Høgskulen på Vestlandet

MASTEROPPGAVE

Det språksensitive matematikklasserommet?

-En kvalitativ studie.

The Language Sensitive Mathematics Classroom?

- A Qualitative Study.

Maria Nilssen

Undervisningsvitenskap med fordypning i matematikk

Fakultet for lærerutdanning, kultur & idrett

Veileder: Toril Eskeland Rangnes

29.05.2020

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, *jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.*

FORORD

Studietiden på Høgskolen på Vestlandet har vært fin på så mange måter. Jeg har møtt massevis av flotte mennesker og lært mye. Det å skrive en masteroppgave har vært svært utfordrende, men også lærerikt og veldig spennende. Gjennom oppgaveskrivingen har jeg tilegnet meg ny kunnskap og blitt mer bevisst på ting som jeg gleder meg til å arbeide med som lærer i grunnskolen.

Det er flere som på ulike måter har hjulpet meg med å komme i mål med denne masteroppgaven, og som jeg ønsker takke. Først og fremst vil jeg takke min fantastiske veileder Toril Eskeland Rangnes. Jeg har bare gode ord og si om deg. Du har hjulpet meg med både smått og stort gjennom hele perioden, og jeg har alltid kjent meg ekstra motivert til å gjøre en ekstra innsats etter å ha vært innom hos deg på kontoret, og i den siste tiden møtt deg gjennom digitale veiledningssamtaler på Zoom. Det har vært fint å ha et sted å kunne dele tanker og frustrasjon. Hjertelig takk for god veiledning og hjelp.

Andrea var en fin samarbeidspartner å ha i forberedelsen- og innsamlingen av datamateriale til dette prosjektet. Å jobbe sammen med deg har bidratt positivt både på skrivingen og på humøret. Takk!

Videre vil jeg få takke elevene som gladelig stilte opp i forskningsprosjektet og som ivrig gikk løs på de oppgavene vi hadde med oss. Takk også til matematikklæreren som satte av tid slik at vi kunne få komme og samle inn data til prosjektene våre. Uten dere hadde ikke denne oppgaven vært mulig å gjennomføre.

Helt til slutt, en særlig takk til familie, medstudenter og gode venner som har støttet og motivert meg gjennom hele utdanningsløpet. Jeg setter stor pris på måten dere alltid har stilt opp med gode og varme ord på de litt tyngre skrivedagene, og at dere har heiet meg frem og alltid hatt troen på meg.

Uten dere hadde ikke avrundingen av et langt studieløp og oppgaveskrivingen vært det samme!

Maria Nilssen

29. mai 2020

SAMMENDRAG

Formålet med denne studien har vært å undersøke hvordan elever formulerer seg og bruker språket sitt for å forstå matematikk. Det har vært rettet et særlig fokus mot de flerspråklige elevene, og følgende to problemstillinger er her blitt belyst:

1. Hvordan anvender og veksler elever mellom ulike registre når de diskuterer og arbeider med en modelleringsoppgave i matematikk?
2. Hvilke sosiomatematiske normer kan identifiseres som kan virke inn på elevenes valg av registre?

For å besvare disse spørsmålene har jeg valgt en kvalitativ tilnærming, med casestudie som forskningsdesign. Det primære datamaterialet er samlet inn ved å observere og gjøre lydopptak av fire elevpar på syvende trinn som diskuterte og arbeidet med en modelleringsoppgave. For å styrke validiteten av datamaterialet, særlig i identifiseringen av sosiomatematiske normer, ble det også gjennomført et intervju med elevenes matematikklærer.

I analysen er Predigers (2016) begreper om hverdagsspråklig register, skolespråkregister og teknisk språkregister tatt i bruk. Med bakgrunn i elevenes parvise diskusjon og individuelle skriftlige besvarelser i modelleringsaktiviteten har jeg identifisert hvordan vekslingen mellom ulike uttrykksmåter kan bidra til å skape mening. Det hverdagsspråklige registeret bidrar blant annet med tilpasning og dypere forståelse. Skolespråkregisteret hjelper elevene med å holde fokus på det matematiske problemet som skal løses, og det tekniske språkregisteret tydeliggjør relasjoner mellom opplysninger og hva oppgaven faktisk ber om.

Da det i Norge er gjort lite forskning på samspillet mellom de ulike språkregistrene i matematikkundervisningen, er denne oppgaven et bidrag til å få innsikt i hvordan elever anvender registrene i språket sitt, og hvilken betydning vekslingen kan ha for elevenes forståelse av matematiske konsept. Økt bevissthet og kunnskap innen dette feltet vil kunne åpne opp for mer språkpositive matematikklasserom, hvor både det hverdagslige og det faglige språket sees som en viktig ressurs for læring.

ABSTRACT

The purpose of this study has been to investigate how pupils formulate and use their language to understand mathematics. There has been a particular focus aimed at the multilingual pupils, and the following two research questions has been highlighted and discussed:

1. How do pupils change and relate different registers when discussing and working with a mathematical modelling task?
2. Which socio-mathematical norms can be identified that can influence students' choice of registers?

To answer these questions, I chose a qualitative approach, with case study as my research design. The primary data material was collected by observing and recording four pairs of pupils in the seventh grade, while they were discussing and working on a modelling task. In order to strengthen the validity of the data material, especially in the identification of socio-mathematical norms, an interview with the pupils' mathematics teacher was also implemented.

In the analysis I've used Prediger's (2016) concepts of the everyday language register, the school language register and the technical language register. Based on the pupils' pair-wise discussion and individual written answers in the modeling activity, I have identified how the change and relation between different modes of expression can help create understanding. Among other things, the everyday language register contributes with adaptation and meaning making. The school language register helps the pupils stay focused on the mathematical problem that is to be solved, and the technical language register clarifies relationships between given information an what the task actually asks for.

As little research has been done in Norway on the subject of interaction between the different language registers in mathematics education, this thesis is a contribution to gain insight into how students naturally use the different registers in their language, and what significance the change between registers can have for pupils1 understanding of mathematical concepts. Increased awareness and knowledge in this subject area could open up for more language positive mathematics classrooms, where both everyday language and academic language are seen as an important resource for learning.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FIGUROVERSIKT

1. INNLEDNING

1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV PROBLEMSTILLING

Gjennom mine år på lærerstudiet har jeg, både fra forelesninger, praksis og i arbeid som vikar fått innsikt i hvordan elever lærer matematikk, og hvilke utfordringer de gjerne møter på i læringsprosessen. Da jeg begynte på masterstudiet var min motivasjon at jeg ønsket å lære mer om hvordan jeg kunne hjelpe de elevene som synes matematikk er vanskelig og noen ganger helt uforståelig. Etter hvert som diskusjonene i klasserommet utspilte seg og jeg fikk større innsikt i matematikkdidaktikk, rettet interessen seg mer og mer mot *språket* og dets sentrale rolle for elevenes vei mot forståelse av matematiske konsept. Særlig bruken av språket i et flerspråklig matematikklasserom vekket nysgjerrigheten i meg.

Det matematiske språket er komplekst, og ofte sammensatt av både ord, symboler, figurer og tabeller. Etter hvert som elevene blir eldre forventes det at de «gradvis utviklar ei formalisering av tankar, strategiar og matematisk språk. Utviklinga går frå konkrete beskrivingar til formelt symbolspråk og formelle ressonnement» (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 3). Min opplevelse er at elever ofte synes det er vanskelig å utrykke seg presist og formelt når de diskuterer og løser oppgaver i matematikkundervisningen. Gjennom denne studien ønsker jeg derfor å få bedre innsikt i hvordan elever formulerer seg og bruker språket sitt for å forstå matematikk.

1.2 MÅL FOR FORSKNINGEN OG PROBLEMSTILLING

Hensikten min med denne studien er å lære mer om hvordan språk kan brukes som en ressurs i det flerspråklige matematikklasserommet, og i matematikklasserommet generelt. Et mål er å selv bli mer bevisst på hvordan språk og matematisk forståelse henger sammen, slik at min fremtidige matematikkundervisning blir mest mulig inkluderende og tilpasset en mangfoldig elevgruppe. Jeg vil se på elevers bruk av representasjonsformer, og hvordan de veksler mellom ulike måter å uttrykke seg på matematisk, både muntlig og skriftlig. Lesh (1978) og Duval (2006) m.fl. er blant de som har bidratt med forskning som viser at det å kunne se en sammenheng mellom ulike representasjonsformer i matematikk danner grunnlag for dypere forståelse. Det legges også vekt på dette i den nye læreplanens kjerneelementer for matematikk, som trer i kraft i august 2020, hvor det står at «elevane må få høve til å bruke matematiske representasjonar i ulike samanhengar gjennom eigne erfaringar og matematiske samtalar» (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 3)

Prediger (2016) ser i sin forskning på vekslingen og samspillet mellom ulike representasjonsformer og *språkregistre* og i matematikk, med et særlig fokus rettet mot de flerspråklige barna. Det matematiske språket som brukes vil i noen sammenhenger være sterkt kontekstavhengig og preget av elevenes egne erfaringer. I andre situasjoner kan språket være mer abstrakt og ha et større faglig preg. Mye av det Prediger skriver om finner en også igjen i kjerneelementene i Fagfornyelsen. Her står det blant annet at «kommunikasjon i matematikk handlar om at elevane bruker matematisk språk i samtalar, argumentasjon og resonnement» og at de «må kunne omsetje mellom matematiske representasjonar og daglegspråket og veksle mellom ulike representasjonar.» (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 3). Med andre ord vil vekslingen mellom ulike representasjonsformer og språkregistre bli et sentralt fokusområde for lærere som skal undervise i matematikk fremover. Med disse tankene som bakgrunn har problemstillingene mine for denne masteroppgaven blitt som følger:

1. Hvordan anvender og veksler elever mellom ulike registre når de diskuterer og arbeider med en modelleringsoppgave i matematikk?
2. Hvilke sosiomatematiske normer kan identifiseres som kan virke inn på elevenes valg av registre?

Jeg har valgt å jobbe ut ifra en todelt problemstilling, hvor den første er inspirert av Predigers forskning, og den andre er blitt utarbeidet etter at jeg var i gang med å samle inn datamaterialet og la merke til noen gjengående mønstre i elevenes arbeidsstrategier som jeg ønsket å se nærmere på. For å finne svar på problemstillingene mine har jeg gjennomført en casestudie med en gruppe 7.klassinger, og også intervjuet elevenes matematikklærer.

Gjennom den første problemstillingen søker jeg innsikt i hvordan elevene tar i bruk ulike registre av språket sitt, og hva de ulike registrene bidrar med i prosessen mot å forstå og svare på en modelleringsoppgave i matematikk. En *modelleringsoppgave* defineres av Blum, Galbraith og Niss (2007) som en type oppgave hvor den matematiske og den realistiske verden kobles sammen. Med utgangspunkt i et realistisk problem fra virkeligheten, lages en matematisk modell som beskriver hvordan problemet kan løses. Ved å la elevene parvis diskutere et slikt problem vil jeg se etter hvordan de resonnerer og bruker de språklige ressursene de har til rådighet.

Sosiomatematiske normer er et begrep om matematiske holdninger og verdier som brukes for å beskrive elevenes (og lærerens) aktivitet i klasserommet (Yackel & Cobb, 1996), og gjennom den andre problemstillingen søker jeg innsikt i hvordan disse normene kan virke inn på elevenes løsningsstrategier og anvendelse av de ulike registrene. Skott, Jess og Hansen (2016) skriver at de sosiomatematiske normene, etter hvert som de etableres i en klasse, vil påvirke måten elevene jobber med matematikken på, hvordan de velger å prioritere, og hva de godtar av hverandre som gyldige og holdbare matematiske argumenter. Disse normene vil uunngåelig virke inn på elevenes diskusjon av modelleringsoppgaven også i denne studien, og ved å identifisere noen av dem vil jeg få et innblikk i hvordan de kan virke inn på elevenes valg av registre.

1.3 BEGREPSAVKLARING

Noen begrep er allerede blitt brukt og kommer til å gå igjen i denne oppgaven, og jeg vil derfor gi en forklaring på hva jeg legger i disse begrepene før jeg går videre.

Register – brukes i denne oppgaven slik Prediger (2016) definerer det, og sees dermed som en kategorisering av ulike måter å uttrykke seg på i matematisk kommunikasjon. Hva som skiller de ulike registrene fra hverandre, og hvordan Prediger kategoriserer dem vil bli nøyere definert og forklart i oppgavens teorikapittel. Hvordan jeg selv har gått frem for å kategorisere og identifisere registrene i analysearbeidet blir nærmere gjennomgått i oppgavens metodekapittel.

Språk – blir i denne oppgaven hovedsakelig sett på som elevenes ulike måter å kommunisere på. Dette kan for eksempel være fysisk i form av kroppsspråk, verbalt i form av samtale, eller skriftlig i form av skrevet tekst, tegning eller symbolbruk. *Språk* refererer altså ikke til særskilte språkgrupper (som norsk, tysk, engelsk), men til diverse kommunikasjonsmåter. Hvis begrepet brukes på andre måter (for eksempel i situasjoner hvor elevenes hjemmespråk nevnes) vil dette bli spesifisert.

