en blokkering i form av at elevene står fast og dermed er fristet til å søke på noe utenfor oppgaven.
00:12:01	E3	Hæ? Hmm...			
00:12:07	E2	Gr, hva er gr?			
00:12:10	E3	Nei, desiliter (snakker om det som er skrevet i søkefeltet på internett).			
00:12:16	E3	Nei trenger...			
00:12:17	E2	Hæ nei hva mener du?			
00:12:20	E3	Liksom hvor mye desiliter, eller hvor mye ku trenger vi. Hvor mange kuer trenger vi? (snakker om hva de skal skrive i søkefeltet på internett).	1.1 - [Avklarer selve oppgave-konteksten].	X	Gjentakende blokkering hos E3, se 00:07:56 og 00:09:49 og 00:10:19 i denne tabellen, under "våre kommentarer"
00:12:34	E2	Hvor mange kuer trenger vi for å... hvor mange kuer trenger vi for å	1.1 – [Fortsettelse].		

		produsere 147 tusen desiliter melk?			
00:12:54	E1	Skrev du liter eller desiliter nå?	1.1 – [Fortsettelse].		
00:12:57	E2	Desiliter.	1.1 – [Fortsettelse].		
00:12:58	E2	Okei, for hvis jeg tar liter...	1.1– [Fortsettelse].		
00:13:01	E1	Er det ikke bare å ta 40 kuer produserer 1000 liter.	3.5 – [Eleven bruker erfaringer gjort i den virkelige verden for å senere kunne tolke].	x	E1 kommer med et forslag som ikke, men elevene vil bruke en annen metode. Se 00:13:07 i denne tabellen, under våre kommentar
00:13:06	E2	Hæ? 40 kuer produserer...			
00:13:07	E1	…1000 liter. Fordi du vet på den *Stedsnavn* gård eller hva den hette, der hadde de 40 kuer og lagde 1000 liter per dag.	4.1 - [Identifiserer deres matematiske resultat, om det gir mening i virkeligheten?]. 4.2 - [Tar hensyn til virkeligheten]. 4.3 - [Integrerer argumenter for å rettferdiggjøre tolkning ved å se virkeligheten opp mot deres matematiske resultat].	x	Eleven gjentar hva den har lært på leirskolen, men blir igjen ikke hørt. De andre vil bruke en annen metode. I intervjuet kommer det frem i spørsmål om hvorfor E2 ikke ønsket å benytte samme metode som E1: - «At emm jeg ville heller bruke en annen metode” (00:09:55). Mer utdypende om hvorfor: - “Ja, og det har kanskje vært litt mer vanskelig å bruke den (viser til tallet på 1000 liter melk på 40 kuer på en dag). Hvis man måtte bare adde... eller ja, samma det” (00:10:18). Og videre om hvorfor dette kunne være vanskelig: - «Emm, fordi da må vi liksom plusse 40 eller 40 + 40 er jo 80, men 40 er jo 1000 tydeligvis og da bare, jeg syns det var lettere å begynne fra bunnen av” (00:10:31).
00:13:16	E2	Ja.			
00:13:17	E1	Da er det...			
		[…] (Lenger pause mens elevene tenker og bruker kalkulator).			
00:13:32	E2	Cirka...			
00:13:32	E1	Jeg, jeg tipper svaret er 60 kuer. Kom jeg frem til.	NB! Denne er markert gul på bakgrunn av informasjon som		E1 utrykker i intervjuet at den gjorde et estimat på hvor mange kuer det omtrent ville være:

			kommer frem i intervjuet. 5.2 – [Eleven vurderer det matematiske resultatet opp erfaringer fra den virkelige verden (leirskole)]. 5.3 – [Eleven innser at antall kuer varierer med antall liter]. 5.5 - [Eleven vurderer i hvilken grad 60 kuer stemmer overens med elevens virkelighet].		- «Jeg kom... Når jeg, jeg tenkte litt i hodet først, så kom jeg frem til, jeg tror jeg kom frem til 80 kuer før jeg sa det høyt med den metoden» (00:11:00). I intervjuet blir elevene oppfordret til å forklare fremgangsmåten. S2 spør: - "[...] hva gjør dere for å prøve dere frem? For å få 73?" (00:21:28). På bakgrunn av spørsmålet til S2, svarer E1: - "Jeg begynte jo bare på at 40 kuer lager 1000, og så tar jeg først, da tar jeg først 10 kuer til, da lager de 200 og da vil det bli på 60, og da vil det bli hundre å, ettusen og 200, også 10 til vil bli 1400. Så må vi ta en ku lager, så og så mye også begynte jeg, 3 kuer, 73" (00:22:23).
00:13:37	E2	Er det 60?			
00:13:38	E1	Jeg tror det.			
00:13:39	E3	Sånn cirka 60 kuer da.			
00:13:42	E2	60 gange, vi bare gjetter oss frem (bruker kalkulator). Det er 12 hundre.	3.2 -[Elevene prøver seg frem ved å ta i bruk matematikk 3.4 - [prøver å verifisere ved hjelp av kalkulator]	X	I gruppeintervjuet sier E2 at det er en utfordring "Fordi vi måtte, gjøre, regne oss opp til det å finne, bare trykke på masse forskjellige knapper (fniser)» (00:03:46).
00:13:47	E1	Hm?			
00:13:48	E2	Det er 12 hundre.	3.2,3.4 – [Fortsettelse].		
00:13:49	E1	Ok. Ått..., nei 70 da?	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:13:51	E2	Jeg tror 75.	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].	X	Elevene utrykker at de synes det er vanskelig når de når E2 sier: "Eller ikke så mye, jo men ja, eller man måtte liksom bare gjette oss frem" (00:03:58 i Gruppeintervjuet).
00:13:53	E1	Ja det er det sikkert.	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:13:56	E2	15 hundre.	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
		[…] (Pause mens elevene prøver seg frem på kalkulator).	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:14:03	E2	14 hundre.	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		