Språkregister – sees her som en kategorisering av verbale og skriftlige uttrykksmåter som elevene bruker i matematikken. Jeg kommer i denne oppgaven til å bruke begrepet om språkregistre slik Prediger (2016) bruker det, og kategoriserer elevenes språk inn i tre registre med ulik grad av presisjon og formelt faglig preg; hverdagsspråklig register, skolespråkregister og teknisk språkregister. Disse tre språkregistrene vil ha en svært sentral rolle utover i denne oppgaven, og jeg kommer tilbake med mer utfyllende informasjon om hver av disse i kapittel 2.1 Prediger: Det språksensitive matematikklasserommet.

Representasjonsformer – Ifølge Duval (2006) er matematiske objekter[1] abstrakte og kun gjort tilgjengelige gjennom ulike representasjonsformer. Representasjonsformene brukes for å fremstille matematiske objekter, og Lesh (1987) har samlet disse i fem ulike kategorier: Konkreter, illustrasjoner, realistiske kontekster, verbale formuleringer og skriftlige symboler. I denne oppgaven bruker jeg begrepet slik det brukes av Lesh og Duval, for å beskrive de ulike måtene elevene utrykker seg på.

Flerspråklig – er et begrep som vanligvis brukes om personer som behersker mer enn ett språk. I mangelen på et mer avgrensende begrep, vil flerspråklig i denne oppgaven brukes spesifikt om elever som ikke har norsk som sitt hjemmespråk. Flerspråklig forstås her som en som har ett eller flere andre hjemmespråk, men som blir undervist på, kan, eller lærer seg norsk.

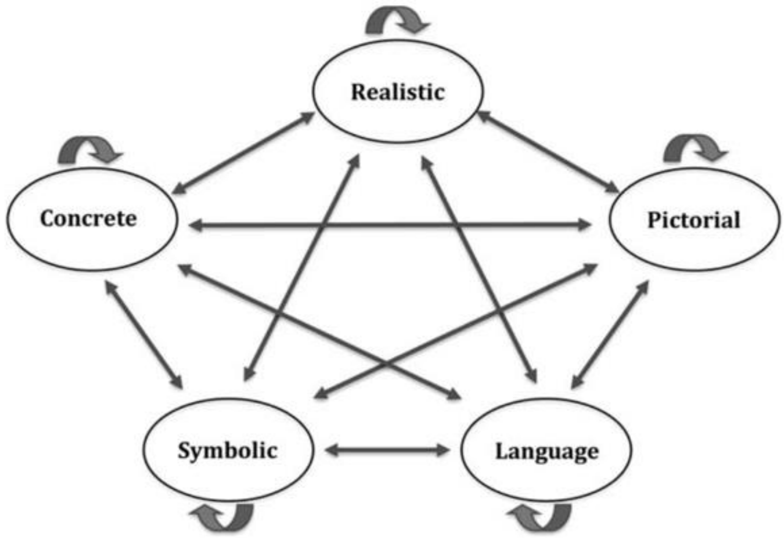
1.4 TIDLIGERE FORSKNING

Vekslingen mellom matematiske representasjonsformer:

Lesh (1987) mener at elementære matematiske objekter kan uttrykkes ved hjelp av fem ulike representasjonsformer. Oversatt til norsk vil disse representasjonsformene bestå av konkreter, illustrasjoner, realistiske kontekster, verbale formuleringer og skriftlige symboler. *Konkrete* representasjonsformer utrykkes ved bruk av fysiske objekter som en kan bevege, ta og føle på. Dette kan for eksempel være lekeklosser, pinner, kulerammer eller andre fysiske objekter som elevene kan bruke for å konkretisere og visualisere løsninger på matematiske problem. *Illustrasjoner* er en mer abstrakt representasjonsform enn konkreter, og uttrykkes gjerne ved bruk av tegninger, bilder, tallinjer, mengdemodeller og grafisk visualisering. Det matematiske objektet kan også knyttes til *realistiske kontekster*, noe som vil kunne bidra til at problemet som skal løses blir mindre abstrakt og mer håndterbart for eleven. Kontekstualisering kan gjøres ved å for eksempel lage en regnefortelling, eller ved å koble et matematisk problem til en hverdags-situasjon. Ifølge Lesh (1987) er det viktig å ta utgangspunkt i kontekster som elevene er kjent med og som de finner interessante og meningsfulle, da dette vil kunne virke positivt inn på elevenes motivasjon til å løse oppgavene. *Verbale formuleringer* er den muntlige måten å uttrykke noe på. Gjennom denne representasjonsformen får elevene satt ord på tankene sine,

[1] Begrepet matematisk objekt brukes på ulike måter i faglitteraturen. Jeg velger her å bruke «matematiske objekt» som et felles begrep for begrep, ideer og operasjoner i matematikken.

øvd seg på å forklare egne resonnement, og tatt i bruk faglige begreper. *Skriftlige symboler* refererer til de skriftlige uttrykksformene i matematikken. Her kan en finne bruk av både ord, tall og andre symboler. Denne representasjonsformen oppfattes ofte som den den mest abstrakte (Lesh, Post, & Behr, 1987).



Figur 1: Lesh sin oversettelsesmodell (Lesh, 1979a, gjengitt i Moore, Miller, & Lesh, 2013).

Det er bred enighet om at det å kunne bruke matematiske representasjoner og oppdage sammenhenger mellom de ulike representasjonene danner grunnlag for utvikling av dypere matematisk forståelse (Lesh, Post, & Behr, 1987; Duval, 2006; Prediger, Clarkson, & Bose, 2016; Utdanningsdirektoratet, 2019). Lesh sin oversettelsesmodell (se figur 1) er et mye brukt rammeverk for å undersøke elevers representasjonsbruk og deres evne til å veksle mellom ulike representasjoner av et gitt matematisk objekt. Modellen understreker at forståelsen av matematiske objekter i stor grad avhenger av elevens evne til å representere begreper og situasjoner gjennom de fem nevnte representasjonsformene, samt evnen deres til å oversette og veksle mellom representasjonsformene (Moore, Miller, & Lesh, 2013).

Ulike representasjoner legger vekt på forskjellige aspekter ved konseptene som uttrykkes, og betydninger har en tendens til å være fordelt på en rekke representasjoner. Duval (2006) understreker at betydningen (innholdet) av et matematisk objekt kan endre seg noe dersom det oversettes fra en representasjonsform til en annen. Mellom innholdet i en representasjon og det representerte matematiske objektet er det ingen andre forhold enn denotering. Han mener derfor at innholdet en representasjon formidler avhenger mer av registeret og konteksten, enn av det matematiske objektet som er representert. Dette er grunnen til at overføring fra et register til et annet ikke bare endrer selve uttrykket, men også de egenskapene som kan gjøres eksplisitte (Duval, 2006). For å utvikle dyp matematisk forståelse er det viktig at en både bearbeider et matematisk objekt innenfor samme representasjonsform, og også oversetter mellom ulike representasjonsformer.

Språkregistre:

Halliday (referert i Jewitt, 2017) var opptatt av å beskrive hvilke funksjoner språket har i en gitt sammenheng, og hvordan en skaper mening gjennom språket i bestemte sosiale kontekster. Han forstod språk som et sett med alternativer som former hva folk kan og ikke kan gjøre med et språk i en gitt sosial kontekst (Jewitt, 2017). Halliday definerer register som "a set of meanings, the configurations of semantic patterns, that are typically drawn upon under the specific conditions, along with the words and structures that are used in the realization of these meanings" (Halliday, 1978, s. 23). Grunntanken er at situasjonen og registeret er med på å styre språkbruken.

Videre skiller Halliday (1978) mellom registre og dialekter ved at han definerer dialekter som ulike måter å uttrykke det samme poenget, og beskriver registre som forskjellige måter å gi uttrykk for ulike ting. Ved å veksle mellom ulike registre vil altså innholdet endre seg, og Halliday understreker at registrene karakteriseres ut ifra kommunikasjonssituasjonens sosiale forankring. "a register can be defined as the configuration of semantic resources that a member of a culture typically associates with the situation type. It is the meaning potential that is accessible in a given social context" (Halliday, 1978, s. 111). Registrene preges av den sosiale konteksten hvor språket utøves.

1.5 FORSKNINGENS VERDI OG RELEVANS

Denne masteroppgaven er skrevet som en del av et større forskningsprosjekt *Learning about teaching argumentation for critical mathematics education in multilingual classrooms* (LATACME), ved Høgskolen på Vestlandet. Forskningsprosjektets overordnede fokus er å belyse aspekter ved argumentasjon og kritisk matematikkdidaktikk i flerspråklige klasserom. LATACME-prosjektet er videre delt inn i ulike undergrupper, hvor en av gruppene retter et fokus på «argumentasjon i det flerspråklige læringsrom». Min oppgave vil bidra innenfor denne undergruppen med nytt analysemateriell og en analysemodell som tidligere ikke er benyttet i LATACME.

Det er gjort en del forskning som viser at det å kunne se en sammenheng og veksle mellom ulike representasjonsformer i matematikk danner grunnlag for dypere forståelse. Det er også forsket på hvordan språket endrer register utfra kontekst og formål. Jeg finner derimot lite forskning (særlig i det norske matematikklasserommet) hvor det rettes fokus mot den viktige sammenhengen mellom representasjonsformene og språkets ulike registre som Prediger (2016) viser til. Hun understreker at språket som brukes i matematikken er sensitivt, og at hvert språkregister har en betydelig rolle hvor alle er like viktige på sitt vis. Små oversettelser og vekslinger mellom registre kan få stor betydning for matematikkoppgavenes innhold og elevenes forståelse.

> In the mathematics education research literature there are three different strong ideas related to different language registers and discourses that have not been closely linked. Indeed, they are often treated as quite distinct entities. These are code- switching between first and second languages, transitions between informal and academic (mathematical) forms of language within a given language, and transitions between different mathematical representations. Exploring the overlap between these three ideas, and in particular by articulating their interconnections, new insights and implications are gained. (Prediger, Clarkson, & Bose, 2016, s. 193).

Elever med andre hjemmespråk enn norsk møter en ekstra utfordring når de skal lære seg matematikk på den norske skolen, fordi de parallelt med å lære seg det matematiske språket og de underliggende konseptene, også må lære seg undervisningsspråket. Barwell (2020) skiller mellom to måter å se flerspråklige matematikklasserom på; språkpositive eller språknøytrale. Utfra et språkpositivt perspektiv vil en rette oppmerksomhet mot forskjellige aspekter ved språkbruk i matematikk, noe som muliggjør anvendelse av de ulike språkressursene hver elev tar med seg inn i klasserommet. Velger en å se på det flerspråklige matematikklasserommet som språknøytralt vil språkets potensiale og rolle i matematikken ha en tendens til å bli underforstått. Mange potensielt gode språkressurser vil da kunne ende med å ikke bli fanget opp.

Ved å bruke Predigers (2016) forskning, og se på matematikklasserommet som en språksensitiv læringsarena slik hun beskriver det, vil jeg også måtte gå inn med et språkpositivt perspektiv på matematikklasserommet. Undersøkelsen av hvordan elever anvender og veksler mellom ulike registre når de diskuterer og arbeider med en modelleringsoppgave i matematikk, vil i denne studien bidra med mer bevissthet rundt hva de ulike registrene kan tilføre elevenes forståelse av matematikken, og bidra med mer kunnskap til feltet og kunnskapsbasert praksis knyttet til tilrettelegging av matematikklæring i det flerspråklige klasserommet. Selv om hovedfokuset her rettes mot de flerspråklige elevene, vil en god del av funnene også kunne være aktuelle og overførbare til elever med norsk som sitt hjemmespråk.

For å få oversikt over litteratur og tidligere forskning på feltet, har jeg søkt gjennom flere ulike kanaler, som Google, Google Scholar, Oria, Tangenten, Bedre skole, Eric, og Springerlink. Jeg har søkt både på norsk og engelsk, og brukt ulike kombinasjoner av søkeord i prosessen. På norsk har jeg blant annet søkt etter; matematisk språk, språkregister, hverdagsspråk, skolespråk, teknisk språk, faglig språk, representasjonsformer, multimodalitet, strukturforståelse i matematikk, representasjonsveksling, språksensitiv, modellering, sosiomatematiske normer, transspråking, kodeveksling og flerspråklig matematikkundervisning. På engelsk har jeg brukt søkeord som; mathematical language, mathematical understanding, mathematical representations, registers, everyday register, school register, technical register, multilingual mathematical classrooms, code-switching, translanguaging, og sociomathematical norms.

Jeg har også studert litteraturlister i en del artikler, rapporter og masteroppgaver, og på den måten funnet frem til aktuell forskning og litteratur.

1.6 OPPBYGGING AV OPPGAVEN

Denne oppgaven er bygd opp av seks kapitler. Etter dette første kapittelet, innledning, følger et kapittel hvor jeg vil komme med en presentasjon av oppgavens teoretiske rammeverk; matematisk språk, sosiomatematiske normer og Predigers modell for det språksensitive matematikklasserommet. I kapittel 3 vil metodene som er brukt i oppgaven bli presentert og sett i relasjon til mine problemstillinger. Jeg vil skildre utføringen av datainnsamling gjennom casestudie og intervju, og analyseprosessen. Etiske hensyn, forskningens validitet, reliabilitet og overføringsverdi diskuteres også i dette kapittelet. I Kapittel 4, presentasjon av data, blir elevenes dialog og skriftlige arbeid fra casestudien, samt lærerens ytringer fra intervjuet lagt frem. Datamaterialet vil så bli analysert i lys av teori og forskning i kapittel 5. Kapittel 6 vil bestå av diskusjon, videre forskning og konklusjon. I dette siste kapittelet vil problemstillingene også bli besvarte.

2. TEORI

I dette kapittelet vil jeg legge frem sentrale teoretiske begreper som kan bidra til å svare på de to problemstillingene mine «Hvordan anvender og veksler elever mellom ulike registre når de diskuterer og arbeider med en modelleringsoppgave i matematikk?» Og «hvilke sosiomatematiske normer kan identifiseres som kan virke inn på elevenes valg av registre?»

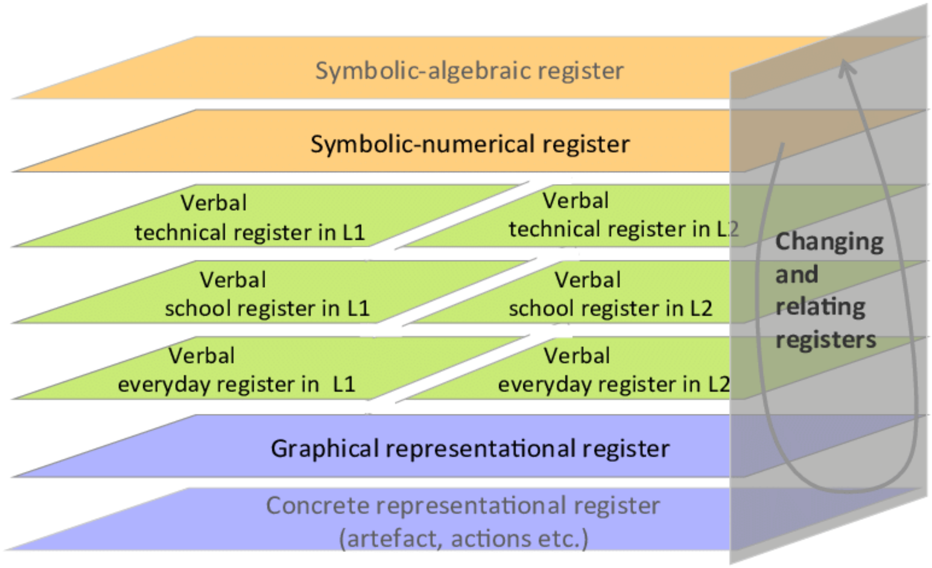
Jeg tar utgangspunkt i forskningen til Prediger (2016). Hun har forsket på hvordan veksling mellom, og bruk av ulike representasjonsformer i matematikkundervisningen er med på å bidra til at elevene kan få en økt matematisk forståelse. Samspillet mellom de ulike representasjons-formene illustrerer hun i form av en modell, hvor hun også retter et særlig fokus på vekslingen mellom et faglig og et mer hverdagslig matematisk språk.

I tillegg til å presentere relevant teori rundt det Prediger kaller det språksensitive matematikk-klasserommet, presenteres også Yackel & Cobbs (1996) begrep om sosiomatematiske normer. Slike normer sier noe om hvorfor elevene tar de valgene de gjør i matematikkundervisningen. De vil virke inn på elevenes måte å kommunisere med hverandre på, og er dermed essensielle for å svare på denne oppgaven. Bruk av sosiomatematiske normer og Predigers modell for språklig registerveksling som teoretisk perspektiv, kan gi innsikt i elevers kommunikasjons-mønster og meningsskaping, noe som vil gjøre det mulig for meg å svare på problemstillingen min.

Teorikapittelet er delt inn i flere underkapittel. Jeg vil først presentere Predigers modell og gå systematisk gjennom de ulike nivåene. Her tydeliggjør jeg hvordan vekslingen og samspillet mellom nivåene og de ulike registrene kan få betydning for elevenes læring. Videre vil jeg ta et dypere dykk inn i hva som kjennetegner det matematiske språket og hvordan dets kompleksitet kan virke inn på flerspråklige elevers forståelse, før jeg til slutt ser på hvordan sosiomatematiske normer kan påvirke elevers arbeidsvaner og strategier. Dette skal sammen med funnene som senere vil bli presentert, danne grunnlaget for drøftingene mine om elevenes anvendelse og veksling mellom ulike registre i matematikkfaget, og hvordan de sosiomatematiske normene kan virke inn på de valgene de gjør i modelleringsaktiviteten.

2.1 PREDIGER: DET SPRÅKSENSITIVE MATEMATIKKLASSEROMMET

Predigers modell illustrerer vekslingen og sammenhengen mellom konkrete/grafiske, verbale, og symbolske representasjonsformer (se figur 2). I tillegg til vekslingen som skjer mellom representasjonene, retter Prediger (2016) fokus på den vekslingen som oppstår innad i de verbale representasjonsformene. Her deles det verbale språket inn i tre språkregistre; hverdagsspråk, skolespråk og teknisk språk. Språkregistrene sees i sammenheng med verbale, symbolske, grafiske, og konkrete representasjonsformer som brukes i matematikkundervisning.



Figur 2: Modell for relasjon og veksling mellom registre (Prediger & Wessel, 2011, gjengitt i Prediger et al., 2016, s. 204)

Innad i de verbale språkregistrene skiller Prediger mellom hjemmespråk (L1) og undervisningsspråk (L2). Flerspråklige elever kan uttrykke seg med formuleringer fra det hverdagslige- skolespråklige- og det tekniske språkregisteret både på sitt hjemmespråk og på undervisningsspråket.

Tanken bak modellen er, ifølge Prediger, at elever oppnår forståelse og lærer matematikk når de veksler mellom de ulike nivåene. Ikke bare veksling mellom konkrete/grafiske-, verbale og symbolske måter å uttrykke seg på, slik Lesh (1978) refererer til i oversettelsesmodellen (se figur 1), men også innad i de tre språkregistrene hverdagsspråk, skolespråk og teknisk språk (Prediger, Clarkson, & Bose, 2016). Den er satt sammen av flere lag, kategorisert etter stigende grad av abstraksjonsnivå. Prediger (2016) poengterer at elevene oppnår forståelse og skaper mening i matematikk når de veksler og ser en relasjon mellom de ulike nivåene i modellen.

2.1.1 MODELLENS OPPBYGNING

Nederst i modellen finner vi registrene for representasjonsformer som består av konkrete og grafiske uttrykk. De matematiske konseptene, som en ifølge Skemp (1982) finner i de dype strukturene av språket, er ikke alltid åpenbare for elever når de står overfor nye og ukjente utfordringer i matematikklæringen. De senere årene har bruken av manipulative representasjoner fått en sentral rolle i undervisningen (Prediger, Clarkson, & Bose, 2016). Manipulative representasjoner, eller støttemateriell kan være alt i fra klosser, tellestaver og kulerammer, (som gjerne brukes som støttemateriell i begynneropplæringen på de laveste klassetrinnene), til tegninger og figurer, diagrammer og tallinjer. Slike representasjoner hjelper elevene med å visualisere og undersøke den matematiske ideen de skal utforske.

I midten plasseres de verbale registrene som er delt inn i de tre kategoriene hverdagsspråk, skolespråk og teknisk språk. Disse språkregistrene brukes ifølge Halliday (1978, gjengitt i Prediger et al., 2016) i ulike kommunikasjonssituasjoner, men overlapper også hverandre ofte.

Hverdagsspråkregisteret kategoriseres som kontekstavhengig, det er lite eksplisitt, og brukes gjerne når det snakkes om matematikk i her-og-nå-situasjoner (Prediger, Clarkson, & Bose, 2016). Innenfor dette registeret baserer elevene gjerne argumentene sine på sine egne erfaringer. De kan relatere det matematiske problemet til seg selv, og sine subjektive følelser. Hverdagsspråket består i stor grad av verbale og konkrete fremstillinger, sjeldent grafiske og symbolske representasjoner.

Skolespråkregisteret kan sees på som mer kontekstuavhengig og formelt. Det forekommer i større grad eksplisitte formuleringer, og færre personlige erfaringer og referanser. Språket bærer preg av mer kompleks og avansert grammatikk (Schleppegrell, 2004, i Prediger, Clarkson & Bose, 2016). En finner ofte skolespråket i aviser, i bøker og i matematikklasserommet, da spesielt i lærebøker. Dette registeret identifiseres tydelig i lærernes muntlige tale. I tillegg til å benytte muntlige og grafiske representasjonsformer, inngår også de numeriske fremstillingene i skolespråket. Symbolsk-algebraiske representasjoner brukes sjelden i skoleregisteret (Prediger, Clarkson, & Bose, 2016).

Det tekniske språkregisteret vil i mange tilfeller kunne sammenlignes med skolespråket, men det vil i enda større grad være preget av entydighet og formalitet. Dette registeret har et høyere matematisk nivå, det er mer presist, strukturert, kvantifiserbart og akademisk «korrekt». I matematikklasserom, brukes det verbal-tekniske registeret for det meste i matematiske sammenhenger, eller til å ta tak i de matematiske strukturene i virkelige situasjoner. Det tekniske språkregisteret omfatter alle registre, inkludert det symbol-algebraiske registeret, som utelukkende brukes i det tekniske språket (Prediger, Clarkson, & Bose, 2016).

Øverst i modellen plasseres registeret for de symbolske, mest abstrakte representasjonsformene. Her finner vi bruk av formelle algoritmer og symbolske matematiske behandlinger. De symbolske representasjonsformene er mye brukt i matematikkundervisningen på skolen, men ifølge Prediger (2016) er det ikke like vanlig å finne det algebraiske registeret og språkbruk av så formell og abstrakt karakter på barneskolenivå. Det blir mer aktuelt i slutten av ungdomsskolen og oppover.

2.2 DET MATEMATISKE SPRÅKET

Matematikk står ikke kategorisert som et av språkfagene i læreplanen, men det krever likevel en hel del språklig kompetanse for å kunne føre en samtale i og om matematikk. Tekster i matematikk kjennetegnes ofte ved at de er multimodale. Det vil si at tekstene som regel ikke bare er satt sammen av skrevne ord, men består av flere ulike modaliteter (som tall og andre symboler, figurer, formler, grafer, tabeller, illustrasjoner m.m.) som sammen bidrar til å skape en helhetlig mening. Ulland, Røskeland og Herheim (2018) skriver at en kan formidle det samme innholdet gjennom ulike modaliteter, og i matematikkfaget kan en si at representasjons-formene er ulike måter å uttrykke den samme matematiske sammenhengen. En tallmengde kan for eksempel presenteres både i form av symbolspråk og diverse konkretiseringsmaterialer. I likhet med Prediger (2016) mener også de at god matematikkkompetanse synliggjøres ved at elever kan veksle mellom og utrykke forståelsen sin gjennom flere representasjonsformer, både abstrakte og konkrete (Ulland, Røskeland, & Herheim, 2018).

Ifølge Skemp (1982) kan en skille mellom overflatestrukturer og dype strukturer i det matematiske språket. Overflatestrukturene handler om at en kan kjenne igjen ulike symbol og begreper. I de dype strukturene i språket finner en selve innholdet i begreper og symbol, de matematiske ideene i seg selv og deres forhold til hverandre. Behersker en de dype strukturene kan en bruke symbol og begrep i passende matematiske kontekster. Men, det matematiske språket er komplekst, og de dype strukturene kan bare overføres og mottas indirekte via overflatestrukturene (Skemp, 1982). For å kommunisere godt med andre er en derfor avhengig av både overflate- og dybdestrukturer.

Utfordringen med overflatestrukturene er at strukturen ikke alltid samsvarer med de dype strukturene. Når elevene ikke klarer å lære seg de dype strukturene av et begrep kan dette føre til at de tar snarveier når de prøver å skape mening. De lærer seg å manipulere begrepet, ved for eksempel å pugge en formel uten å forstå det matematiske konseptet som ligger bak (Skemp, 1982). Dersom en ikke innehar fullverdig forståelse av hva ulike begrep og symbol betyr, ender en opp med «tomme» begrep som en vil ha vanskeligheter med å ta i bruk dersom konteksten endrer seg for mye i fra de rammene som en er vant til å bruke begrepet i. Skemp (1982) poengterer at det på kort sikt ofte virker enklere for elevene å lære ved å manipulere begrepene, men at dette fører til at den langsiktige forståelsen forsvinner. Elevene kan ende opp med å bruke begreper på feil måte, eller tilføre symbolene egenskaper som de egentlig ikke har. Dermed kan det oppstå misforståelser når de kommuniserer med andre.