00:14:04	E3	80 da.	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:14:05	E2	Nei 71.	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:14:08	E1	Så da trenger du...	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:14:10	E2	71 gange 20 kanskje?	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:14:13	E1	3 kuer trenger du da. Nei 73 kuer.	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:14:16	E2	73 cirka.	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:14:17	E1	Ja cirka.	3.2, 3.4 – [Fortsettelse].		
00:14:18	E2	Jeg skal sjekke (bruker kalkulator). Nesten. Vi trenger 73,5 (ler). 73,5 kuer.	3.2 - [Eleven bruker matematikk for å komme frem til et svar]. 3.4 - [Verifiserer svaret ved å bruke kalkulatoren].		I gruppeintervjuet begrunner E2 det matematiske resultatet ved at: - "Vi ganget 20 med for eksempel 40, 50, så liksom 50 er kanskje kuer, og så kom vi bare fram til 70. Når og så vent hva er, også kom vi frem til 7 x 70 og det var jo nesten. Det var fjortenhundre, så da bare prøvde vi å få fram fra 70, og du gjettet jo at det var hun 73. Det var jo riktig" (00:21:48).
00:14:30	E1	Ja, men vi må finne ett...			
00:14:32	E2	Det er det.	NB! Markert på bakgrunn av det som blir sagt i intervjuet. 5.1 - [Eleven gjør om 73.5 til 73 for at det skal være forenelig med deres virkelige verden]. 5.2 [Elevene vurderer resultatets, 73 virkelighetsimplikasjon]. 5.5 – [Eleven vurderer det ferdige resultatet (73) og i hvilken grad det stemmer med elevens virkelighet].	x	På spørsmål om hvorfor elevene ikke valgte 74 sier E2 at: - «Fordi det var høyt, og vi gadd ikke det» (00:24:40). E1 sier: - «Det, det ble høyere enn, eller det ble, jo, det ble høyere...» (00:24:43). - «For det som var sånn, det var 13 høyere enn 60» (00:24:52). E2 forklarer det videre ved at: - «Fordi da, da blir det, det er jo bare 10 mindre, men jeg føler at 60 går bedre fordi det, jeg føler at 60 er nærmere 70, selv om 80 er også like nærme» (00:24:56). - «Ja 60 er mer 70" (00:25:08). E1 forsøker å forklare sin argumentasjon: - «Nei for 60 er nærmere ee 17, nei 70 jo 73 enn det er med 80 hvis du tar 84 kuer, nei 74 kuer så ville de produsert 1480. Og da vil det

					være nærmere enn, det vil være, 70, nei det vil det ikke...» (00:26:12).
00:14:33	E1	Ja.			
00:14:33	E2	Men vi bare tar 73 da.	5.1/5.2/5.5/ - [Fortsettelse].	X	Vi opplever at elevene kommer med ulike begrunnelser når de skal forklare avgjørelsen om avrunding fra 73.5 til 70 kuer. E2 begynte å fnise av svaret de fikk i første omgang, 73.5, og forklarer dette med: - «Fordi eem, en ku kan jo ikke være en halv ku og lage melk» (00:24:05). Andre begrunnelser som kommer frem fra E2: - "Neei, men det har gått fint, ikke alle liker melk så" (00:25:29). Og: - "Noen er jo laktos, laktos, det er jo noen i klassen som er laktoseintollerant" (00:25:53). E1 sier: - "Er jo ikke noen som fyller glasset helt opp heller da" (00:25:53-00:25:57). Og at det er mer miljøvennlig (00:26:51).
		[…] (Lenger pause mens E2 noterer).			
00:14:53	E1	Er vi ferdige med oppgaven da?			
00:14:58	E2	Er det riktig? Hvis vi er ferdig? (Henvender seg til studenter).			
00:15:02	S1	Tenker dere at dere er ferdig?			
00:15:04	E2	Ja.			
00:15:04	S1	Ja? (Gjentar etter elev).			
00:15:05	E2	Var ikke det oppgaven?			
00:15:06	S1	Jo oppgaven er her (viser til oppgavearket som ligger på pulten). Dere kan jo forsøke å lese oppgaven en gang til bare for å se om dere har svart på det dere tenkte?			
00:15: 17	E2	Ja.			