2.2.1 OVERGANGEN MELLOM HVERDAGSLIG OG FAGLIG MATEMATISK SPRÅK

For å unngå at elevene ender opp med mange tomme begreper, påpeker Prediger (2016) at lærere bør la elevene snakke om matematikk på sin egen måte. Det er bedre at de bruker et litt slurvete hverdagsspråk som de selv forstår, enn at de tvinges til å bruke et språkregister med faglig presisjon som de egentlig ikke skjønner innholdet av. Hverdagsspråket vil i mange sammenhenger være helt nødvendig for at elevene skal gripe tak i det underliggende matematiske forholdet de prøver å forstå. Etterhvert som de begynner å forstå den dypere kjernen i et matematisk konsept, og hvordan det kan kobles til annen kunnskap de allerede innehar, vil de begynne å bevege seg mellom hverdagsregisteret, skoleregisteret og det tekniske språkregisteret. Etterhvert vil de beherske et mer faglig matematisk språk som de kan bruke som en naturlig del av sitt vokabular (Prediger, Clarkson, & Bose, 2016).

For flerspråklige elever som har hjemmespråk forskjellig fra norsk vil det ofte være ekstra viktig å bevege seg mellom det faglige og det hverdagslige språket når en jobber med matematisk oppgaveløsning. Både matematikk og språk er sosialt konstruert, og dersom det norske språket og dets lingvistikk og grammatikk oppleves utfordrende i seg selv, vil særlig matematikk presentert innen skolespråkregisteret eller det tekniske registeret kunne by på store utfordringer (Prediger, Clarkson, & Bose, 2016). Ved å la elevene støtte seg på og bruke deler av hjemmespråket sitt sammen med undervisningsspråket, kan en redusere den kognitive belastningen. Å kombinere flere språkpraksiser på denne måten kan i noen tilfeller hjelpe til med å gjøre selve språket i matematikken mer forståelig og overkommelig. Veksling mellom flere språk betegnes gjerne som «kodeveksling», eller «transspråking».

Kodeveksling er et godt etablert begrep som brukes om tilfeller hvor to- eller flerspråklige bruker flere språk i en og samme kommunikasjonssituasjon. Wei (2018) beskriver denne bevegelsen mellom språk som et helt naturlig sosialt fenomen som oppstår ved flerspråkliges behov for å uttrykke seg mer presist. Ifølge Park (2013) er ikke kodeveksling nødvendigvis et tegn på manglende språkkompetanse, men heller en vanlig kommunikativ praksis som finnes i alle flerspråklige kontekster. Ved å for eksempel bytte ut enkeltord eller hele setninger i undervisningsspråket med ord og uttrykk fra sitt hjemmespråk, gis de flerspråklige elevene på skolen muligheten til å formulere seg på flere måter. I en matematisk sammenheng kan dette utspille seg ved at de klarer å svare på kognitivt krevende matematiske problemer som de ikke ville hatt dekkende ord for hvis de kun måtte holde seg innenfor ett av språkene (Park, 2013).

Transspråking (på engelsk kalt translanguaging) er et forholdsvis nytt begrep. Det har flere fellestrekk med kodeveksling da dette også er et begrep som refererer til flerspråklige som skifter mellom språk på en naturlig måte, men transspråking skiller seg ut ved at språkvekslingen her sees på som en bevisst og strategisk språkhandling med en pedagogisk baktanke, ikke som et fenomen som oppstår av seg selv (Wei, 2018). En mye brukt definisjon for transspråklighet er Garcías (2009, s. 44, gjengitt i Dewilde, 2016): "Translanguaging are multiple discursive practices in which bilinguals engage in order to make sense of their bilingual worlds.». Denne definisjonen legger til grunn at språk er en konstruksjon. Når en prøver å forstå hvordan flerspråklige bruker språkene sine, vil en med transspråklighet ta utgangspunkt i deres språkpraksiser og hvordan de ulike språkene bidrar til forståelse, fremfor å identifisere hvilke språk elevene benytter seg av, slik en ville gjort i kodeveksling (Wei, 2018).

En annen viktig dimensjon ved transspråklighet er erkjennelsen av at språk ikke er nøytralt, men at det alltid er situert i en historisk, sosial og politisk kontekst. Måten mennesker snakker sammen på, vil med andre ord være påvirket av hvem de snakker med og hvor de befinner seg. (Dewilde, 2016). I det flerspråklige klasserommet vil det være viktig å anerkjenne og bygge videre på elevenes samlede kommunikative repertoar, også bruddstykkene som de tar med seg inn i klasserommet fra andre språkmiljøer. Wei (2018) mener at flerspråklighet i transspråk-sammenheng kan sees på som en multimodal og meningsskapende ressurs, hvor hensikten er å skape et sosialt rom for elevene ved å utfordre grenser mellom språk og andre menneskelige kognitive fagkunnskaper og ved å oppfordre dem til å kombinere ulike formater av deres personlige erfaringer og språkmiljø.

Prediger (2016) mener at veksling mellom hjemmespråk og undervisningsspråk, både i form av kodeveksling og transspråking vil være særlig viktig i matematikkundervisningen, og at lærere som bidrar med og legger til rette for slike språkhandlinger hjelper elever med å utvikle sine matematiske evner samtidig som de reduserer de ikkematematiske språkhindrene. Siden forståelsen av matematikk ifølge Skemp (1982) ligger i de dype strukturene i språket, og utvikles gjennom å bruke språket og de overflatestrukturene en selv har til rådighet, kan kodeveksling og/eller transspråking i noen tilfeller effektivisere og lette på matematikklæringen for flerspråklige elever.

2.2.2 KOMMUNIKASJON

Botten og Torkildsen ((2015) skriver at manglende eller dårlig kommunikasjon kan være en avgjørende hindring for læring. God kommunikasjon vil derimot bidra til bedre forståelse og større engasjement i læreprosessen, noe som også vil kunne gi økt læringsresultat. Kunnskapen som etableres i et fellesskap hvor elever arbeider med matematikk sammen med andre, vil ofte fungere annerledes enn den kunnskapen de tilegner seg alene (Botten & Torkildsen, 2015). Sett fra et sosiokulturelt læringssyn, er det *språket* i form av dialog og interaksjon med andre som danner den grunnleggende veien mot læring. Elever trenger muligheter til å delta aktivt i muntlige og skriftlige læringsaktiviteter sammen med andre for å skape mening og utvikle sin egen faglige forståelse på et dypere nivå. Ved å legge til rette for læringssituasjoner hvor elevene får bruke språket sitt aktivt i en kommunikasjonssituasjon, og hvor de lærer seg å ta i bruk matematiske begreper innenfor et språklig register som de selv er komfortable med, vil forståelsen av de dype strukturene i langt større grad bli elevenes egen, da kunnskapen ikke bare oppleves som noe andre forsøker å overføre til dem (Botten & Torkildsen, 2015). Samtidig som god kommunikasjon styrker faglig forståelse, kan det også være et viktig bidrag for å avdekke og rette opp i eventuelle misforståelser av matematiske konsepter. Carpenter, Franke og Levi (2003) påpeker at:

> Students who learn to articulate and justify their own mathematical ideas, reason through their own and others' mathematical explanations, and provide a rationale for their answers develop a deep understanding that is critical to their future success in mathematics and related fields. (Carpenter, Franke, & Levi, 2003, s. 6)

I dialog med andre får elevene prøvd ut sine resonnement. De må begrunne egne matematiske ideer, og ordlegge seg presist nok til at den de samtaler med forstår det de ønsker å formidle. Samtidig må de lytte til og respondere på medelevenes tanker, idéer og resonnementer. Hvis noe er uklart for en av dem, blir den andre nødt til å utdype, og gjerne omformulere resonnementene. Slik bidrar diskusjoner til dypere og mer robust forståelse av matematiske begreper og sammenhenger for de involverte (Botten & Torkildsen, 2015). Språket og evnen til å formulere seg godt er altså essensielt for å kunne kommunisere og dele matematisk kunnskap, men veien mot et presist og faglig matematisk språk er ifølge Rowland (2005) ofte en utfordrende prosess full av kompromisser og forhandlinger. Slik Prediger (2016) og Skemp (1982) også poengterer, vil elever raskt kunne misforstå (deler av) det læreren eller en medelev prøver å si hvis de ikke har et forhold til de begrepene som brukes, og ytringen formuleres i et register som av eleven oppleves altfor abstrakt. Rowland (2005) argumenterer for at dersom en som lærer er oppmerksom på de språklige utfordringene og elevenes metaspråklige bevissthet, vil en ha et bedre utgangspunkt for å vurdere om elevenes utfordringer grunner i forståelsen av det matematiske konseptet, eller om de er rent lingvistiske.

2.3 SOSIOMATEMATISKE NORMER

I et klasserom, og i et fellesskap generelt vil det alltid utvikle seg noen sosiale normer for hva som anses som passende eller upassende oppførsel. Sosiale normer i skolesammenheng er et begrep som refererer til den generelle deltakelsesstrukturen i klasserommet (Nesdal, 2018). Dette kan innebære alt fra elevenes plassering i klasserommet, hvem som hyppigst rekker opp hånden i timene, til hvilke strategier de velger å bruke for å tilegne seg stoffet som gjennomgås i undervisningssituasjonen. Forventningen om at elevene deltar aktivt og begrunner svarene sine når de argumenterer i en matematikktime, kan sees på som en sosial norm. En slik forventning er en norm som vil kunne gjelde for alle fag i skolen (Stephan, 2014).

Samtidig som sosiale normer fokuserer på de normative aspektene ved deltakelse uavhengig av fag, vil de sosiomatematiske normene si noe om forventningene rundt oppførsel spesifikt innenfor matematikkundervisningen (Stephan, 2014). Begrepet *sosiomatematiske normer* er utviklet av Yackel og Cobb (1996) som definerer og eksemplifiserer det slik: ".... normative understanding of what counts as mathematically different, mathematically sophisticated, mathematically efficient, and mathematically elegant in a classroom are sociomathematical norms. Similarly, what counts as an acceptable mathematical explanation and justification is a sociomathematical norm." (Yackel & Cobb, 1996, s. 461).

Hvordan deltakerne kommuniserer sammen i matematikktimen, hvordan de bruker det verbale språket og andre representasjonsformer for å argumentere i matematikk, og hvordan de evaluerer hva som sees på som et godt/mindre godt, effektivt eller elegant løsningsforslag, henger sammen med deltakernes sosiomatematiske normer (Yackel & Cobb, 1996). Kriteriene for hva som sees på som et godt/mindre godt løsningsforslag utvikles og rettferdiggjøres gjennom deltakelse i fellesskapet (Stephan, 2014). Sosiomatematiske normer refererer altså til de normative aspektene ved klassediskusjoner og løsningsmetoder som er spesifikke for de matematiske aktivitetene (Yackel & Cobb, 1996).

Kriteriene for hva som anses som et godt argument vil naturlig nok endres etterhvert som elevene øker sin matematiske kunnskap og utvikler seg faglig (Stephan, 2014). Et argument som kan virke fornuftig for og aksepteres av en elev i 2. klasse vil ikke nødvendigvis oppleves som like holdbart når den samme eleven har blitt eldre og går i 7. klasse.

Det kan være komplisert å forstå hvilke typer for argumentasjon som skal godkjennes i undervisningen. Yackel og Cobb (1996) hevder at oppfatningen av hva som utgjør en akseptabel argumentasjon er noe som utvikles og forhandles frem i interaksjon mellom elevene og læreren, og innbyrdes mellom elevene i undervisningssituasjonen. Gjennom klasse-diskusjoner og dialog om matematiske oppgaver, er vanligvis læreren den som har ansvar for å evaluere i hvilken grad svarene holder mål. Likevel vil læreren sjeldent eller aldri alene kunne bestemme hvilke svar som aksepteres som gode, da dette avhenger av hvilke svar elevene velger å legge frem (Skott, Jess, & Hansen, 2016). Elever og klassegrupper vil kunne reagere ulikt på invitasjoner til å for eksempel bidra med egne løsningsforslag i undervisningen. Dette vil være med på å prege utviklingen av de sosiomatematiske normene som etableres, og gjør også at normene i større eller mindre grad varierer fra klasse til klasse (Skott, Jess, & Hansen, 2016).

For at argumentene som deles skal aksepteres av fellesskapet, må elevene evne å legge dem frem på en slik måte at medelever og/eller lærer skjønner hvordan de har tenkt. Det er ikke tilstrekkelig å bare forklare sine egne tanker. En må på forhånd tenke ut hvordan en skal forklare seg slik at de andre klarer å henge med i resonneringen. Her skjer det et skifte mellom det å kun delta i samtalen med sin forklaring (som prosess), til å reflektere rundt om forklaringen er tilstrekkelig (som objekt) for de andre medelevene (Yackel & Cobb, 1996). Skiftet mellom forklaring som en prosess og forklaring sett objektivt er beskrevet av Sfard (gjengitt i Yackel & Cobb, 1996) som «mathematical conceptions». I klasser kan det etterhvert utvikles en felles aksept for noen faglige metoder og resultater som gjør at en ikke lengre føler et behov for å argumentere for dem (Skott, Jess, & Hansen, 2016). Å kunne se matematikken som et objekt så vel som en prosess, gir elevene en dypere forståelse og et helhetlig bilde av hvordan matematikken faktisk henger sammen (Yackel & Cobb, 1996).

I et elevprosjekt som dette, hvor jeg skal undersøke hvordan elevene anvender de ulike registrene, ser jeg det som hensiktsmessig å ta høyde for de sosiomatematiske normenes påvirkningskraft, da disse normene uunngåelig til en viss grad vil påvirke hvordan elevene samarbeider og bruker språket sitt. I analysedelen av denne oppgaven kommer jeg derfor til å se på hvilke sosiomatematiske normer som kan identifiseres i empirien, og hvordan disse kan være med å virke inn på elevenes strategier og registre når de jobber med den gitte modelleringsoppgaven.

Det teoretiske perspektivet som jeg har skildret i dette kapittelet vil være utgangspunkt for hvordan jeg analyserer datamaterialet mitt, og videre for en diskusjon og oppsummerende konklusjon.

3. METODE

Valget av forskningsmetode påvirkes av hva som er forskningens formål, og valget får konsekvenser for både forskningsprosessen, og for hvordan en vurderer og analyserer resultatene (Thagaard, 2018). For å undersøke elevenes språkbruk i matematikk, og hvilke sosiomatematiske normer som kan ha innvirkning på deres valg av registre, har jeg valgt å bruke en kvalitativ tilnærming til datainnsamlingen min. Det karakteristiske ved kvalitativ forskning er at en utforsker menneskelige problemer eller prosesser i en virkelig setting, og søker en forståelse av enkelte sosiale fenomener, enten ved å være i nærkontakt med deltakergruppen en ønsker å forske på, eller ved å analysere tekster og visuelle uttrykksformer som deltakerne har produsert (Thagaard, 2018).

Jeg har brukt casestudie som forskningsdesign, noe som ifølge Yin (2012) egner seg godt når en tar opp beskrivende og/eller forklarende forskningsspørsmål. Formålet med studien har ikke vært å endre på noe, men å undersøke den faktiske situasjonen rundt hvilke språklige registre elevene benyttet seg av, og hvordan vekslingen mellom ulike uttrykksmåter kan bidra til å skape mening. Dette prosjektet har derfor hatt et deskriptivt formål (Krogtoft & Sjøvoll, 2018). Den språklige vekslingen fikk jeg innblikk i ved å se på hvordan elevene valgte å løse modellerings-oppgaven de fikk utdelt, samt hvordan de ordla seg og snakket om matematikken underveis i prosessen.

Elevenes løsninger av og diskusjon rundt modelleringsoppgaven har vært mest vektlagt i denne studien og regnes som studiens primærdata. For å bedre forstå bakgrunnen for de funnene jeg fikk, valgte jeg også å intervjue elevenes matematikklærer. Dette intervjuet sees som sekundærdata og bidro til triangulering. Sammen gjorde disse ulike dataene det mulig å få en innsikt i den todelte problemstillingen min *«Hvordan anvender og veksler elever mellom ulike registre når de diskuterer en modelleringsoppgave i matematikk. Og hvilke sosiomatematiske normer kan identifiseres som kan virke inn på elevenes valg av registre?»*

Thagaard (2018) understreker at kvalitativ metode egner seg godt til forskning på tema hvor det ikke er gjort mye forskning tidligere, og hvor det stilles krav til åpenhet og fleksibilitet. Det språksensitive matematikklasserommet er som nevnt tidligere et lite utforsket tema i norsk sammenheng, noe som kan underbygge valget mitt om å benytte meg av en kvalitativ tilnærming. I dette kapittelet vil metodene som er brukt i forskningsprosessen bli presentert og gjort rede for. Jeg går gjennom og begrunner valg av innsamlingsmetode og datamateriale, prosessen rundt analyse av datamateriale og valg av informanter. Til slutt reflekterer jeg rundt mulige begrensninger med forskningen, hvilke etiske valg som er tatt, og over relabiliteten og validiteten i oppgaven.

Deler av innsamlingen har jeg gjort i samarbeid med min medstudent Andrea Louise Sjøstrøm. Herfra og videre i kapittelet, omtales derfor Andrea og jeg som vi/oss.

3.1 CASESTUDIE SOM FORSKNINGSDESIGN

Ved å gjennomføre en casestudie i en syvendeklasse fikk vi innsikt i situasjonene som oppstod da et utvalg elever diskuterte og parvis samarbeidet om å løse en modelleringsoppgave i matematikk. Casestudier brukes ofte når en ønsker å oppnå dypere forståelse av hva som faktisk skjer i et gitt hendelsesforløp. Yin definerer casestudier som «An empirical inquiry about a contemporary phenomenon (e.g., a "case") set within its real-worldcontext – especially when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident" [sic] (Yin, 2009a, s. 18, gjengitt i Yin 2012, s.4). Dette er altså en forskningsstrategi som går ut på at en som forsker går inn for å dokumentere et naturlig hendelsesforløp slik det forekommer i den virkelige verden.

Elevene fikk utdelt en todelt oppgave i matematikk som de skulle løse både sammen og individuelt. Hovedpoenget med oppgaven var ikke at elevene skulle komme frem til «riktig» svar, men at de skulle bruke sitt språk, argumentere og arbeide på en tilnærmet lik måte som det de også ville gjort med andre matematikkoppgaver. Intensjonen med å gi en modellerings-oppgave og ikke bare finne en tilfeldig tekstoppgave fra læreboken, var å gi elevene mer eierskap til problemstillingen som ble presentert. Med en kjent kontekst var tanken at elevene ville ha større forutsetninger for å kunne anvende alle de tre språklige registrene som Prediger (2016) nevner i sin modell. Jeg vil komme mer detaljert tilbake til konteksten og utformingen av oppgaven i kapittel 3.3 Modelleringsoppgaven – «Fløibanen med tekniske problemer».

Casestudier har en eklektisk og utprøvende tilnærming, og valg av datainnsamlingsstrategier baseres derfor på hva som er passende og praktisk (Postholm, 2005). En av hovedstyrkene ved casedesign er ifølge Skogen (2018) nettopp muligheten det gir til å anvende flere dokumentasjonskilder. Samtidig presiserer han, og flere med han at designet kan ha praktiske begrensninger når det gjelder dokumentering og gjennomførelse. Siden dokumenteringen gjerne må skje innen en avgrenset tidsperiode, muligens med begrenset tilgang til ressurser som plass og utstyr, må det ideelle ofte veies opp mot det som er reelt mulig å få til (Andersen, 2013; Skogen, 2018; Yin, 2012). Vi hadde kun en dag sammen med informantene til å gjennomføre opplegget vårt. For å sikre best mulig dokumentasjon av det nevnte hendelsesforløpet, benyttet vi oss av lydopptak, observasjon og innsamling av det skriftlige arbeidet som elevene produserte.

3.1.1 Kvalitativt forskningsintervju

For å få et enda større innblikk i hvordan elevene var vant til å jobbe med språk og ulike representasjonsformer i matematikkfaget, utførte jeg (Andrea var ikke med her) også et kvalitativt intervju med elevenes matematikklærer. Intervju er en metode som gir et særlig godt grunnlag for å få innsikt i intervjuobjektets erfaringer, tanker og synspunkter (Thagaard, 2018). Her kunne jeg forhøre meg om hva læreren mente det var viktig å fokusere på og hva som dermed ofte ble vektlagt i undervisningen. Intervjuet hadde en semistrukturert form. Det vil si at intervjuet var en fleksibel, men likevel planlagt og noe styrt samtale (Kvale & Brinkmann, 2017). Vi forholdt oss til intervjuguiden som læreren hadde fått lese gjennom på forhånd (se vedlegg 2). Det var likevel mulig for oss begge å stille oppfølgingsspørsmål for å avverge misforståelser. Læreren kunne svare utdypende med egne ord på spørsmålene, og fikk mulighet til å legge til egne tanker utover intervjuguiden før vi avsluttet intervjuet.

For å sikre dokumentasjon av intervjuet tok jeg lydopptak med diktafon. På den måten kunne jeg konsentrere meg om intervjuet uten å måtte notere undervegs, og jeg kunne lytte gjennom intervjuet flere ganger, noe som lettet arbeidet med transkriberingen i ettertid.

3.1.2 Metodetriangulering

Jeg valgte å kombinere observasjon av elevenes modelleringsoppgaveløsning med et kvalitativt lærerintervju. Hovedvekten i studien har vært på elevenes løsninger og dialog. Intervjuet med læreren fungerte som supplement for å få mer innsikt i hvordan klassen jobber med variert matematikkundervisning til vanlig, og hvilke erfaringer læreren har gjort seg når det kommer til elevenes språk og veksling mellom ulike representasjoner. Lærerintervjuet i tillegg til observasjon av elevløsninger, ble her brukt som triangulering. Anvendt på en god måte kan disse metodene ifølge Dalland (2012) virke utfyllende på hverandre. Ulike metoder gir grunnlag for ulike typer data, og Skogen (2018) skriver at casestudier er særlig godt egnet til triangulering på grunn av sitt fleksible design. Siden hver enkelt metode alltid vil inneholde noen svakheter, kan bruk av triangulering bygge på styrken til hver enkelt tilnærming og slik minimalisere svakhetene ved forskningen som helhet. Styrken med å bruke casestudie vil i mitt tilfelle være at jeg kommer tett på elevenes matematiske diskusjon, og at jeg med min tilstedeværelse har mulighet til å hjelpe elevene hvis de lurer på noe rundt det praktiske. En mulig svakhet kan være at elevene blir påvirket av at det er en ukjent person som leder aktiviteten, og at de derfor arbeider på en litt annen måte enn det de ville gjort til vanlig. Intervjuet med matematikklæreren vil da kunne styrke dataen med å gi meg innblikk i elevenes vante arbeidsmønster gjennom et annet perspektiv.

3.1.3 UTVALG AV INFORMANTER

Studien er skrevet som en del av forskningsprosjektet LATACME (Learning about teaching argumentation for critical mathematics education in multilingual classrooms), som gjennomføres av forskere, lærerutdannere og studenter ved Høgskulen på Vestlandet. Etter et møte med lederen for LATACME-prosjektet hvor jeg la frem prosjektskissen min og fortalte litt om hva jeg ønsket å forske på, hjalp hun meg med å finne en klasse til å utføre studien min i hos en av prosjektets samarbeidsskoler. På grunn av stor pågang, og samarbeidsskolenes begrensede kapasitet til å ta imot veldig mange masterstudenter, valgte jeg å samarbeide med min medstudent Andrea, da vi uansett hadde prosjekter med behov for samme type data-materiale.

Utvalget av informanter til denne studien er på mange måter basert på bekvemmelighetsvalg. Bekvemmelighetsvalg går ut på at en som forsker av praktiske grunner har et begrenset utvalg av informanter tilgjengelig, og derfor velger ut de som selv ønsker å delta, eller de som det er lettest å få tak i (Jacobsen, 2005). Vi fikk bekreftet at det var en 7.klasse som var villige til å delta i studien vår. Hverken jeg eller min medstudent hadde kjennskap til den aktuelle skolen og klassen fra før av. Prosjektene våre har ikke vært avhengige av at klassen jobbet på en spesiell måte, da vi begge ønsket en uavhengig studie av hvordan situasjonen er i matematikklassen i en undervisningssituasjon

Selv om klassetrinn, skole og tilgjengelig tidsrom for studien, er valgt med bekvemmelighet som bakgrunn, er elevene og læreren som har deltatt i studien likevel resultat av en strategisk utvelgelse innen de gitte rammene. Strategisk utvelgelse er ifølge Thagaard (2018) basert på at en systematisk velger personer eller enheter som har egenskaper eller kvalifikasjoner som er strategiske i forhold til forskningens problemstilling. I vårt tilfelle var det strategisk å få med flerspråklige elevinformanter. Vi fikk mailadressen til klassens matematikklærer, sendte en kort beskrivelse av prosjektene våre og hva vi ønsket å undersøke, og avtalte selv tid for gjennomføring av casestudie og intervju direkte med læreren. I samarbeid med læreren fikk vi god hjelp til å velge ut et strategisk utvalg av elevinformanter. Vi ba om åtte elever med mer enn et hjemmespråk, men vi fikk ikke vite noe spesifikt om elevenes språkbakgrunn. Vi sendte modelleringsoppgaven til læreren for å forhøre oss om vanskelighetsgrad, da vi ville tilpasse vanskelighetsnivået på oppgaven ut ifra disse åtte elevenes forutsetninger.