00:15:19	S1	Så oppgaven er: "Hvor mange kuer skal til for å forsyne hele skolen med melk i en uke?" (Leser oppgaven høyt for elevene).			
00:15:27	E2	Ja.			
00:15:27	E1	Mmm.			
00:15:28	S2	Det kan jo dere snakke om i gruppa.			
00:15:34	E2	Ja, jeg trodde du hadde mobilen din. Veldig liten mobil.			
00:15:39	E1	Så regnte vi med 400 elever nå og lærere eller bare 350?			
00:15:43	E2	350.			
00:15:44	E1	Ja okei. 350...			
00:15:46	E2	73 kuer trengs for å forsyne hele skolen.			
00:15:51	E3	Nei for å forsyne 350 elever.			
00:15:57	E2	73 kuer trengs for å forsyne hele skolen.			
00:16:04	E1	Jeg gikk gjennom kalkulatoren nå og det er riktig det vi kom frem til.			
00:16:08	E2	Ja.			
00:16:10	E2	(Hvisker noe uforståelig mens det noteres på kladdeark). Cirka.			
00:16:32	E1	Skal vi bare gjøre det med lære eller elever eller og lærere?			
00:16:35	S1	Det kunne dere velge selv.			
00:16:37	E2	Da har vi valgt dette.			
00:16:39	S1	Mmm. Har dere lyst til å ta å fortelle oss bare kort? Hvordan dere har tenkt og hva dere har gjort?			
00:16:44	E2	Ja.			
00:16:45	S1	Det vil vi gjerne høre.			
00:16:46	E2	Hvem vil begynne?			
00:16:48	E1	Jeg kan begynne. Først så tok vi hvor mange kuer det trengs for en dag, eller hvor mange liter det trengs per dag. Også ganget vi det med 7 også kom vi,			

		så måtte vi bare regne opp til hvor mange hvor mange kuer vi trengte derfra. Fra 1470 liter for en uke for å fylle skolen med melk.			
00:17:10	S2	Ja.			
00:17:10	E2	Mmm.			
00:17:11	E2	Ee, jeg tenkte at en ku produserer i gjennomsnitt 20 liter per dag. Også sto det at det var 2 liter, nei 2 desiliter det var en porsjon melk var så jeg ganget det med 3. Så det er 6 desiliter per person. Emm, også da ble det, da ganget vi noe, jeg husker ikke hva. Hva ganget vi til å få 147?			
00:17:41	E1	Åå, var det ikke 7.			
00:17:43	E2	Ja vi ganga 21, fordi også kom..			
00:17:43	E1	210 gange med 7.			
00:17:50	E2	Ja også, så kom så 21 hundre des, des, eller 210 liter trengs for å forsyne hele skolen i en dag. Så da ganget vi med, det med 7 så ble det 147, emm 1470 desil, nei liter i uka. Så da trengs det 73 kuer til å produsere det.			
00:18:10	S2	OK, hvor mange ansatte og elever var det? Hva var det dere kom frem til der?			
00:18:14	E2	Cirka 315.			
00:18:16	S2	Cirka 350 ja (gjentar etter elev).			
00:18:19	S2	Ok og hva gjorde dere med det tallet, 350?			
00:18:21	E1	Vi ganga det først med 6 så fikk vi 200, så fikk vi ett tusen, 2100 og det er i desiliter også tar vi det ned til 210 for da blir det i liter også ganget vi det med 7 og da kom vi frem til 1400 også tok vi i			

		liter igjen så ett tusen syv, 1470. Kom vi frem til.			
00:18:49	S2	Ja. Og hva gjorde dere for å komme frem til hvor mange kuer dere trengte?			
00:18:55	E2	Vi emm, vi emm, ganget for eksempel vi bare prøve oss frem i sånn 60 gange 20 fordi 20 liter. Også kom vi til 73, så da 73 gange 20 var 1406 hundre, men emm, emm 73,5 var 1470. Men vi bare gikk med 73.			
00:19:19	S2	Ja okei, men takk for at dere ville fortelle hva dere gjorde under oppgaven, så jeg synes dere var veldig gode til å snakke med hverandre også, så det var fint. Også nå stilte jeg noen spørsmål som jeg kanskje kommer til å stille igjen, bare for å stemme om det stemmer etterpå når vi møtes i slutten av dagen. Ja, men da kommer jeg kanskje til å spørre enda mer.			
00:19:42	E2	Det er kanskje litt vanskelig for en ku å produsere melk hvis den er en halv ku (ler).			
00:19:47	S2	Ja.			
00:19:47	S1	Du sier noe der. Men jeg tror vi stopper nå også gjør vi sånn.			