De åtte elevene blir presentert som elev 1-8, og selv om både jenter og gutter deltok i studien, vil alle omtales som «han». Læreren betegnes som «læreren», og er valgt ut som informant med bakgrunn i sin kjennskap til elevene og sin rolle som deres matematikklærer gjennom flere år.

3.2 DATAINNSAMLING OG BESKRIVELSE AV GJENNOMFØRELSE

Vi sendte et samtykkeskjema med informasjon om prosjektet vårt på mail til klassens lærer, som tok seg av utdeling og innsamling av skjemaet fra elevinformantenes foresatte. Den samme dagen, men før vi satte i gang med opplegget, var vi inne i klasserommet og presenterte oss og prosjektet for elevene personlig. Vi prøvde å ufarliggjøre situasjonen og var opptatt av å presisere at de ved å delta ville være til stor hjelp for oss som forsket på matematikk-undervisning i skolen.

Vi hadde i utgangspunktet tenkt å gjennomføre opplegget inne klasserommet, i samlet klasse, for å gjøre rammene rundt mest mulig like en vanlig matematikktime. Av praktiske grunner lot ikke dette seg gjennomføre. Siden ikke alle elevene skulle delta i studien vår, ønsket læreren å utnytte tiden til andre faglige aktiviteter med de resterende elevene. Ved å gjøre lydopptak i full klasse kunne vi heller ikke ha unngått å risikere at elever uten samtykkeskjema ville blitt eksponert. Casestudien ble derfor gjennomført ved at et og et par ble tatt med ut av klassen, og fikk sitte på et eget grupperom og jobbe med modelleringsoppgaven, mens en av oss var til stede og observerte.

Da grupperommet ikke var så stort, og vi ønsket å ta opp samtalene mellom alle elevparene, valgte vi å kun gjennomføre oppgaveløsningen med ett par av gangen for å sikre at opptakene ble gode og tydelige. Vi ville ikke at de skulle lytte til og bli påvirket av hverandres argumenter. Vi ville også unngå at deler av diskusjonen mellom elevene skulle bli utydelig og vanskelige å tolke på grunn av overlapping eller bakgrunnsstøy som lett kunne ha oppstått i et lite rom hvor fire par var samlet på en gang. Lydopptaket ble tatt opp via en diktafon som lå på bordet hvor elevene satt og jobbet. De ble informert om at det ville bli gjort lydopptak, og fikk også beskjed om at de skulle prøve å ikke tenke så mye på det. Vi var interessert i å se hvordan de snakket sammen om oppgavene, ikke om de kom frem til riktig svar eller ikke.

Ved å bruke en diktafon, kunne vi som forskere holde litt avstand og la elevene jobbe fritt med oppgaven, samtidig som vi i ettertid kunne gå gjennom opptaket for å høre det som ble sagt, også de partiene hvor de hvisket til hverandre og ytret litt usikkerhet. Vi valgte å holde oss mest mulig passive i rollen som observatør for å i minst mulig grad påvirke elevenes løsnings-strategier og legge føringer for hendelsesforløpet, og vi prøvde å blande oss minst mulig i diskusjonen. Likevel ble vi på forhånd enig om å svare dersom elevene hadde spørsmål direkte knyttet til oppgaveteksten, og å stille veiledende spørsmål dersom vi så at prosessen stoppet helt opp. Vi noterte ned de observasjonene og meningsbærende elementene som vi mente kunne være interessant for våre oppgaver, skriftlig. Elevenes kladdeark og individuelle skriftlige besvarelser ble samlet inn. Vi hadde 120 minutter til rådighet, og hvert par brukte ca. 15-20 minutter på å svare på oppgaven.

Intervjuet med læreren ble gjennomført i etterkant av modelleringsaktiviteten med elevene, med kun meg som intervjuer, også dette på et grupperom. Læreren hadde fått tilsendt spørsmålene på forhånd. I starten informerte jeg om bruk at lydopptak, samt bakgrunnen for mitt valg av problemstilling. Selve intervjuet startet med noen innledende spørsmål om lærerens erfaring med matematikkundervisning og kjennskap til klassen. Videre forholdt vi oss nokså tett til intervjuguiden, med kun et par småspørsmål for å utdype og oppklare det som ble sagt.

Alle kladdeark og skriftlige besvarelser ble samlet inn. Observasjonsnotatene ble tatt vare på, lydopptakene ble lagret med dato, og vi transkriberte samtalene kort tid etter at de ble gjennomført. Alt datamaterialet ble så lagt inn og lagret i LATACMEs NSD-godkjente forskningsserver.

3.3 MODELLERINGSOPPGAVEN – «FLØIBANEN MED TEKNISKE PROBLEMER»

Oppgaven som er brukt i denne studien er en selvlaget modelleringsoppgave, inspirert av Lesh (2000, gjengitt og oversatt i Nygård, 2019) sin oppgave; «Det store bankranet». Vi utformet oppgaven vår slik at den skulle kunne hjelpe frem både min og Andrea sin studie. Modelleringsoppgaver stimulerer til argumentasjon, samtidig som en må reflektere, bruke sine forkunnskaper og koble dem sammen med en ny og reel kontekst ved hjelp av språket.

Det finnes ifølge Aarre (2019) mange måter å tilnærme seg modellering på, men felles for dem alle sammen er at det dreier seg om sammenhengen mellom to verdener; den matematiske og den virkelige. Problemstillingen som presenteres i en slik type oppgave skal helst eksemplifisere at matematikk spiller en viktig rolle i reelle omverdenssituasjoner, og de bør dreie seg om situasjoner som elevene kan forholde seg til og kjenne seg igjen i, slik at de ser betydningen av matematikk og sammenhengen den kan ha til det virkelige livet (Schou, Hansen, Skott, & Jess, 2008). Konteksten i oppgaven som ble brukt i denne studien tok sted i Bergen, nærmere bestemt ved Fløibanen, et sted de fleste som bor i Bergen er godt kjent med og har et visst forhold til.

Blum, Galbraith og Niss (2007) ser på modellering som en prosess som innebærer at en må strukturere oppgaven, bestemme seg for en matematisk retning, og så koble matematikken sammen med det realistiske problemet. Videre handler det om å strategisk arbeide matematisk, samt å tolke og evaluere konklusjonen med tanke på det oppgaven ber om. Modellering kan med andre ord sees på som en oversettelse fra den matematiske verdenen til den virkelige verden utenfor matematikken (Aarre, 2019).

Oppgavearket som ble gitt til elevene var utformet med flere modaliteter: En beskrivende informasjonstekst, en boks med informasjon om pris og antall reisende, et illustrasjonsbilde og to oppgaver som elevene skulle diskutere og løse (se figur 3). For å løse oppgaven måtte elevene ta flere matematiske valg, og begrunne disse valgene ved hjelp av argumentasjon.

Fløibanen med tekniske problemer!

Fløibanen vil bli stengt de neste fire ukene, da den ene vognen står fast midt i banen. Sjefen for banen trenger en oversikt over hvor mye de kan tape ved å holde stengt, og spør deg om hjelp.

Kommunen har tilbudt en reparatør som tar 5000 kr for et slikt oppdrag, men han er ikke tilgjengelig før om fire uker. Fløibanesjefen mener at kommunen må gripe inn og fikse det raskere da han tror de kan tape 5 millioner kr ved å vente i fire uker.

En mulighet er å fly inn Rodrigo fra Portugal som er ekspert på denne typen problemer. Han tar betalt 200 000 kr for et slikt oppdrag, i tillegg til reiseutgifter på 10 000 kr. Rodrigo kan fikse det innen to uker, og da mener sjefen at det økonomiske tapet blir mye mindre.

Informasjon gitt fra Fløibanen

I gjennomsnitt reiser ca. 2500 mennesker med banen hver dag på denne tiden av året. Dette er både barn, voksne og honnør.

Vedlagt ligger prisene for barn, voksne og honnør:

Barn: 45 kr t/r og 25 kr en vei

Voksne: 90 kr t/r og 45 kr en vei

Honnør: 45 kr t/r og 25 kr en vei

a) Diskuter de ulike alternativene med en venn. Hvilket mener dere er det beste og hvorfor?

b) Du skal nå gå for deg selv å fyll ut tabellen hvor du argumenterer for det alternativet du mener er det beste.

Figur 3: modelleringsoppgaven

3.3.1 MIN TOLKNING TIL LØSNING

Som forberedelse før datainnsamlingen regnet vi selv ut summen av de to alternativene for å få vite hva de ulike alternativene kunne komme til å koste når vi satte sammen og ferdigstilte oppgaven. Jeg vil her presentere mine hensikter med oppgaven og min tolkning til løsning.

Hele teksten har som formål å gi elevene et overblikk over hva oppgaven ber en om å gjøre, og hvilken informasjon en har tilgjengelig. Oppgave a) ber en om å finne og begrunne det beste alternativet for reparatør. Ut ifra teksten ser vi at Fløibanesjefen har fått tilbud om to ulike anbud, hvor begge skal ha en fast sum for å utføre arbeidet. Den kommunale reparatøren tar 5000,- for oppdraget og vil bruke fire uker på å fikse problemet. Rodrigo tar betalt 210 000,- og kan være ferdig innen to uker. Det er ikke eksplisitt uttrykt at en må finne det billigste alternativet, så det vil også være mulig å finne andre argumenter for hvorfor det ene alternativet er bedre enn det andre. Å kartlegge utgiften vil likevel være en underliggende forventing i og med at prisliste og utgifter er såpass sentralt presentert i oppgaveteksten.

Siden det står at Fløibanesjefen *tror* utgiftssummen kan bli på 5 millioner kroner, og ikke at han vet dette med sikkerhet, ville jeg først laget meg et eget regnestykke for å sjekke om dette faktisk stemmer. For å regne dette ut med den informasjonen en har tilgjengelig er en avhengig av å gjøre noen valg som kan ligge til grunn. Ved å ikke oppgi hvor mange av hver passasjergruppe som reiser, forutsettes det at elevene selv må bestemme, og lage seg en representativ modell. For eksempel kan en tenke seg at alle bestiller billett tur/retur. En kan si at det er 700 barn, 1300 voksne og 500 honnør som reiser hver dag, og ut ifra det regne ut billettinntektene.

I løpet av en dag vil de utestående billettinntektene være:

700 (barn) x 45 (kr) + 1300 (voksne) x 90 (kr) + 500 (honnør) x 45 (kr) = <u>171 000 kr</u>

Utgiften med å velge det kommunale alternativet vil da bli:

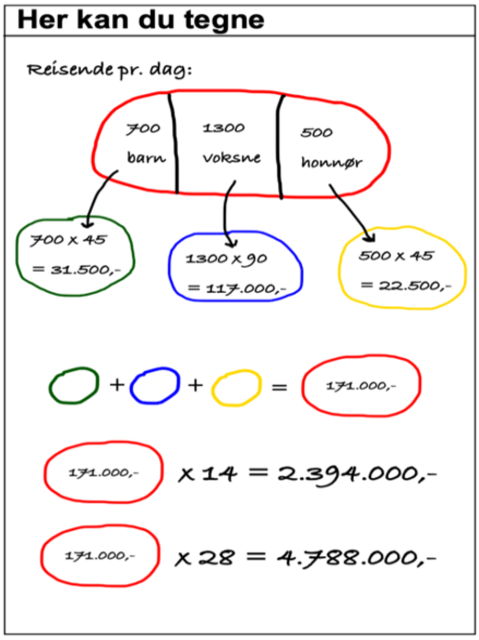
171 000 (kr) x 28 (dager) + 5000 (honorar) = <u>4 793 000 kr</u>

Hvis Rodrigo flys inn for å fikse problemet vil utgiften bli:

171 000 (kr) x 14 (dager) + 210 000 (honorar og reise) = <u>2 604 000 kr</u>

Ut ifra dette kan en se at det ene alternativet er betydelig billigere enn det andre, og følgelig kan en argumentere for at Rodrigo vil være det mest gunstige alternativet for Fløibanesjefen.

Elevene kan potensielt være innom fire ulike representasjonsmåter når de svarer på denne oppgaven. Muntlig, skriftlig med bokstaver, skriftlig med regning og med tegning. Jeg har også tegnet et løsningsforslag utfra de samme tallene (se figur 4). Det må presiseres at dette kun er et tenkt løsningsforslag, og ikke noe som elevene som deltok i denne studien fikk se før de gikk løs på oppgavene.



Figur 4: Løsningsforslag – tegning

3.4 ANALYSE AV DATAMATERIALET

Før analysen, vil datamaterialet bli presentert i kapittel 4 Presentasjon av data. Her synliggjør jeg konteksten og elevenes arbeidsprosess ved å ta utgangspunkt i en representativ gruppe. Jeg har delt kapittelet i tre og vil først presentere data fra elevenes diskusjon med modellerings-oppgavens del A. Dette gjøres i form av transkriberte utdrag fra deres muntlige dialog. Deretter presenterer jeg et representativt utvalg av elevenes skriftlige besvarelser på modellerings-oppgavens del B. Til slutt presenteres utdrag fra intervjuet med matematikklæreren.

I analysedelen så jeg etter hvordan elevene brukte ulike registre og representasjonsformer, hvordan de snakket om dem underveis, og hvordan de vekslet mellom disse i arbeid med oppgaven. Jeg har med utgangspunkt i modellen til Prediger (2016), sett på om/hvordan elevene anvender og veksler mellom de ulike nivåene og de språklige registrene i modellen. Etter at elevene hadde diskutert modelleringsoppgaven ble opptakene transkribert og kodet med ulike farger for å skille mellom ytringer innen hverdagsspråket, skolespråket og det tekniske språket.

Jeg har markert ytringer som jeg mener hører til i det hverdagslige språkregisteret med grønn farge, de jeg mener hører til innen det skolespråklige registeret har jeg markert med rød farge, og de jeg har identifisert som en del av det tekniske språkregisteret er markert med gul farge.

De tre språkregistrene vil ofte overlappe hverandre, og det kan noen ganger derfor være vanskelig å skille dem fra hverandre. Jeg vil gi en kort gjennomgang av hvordan jeg forstår de tre registrene, og definere hvordan jeg velger å kategorisere og skille dem fra hverandre i min analyse.

Det hverdagsspråklige registeret karakteriseres ifølge Prediger (2016) som svært kontekst-avhengig og personlig. Språkbruken har en lite formell form, og graden av faglig tyngde er begrenset. For å identifisere elevenes ytringer innen dette registeret har jeg lett etter uttalelser hvor de knytter problemstillingen i oppgaven direkte til seg selv, og diskuterer hvilke konsekvenser de ulike alternativene ville fått for dem eller mennesker de vet har behov for transport dersom situasjonen i oppgaven skulle bli reell. Argumentene som brukes i hverdagslig språk vil ofte grunne i elevenes egne erfaringer, og de kan basere argumentene sine på personlige meninger. Jeg har også sett etter hverdagslige kommentarer fra elevene der de stiller spørsmål for å få et bedre grep om konteksten, samt deres bruk av visuelt «her og nå- språk» hvor de for eksempel peker i teksten og støtter seg på kroppsspråk.

Det skolespråklige registeret skiller seg fra hverdagsspråket med at det er mer kontekst-uavhengig og litt mer faglig forankret. Der elever som bruker et hverdagslig register baserer seg på egne erfaringer, vil elever som ytrer seg innen skolespråkregisteret ha en mer selvstendig matematisk tilnærming til problemet. For å identifisere skolespråkregisteret har jeg lett etter ytringer hvor elevene bruker sin forståelse av matematiske konsepter til å gi tekstinnholdet og tallene i oppgaveteksten mening. Jeg leter etter ytringer som viser at de snakker om tall som refererer til elementer i oppgaven, og hvordan de kobler disse tallene sammen med relevante matematiske konsepter som ikke står eksplisitt nevnt i teksten. Skolespråktregisteret er typisk brukt i lærebøker og i lærerens muntlige tale, og Skemp (1982) nevner at misforståelser og feiltrinn ofte forekommer når elevene prøver å snakke i et register med høyere faglighet enn det de behersker. Jeg ser derfor også etter ytringer hvor elevene bruker begreper uten å vise fullverdig forståelse av dets dype struktur. Dette kan for eksempel bli gjeldende hvis de snakker om og regner med et stort tall, og skal bevege seg fra muntlig til skriftlig uttrykksform.

Det tekniske språkregisteret har flere fellestrekk med skolespråkregisteret, men det er enda mer formelt og entydig. Registeret brukes ifølge Prediger (2016) for det meste i rent matematiske sammenhenger, eller for å fatte de matematiske strukturene i virkelige situasjoner. I denne sammenhengen har det vært mest aktuelt å lete etter mindre innslag av teknisk språk, ikke fullverdige algebraiske resonnement. For å identifisere det tekniske registeret i elevenes språk har jeg her sett på hvordan elevene tolker og bruker betydningen av meningsbærende enkeltord. I noen tilfeller vil grammatikken kunne føre til misforståelser. Jeg har sett på setnings-oppbygging og hvilke ord som byr på utfordringer eller bidrar med klargjøring.

Siden jeg skal undersøke hvordan elevene anvender og veksler mellom de ulike registrene, vil det ikke være hensiktsmessig å kategorisere funnene mine innen de tre språkregistrene hver for seg. Etter at jeg gjentatte ganger hadde sett gjennom elevenes skriftlige besvarelser og muntlige ytringer, så jeg at det var noen gjentakende likheter i elevenes arbeid. Med bakgrunn i det jeg fant i datamaterialet kom jeg frem til fire kategorier som jeg valgte å systematisere funnene mine ut ifra:

1. Argumentasjon basert på pris
2. Argumentasjon basert på egne erfaringer
3. Regning med store tall
4. Fremgangsmåte

Målet med kategoriseringen var å få en så god som mulig skildring av det som ble undersøkt, og å identifisere et mønster i elevenes anvendelse og veksling mellom registrene. Ved å kategorisere funnene kan en ifølge Kvale og Brinkmann (2017), få et bedre overblikk over alt datamaterialet, og enklere sammenligne ytringer. Kategoriene ble etablert etterhvert som jeg gikk gjennom det transkriberte datamaterialet, og kodingen kan derfor sies å være datastyrt (Kvale & Brinkmann, 2017).

Elevene jeg har tatt lydopptak av og observert har alle mer enn ett hjemmespråk. Det vil si at i tillegg til å snakke norsk, behersket og brukte alle elevene i denne undersøkelsen minst et eller flere andre språk ved siden av norsk når de snakket med familiene sine hjemme. I analysen ser jeg etter hvilke spor jeg kan finne av elevenes språkreferanser, og om flerspråklighet er en ressurs de velger å benytte seg av når de jobber med matematikk i par og individuelt.

Med tanke på at jeg skulle identifisere sosiomatematiske normer, brukte jeg observasjons-notatene mine av hendelsesforløpet til å beskrive noe av datamateriale og lete etter likheter og ulikheter i elevenes besvarelser. Jeg så på løsningsrekkefølgen og sluttsvaret innen de tre ulike representasjonsformene oppgaven oppfordret elevene til å bruke. Ifølge Sfard (2011) må en norm være praktisert og støttet av flesteparten av deltakerne i klassefellesskapet hvis den skal kunne sies å være en etablert norm. Normen må også godkjennes av nesten alle deltakerne. Ved å se hvorvidt en elevs handlinger møter negative reaksjoner eller aksept fra de andre deltakerne, kan sosiomatematiske normer identifiseres (Yackel, Gravemeijer, & Sfard, 2011). For at den representative naturen skal fremtre i et begrenset datamateriale, hevder Park (2015) at en må kunne observere et liknende sosialt adferdsmønster i minst tre ulike undervisningssekvenser. En norm kan ifølge han også identifiseres gjennom lærerens eksplisitte utsagn.

Jeg har også analysert lærerintervjuet. Her så jeg etter hva læreren til elevene gav uttrykk for var de viktigste representasjonsformene, og om det kunne identifiseres noen sosiomatematiske normer som bygget opp under de løsningsvalgene elevene gjorde i casestudien. I lærerens beskrivelse av matematikkundervisningen og elevenes språkbruk, søker jeg svar på hvilke muligheter elevene har til å velge fritt mellom ulike representasjonsformer når de jobber med matematikk på skolen. I intervjuet spurte jeg noen spørsmål angående elevene med flere språk enn norsk, og hvilken rolle språket har i matematikklasserommet. Jeg ser på om det er en sammenheng mellom hva læreren sier om hvordan de arbeider til daglig i klassen, og elevenes bruk av språklige ressurser.

Jeg har valgt å dele datapresentasjon og dataanalyse inn i to kapittel. For å gi oversikt over datamateriale og innsikt i hvordan elevene arbeidet med oppgaven, presenterer jeg i kapittel 4 eksempler fra elevenes diskusjoner og skriftlige besvarelser, samt intervju med matematikk-læreren. I kapittel 5 vil utdrag fra datamaterialet bli analysert. Grunnen til at jeg har valgt å dele det opp i to kapittel er for å sikre transparens knyttet til datamaterialet og konteksten rundt, før jeg går mer inn og analyserer enkeltytringer. I presentasjonskapittelet blir ikke datamaterialet tolket, men bare presentert. Tolkningen blir gjort i analysekapittelet.

3.5 Oppgavens validitet og reliabilitet

Validitet og *reliabilitet* er begreper som blir brukt for å beskrive et forskningsprosjekts gyldighet og pålitelighet (Kvale & Brinkmann, 2017). Ifølge Thagaard (2018) handler validitet om gyldigheten av de ulike tolkningene som forskeren kommer frem til, om forskningsprosjektet har undersøkt det som skulle undersøkes, og hvor gyldige funnene er i forhold til problemstillingen. Det rettes også et særlig blikk på prosjektets metode, og hvor egnet metoden er for det aktuelle forskningsprosjektet. I dette forskningsprosjektet har hensikten vært å undersøke hvordan elever anvender og veksler mellom ulike språkregistre i matematikk, og i tillegg identifisere sosiomatematiske normer som kan virke inn på elevenes valg av registre. For å vurdere prosjektets validitet, må en derfor se om metoden i oppgaven gir mulighet til å undersøke dette.

For å kunne undersøke hvordan elever veksler mellom ulike registre og bruker språket sitt når de diskuterer og svarer på oppgaver i matematikk, må en først og fremst skape en situasjon hvor elevene har mulighet til å gjøre nettopp dette. Ved å gi elevene en modelleringsoppgave som la til rette for både matematikk (i form av et presentert matematisk problem basert på pris), diskusjon (i form av parvist arbeid og argumentasjon), registerveksling (prosessen for å komme fremt til en felles forståelse av oppgaveteksten, samt friheten til å velge egne løsningsstrategier), og bruk av flere representasjonsformer (i form av de tre disponible kolonnene på oppgavearket), skapte vi en slik situasjon. Videre ble elevenes diskusjoner og skriftlige arbeid (som beskrevet i kapittel 3.2) nøye dokumentert gjennom lydopptak, observasjon og innsamling av alle oppgave- og kladdeark. Siden vi observerte og tok lydopptak av én og én gruppe, fikk vi et godt overblikk over hvert enkelt hendelsesforløp, samt opptak med god lydkvalitet som vi enkelt kunne transkribere. På denne måten kunne vi i ettertid analysere arbeidsprosessen til elevene med en nøyaktig gjengivelse av hva elevene hadde sagt og gjort.

Det vil være vanskelig å si noe om de sosiomatematiske normene i en elevgruppe når en som forsker bare er sammen med elevene i en kort periode. For å styrke validiteten på datamaterialet valgte jeg derfor å supplere med å intervjue elevenes matematikklærer. Jeg gjennomførte observasjonen før jeg holdt intervjuet, og dette gav meg grunnlag til å legge til noen spørsmål for å oppklare de inntrykkene jeg satt igjen med. Læreren som ble intervjuet var ikke til stede da vi gjennomførte opplegget med modelleringsoppgaven, og hadde derfor ikke kjennskap til hva jeg hadde observert der. Svarene kunne således ikke farges av det som hadde skjedd i modelleringsaktiviteten, men måtte baseres på lærerens egne generelle erfaringer. Slik fikk jeg to uavhengige innblikk i elevenes arbeidsmønster. Ved å ta utgangspunkt i Predigers (2016) modell, og bruke hennes begreper i analysen, fikk jeg hjelp til å beskrive og identifisere de ulike kvalitetene i elevenes matematiske språk med en faglig begrunnelse.

Reliabilitet har ifølge Kvale & Brinkmann (2017) med forskningsresultatenes konsistens og troverdighet å gjøre. Thagaard (2018) skriver at reliabiliteten i kvantitative studier henvises til om forskningsmetoden kan gjennomføres flere ganger og fremdeles gi det samme resultatet. I kvalitativ forskning derimot, vil det ikke være like enkelt å reprodusere prosjektet ved videre forskning, da resultatene vil være sterkt påvirket av personene som deltar i studien (Thagaard, 2018). Ettersom det er vanskelig å etterprøve kvalitativ forskning, vil transparens rundt metodene som er brukt være viktig for å styrke prosjektets reliabilitet (Silvermann, 2014, gjengitt i Thagaard, 2018). For å styrke denne oppgavens reliabilitet, har jeg derfor lagt vekt på å gi detaljerte beskrivelser av forberedelsene og gjennomføringen av datainnsamling, bakgrunnen for de valgene som er tatt, informasjon og transparens rundt utvalget av informanter, og hvordan datamaterialet ble behandlet og analysert i ettertid.

Denne studiens forskningsresultater er påvirket av elevenes personligheter, forholdet deres til samarbeidspartneren, deres forståelse av matematikkens dype strukturer, og ikke minst hver enkeltes personlige erfaringer og individuelle språkreferanser. Sosiomatematiske normer etableres innad i et lukket sosialt fellesskap, og vil variere i ulik grad fra klasse til klasse. Samlet sett vil alt dette være vanskelig å gjenskape i et annet forskningsprosjekt.

Selv om en i et fremtidig prosjekt bruker de samme forskningsmetodene, vil en med andre elever kunne få resultater som er annerledes enn de som blir presentert her. Overførbarheten i en kvalitativ studie vil alltid være preget av informantenes påvirkning på funnene. Derimot vil denne oppgavens grundige beskrivelse av hva som er blitt gjort, og begrunnelsene for de valgene som er tatt, gjøre det mulig for andre å ta i bruk ulike deler og aspekter av studien. De som leser denne oppgaven kan selv vurdere hvordan, og i hvilken grad metoden og resultatene mine i denne studien kan brukes eller overføres til ens egen undervisningspraksis.

3.6 ETISKE HENSYN

Denne studien innebar lydopptak og observasjon av elever, samt lydopptak av elevenes matematikklærer. På bakgrunn av de mediene som er brukt til datainnsamlingen, er prosjektet gjennom LATACME (det overordnede forskningsprosjektet som denne studien er en del av) meldt inn til og godkjent av Norsk Senter for Forskningsdata (NSD). Datamaterialet som er brukt i denne oppgaven er anonymisert, og personlige opplysninger er avidentifisert. Datamaterialet er, med samtykke fra informantene og deres foresatte, blitt behandlet og oppbevart i HVL sin sikrede forskningsserver hvor kun deltakere i prosjektgruppen vil ha innsyn og tilgang. LATACME-prosjektet skal etter planen avsluttes 31.12.2023, og alle opptak vil bli slettet når prosjektet avsluttes (NESH, punkt 11, 2016, s. 18).

Underveis i forskningen har jeg prøvd å ta hensyn til de etiske dilemmaene som kan oppstå. I informasjonsskrivet (se vedlegg 3: informasjonsskriv til elever og foresatte; vedlegg 4: informasjonsskriv til lærer) ble informantene informert om at det var frivillig å delta i forskningen, og at de kunne trekke seg når som helst. Både i informasjonsskrivet og før casestudien og intervjuet startet, fikk informantene og elevenes foresatte informasjon om forskningen, og hvilke følger deltakelsen kunne ha. De hadde også mulighet til å stille spørsmål om det var noe de lurte på (NESH, punkt 8, 2016, s.14-15). Siden det har vært barn med i studien valgte vi å gjenta informasjonen om prosjekt og deltakelse muntlig og på et tilpasset nivå før vi satte i gang med lydopptak og observasjon. Barna fikk stille egne spørsmål, og ble påminnet om at deltakelsen var helt frivillig (NESH, punkt 14, 2016, s. 20). Vi gjennomførte ikke opplegget i full klasse, og det ble kun gjort opptak av de elevene som selv ønsket å delta.

Vi valgte å konstruere en egen modelleringsoppgave som utgangspunkt for diskusjon, fordi vi ønsket at elevene skulle ha kjennskap til konteksten og følgelig bli mer personlig motivert til å løse problemet. For å unngå brudd på personvern og de forskningsetiske retningslinjene, måtte vi finne et tema som var nært for elevene, samtidig som det ikke var så smalt at elevgruppen og skolen kunne gjenkjennes. At valget av kontekst falt på Fløibanen kom vi frem til siden Fløibanen er et kjent transportmiddel som de fleste skolebarna i Bergen er godt fortrolige med, uavhengig av hvor i kommunen de bor. Alle de elevene som var med i undersøkelsen hadde besøkt og reist med Fløibanen flere ganger tidligere, og de hadde dermed god kjennskap til dette stedet.

For å holde elevene mer anonyme i oppgaven, blir alle presentert som «han», uavhengig av om de er jenter eller gutter. Læreren presenteres også som «han».

I dette kapittelet har jeg forklart hvordan jeg har forberedt og gjennomført en casestudie og et intervju for å kunne se hvordan elevene anvender og veksler mellom ulike registre når de snakker om og arbeider med matematikk. Jeg har skildret prosessen jeg har vært gjennom fra problemstilling til analyse, og argumentert for de valgene jeg har tatt underveis.

4. PRESENTASJON AV DATA

I dette kapittelet vil jeg synliggjøre elevenes arbeidsprosess ved å presentere utdrag fra én av de fire gruppenes parvise diskusjon, og de påfølgende skriftlige besvarelsene som de har skreve ned på oppgavearket individuelt. I tilfeller hvor denne elevgruppens fremgangsmåte ikke er representativ for resten, og de andre gruppene har valgt ulike strategier, vil dette bemerkes og eksemplifiseres. Utdragene vil bli gjengitt gjennom direkte sitat og presentert i sammenheng med konteksten. Enkeltutsagn fremheves ikke her, da det er noe jeg vil gjøre når jeg analyserer datamaterialet ut ifra Predigers (2016) modell i det påfølgende kapittelet; 5. Analyse av data.

Som nevn tidligere er elevene anonymisert og vil i presentasjonen og analysen derfor fremstilles nummerert fra 1-8. Selv om informantgruppen bestod av både jenter og gutter, vil hver av de åtte elevene for enkelthets skyld bli benevnt som «han».

Jeg presenterer også utsagnene som matematikklæreren kom med i intervjuet som er relevante for denne oppgavens problemstilling. Utsagnene blir gjengitt i form av direkte sitat og meningstetting.

4.1 PRESENTASJON AV ELEVENES SVAR PÅ MODELLERINGSOPPGAVENS DEL A

I den første delen av oppgaven skulle elevene diskutere de ulike reparatøralternativene med hverandre og begrunne hvorfor de mente det ene alternativet kunne være bedre enn det andre (se vedlegg 1: Fløibanen med tekniske problemer - oppgaveark). Alle gruppene begynte med å lese gjennom oppgaveteksten. Tre av de fire gruppene leste annethvert avsnitt høyt for hverandre. På en av gruppene leste elevene stille, hver for seg.

Innledningsvis i diskusjonen:

Gruppene brukte først litt tid på å komme frem til en felles oppfatning av hva oppgaveteksten ba dem om å gjøre. De gikk tilbake til oppgaveteksten og leste enkelte deler. E1 & E2 sin gruppe hoppet over denne delen, og begynte rett på argumenteringen.

E4: Okay. Diskuter de ulike alternativene. Hvilke mener dere er det beste og hvorfor (leser oppgaveteksten høyt) Vent, hæ?

E3: Ehm. Hvilken av de er billigst.

E4: Åja, hvilken av de folka er billigst?

E3: Ja, de to her (peker). Kanskje vi burde begynne å kladde?

E4: Ja. I mean. Hvis de kan miste fem millioner kroner ved å vente fire uker? Og betaler tohundre tusen kroner for et slikt oppdrag. I tillegg til reiseutgifter på titusen tohundre kroner. Det blir tohundre og ti tusen kroner.

E3: Men hvorfor står det alternativer? Vent da, det …

E4: Men det står innen to uker her. Vent. Okay, så innen fire uker så blir det …

E3: … fem millioner.

E4: Og da blir det to komma fem?

E3: ja.

Midtveis i diskusjonen:

Gruppene regnet ut utgiftene det ville koste å leie inn Rodrigo som reparatør. De regnet med tallene som de fant i selve teksten, ikke de tallene som stod i informasjonsboksen med billettpriser. Samtidig som de diskuterte benyttet flere av gruppene seg av kladdeark for å regne seg frem til svaret. Ingen av gruppene regnet ut en egen pris på hva det ville koste å bruke reparatøren fra kommunen. De tok utgangspunkt i utgiften Fløibanesjefen hadde estimert, som var fem millioner kroner.

E4: Okay, to komma fem pluss tohundre og ti tusen? Hva er det for noe? To komma fem millioner pluss tohundre og ti tusen …

E3: Okay, det er seks nuller i en million, ikke sant?

E4: Ja.

E3: Ja.

E4: Da blir det to komma fem …

E3: Hvis at jeg skriver feil nå så er det litt trist. Pluss? … hvor mye var det?

E4: Tohundre og ti tusen kroner. … Det er tre nuller i tusen.

I tillegg til å regne på prisen for å leie inn Rodrigo, inkluderte to av gruppene (E1&E2, E5&E6) argumenter basert på de praktiske konsekvensene det ville fått for passasjerene dersom Fløibanen måtte holde stengt over lengere tid.

E1: Okay så … Jeg tenker det å fly han Rodrigo er best, det koster bare 210 000.

E2: Men ...

E1: eller fem millioner liksom?

E2: Ja men også så er det jo sånn at hvis de hadde ventet så hadde de jo for det første tapt masse penger pluss at folk som skulle sånn på skolen og sånt trengte Fløibanen til å komme hjem eller dra på skolen og sånt.

E1: Ja.

E2: Ja, det hadde jo vært litt dumt for dem.

Avslutningsvis i diskusjonen:

Etter at gruppene hadde kommet frem til hva det ville kostet med de to alternativene, argumenterte de for hvilket alternativ de mente var det beste.

E4: Så da blir jo egentlig den …
E3: … Rodrigo.
E4: Ja, som blir billigere.
E3: Ja fordi han gjør det raskere.
E4: Mhm.
E3: Innen to uker selv om han vil ha betalt mer.
E4: Ehm
E3: Ja men det er jo Rodrigo som er enklest.
E4: Ja.

De samme gruppene som la vekt på praktiske konsekvenser, inkluderte også disse i sin oppsummerende argumentasjon.

E5: … Ja men jeg tror denne her nede er bedre (peker på Rodrigo-alternativet). Siden at han der som er en reparatør som tar 5000 kr, han er ikke tilgjengelig før om fire uker. Og innen fire uker kan de tape 5 millioner. Så det er bedre å tape 200 000 enn 5 millioner.

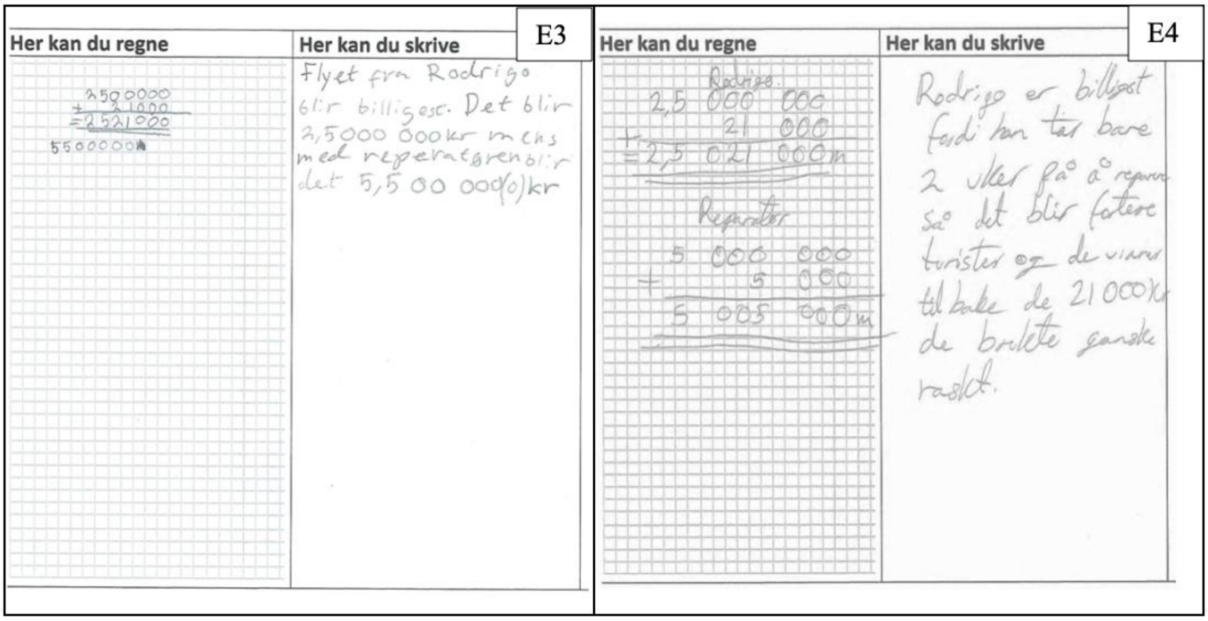
E6: Okay så, 200 000, ja jeg tror jeg mener det samme fordi når han bare kommer om fire uker så tar det veldig lang tid og så får de jo mindre, det er mindre barn og voksne som går på Fløibanen, så de mister jo masse … Jeg går jo på Fløibanen selv og det er veldig, jeg synes det er veldig lett å bruke Fløibanen når jeg skal til Fløyen enn å prøve å løpe hele veien til Fløyen

E5: Ja. Siden som du sa så er det veldig mange barn som går i barnehage der, så de trenger å bruke Fløyen.

4.2 PRESENTASJON AV ELEVENES SVAR PÅ MODELLERINGSOPPGAVENS DEL B

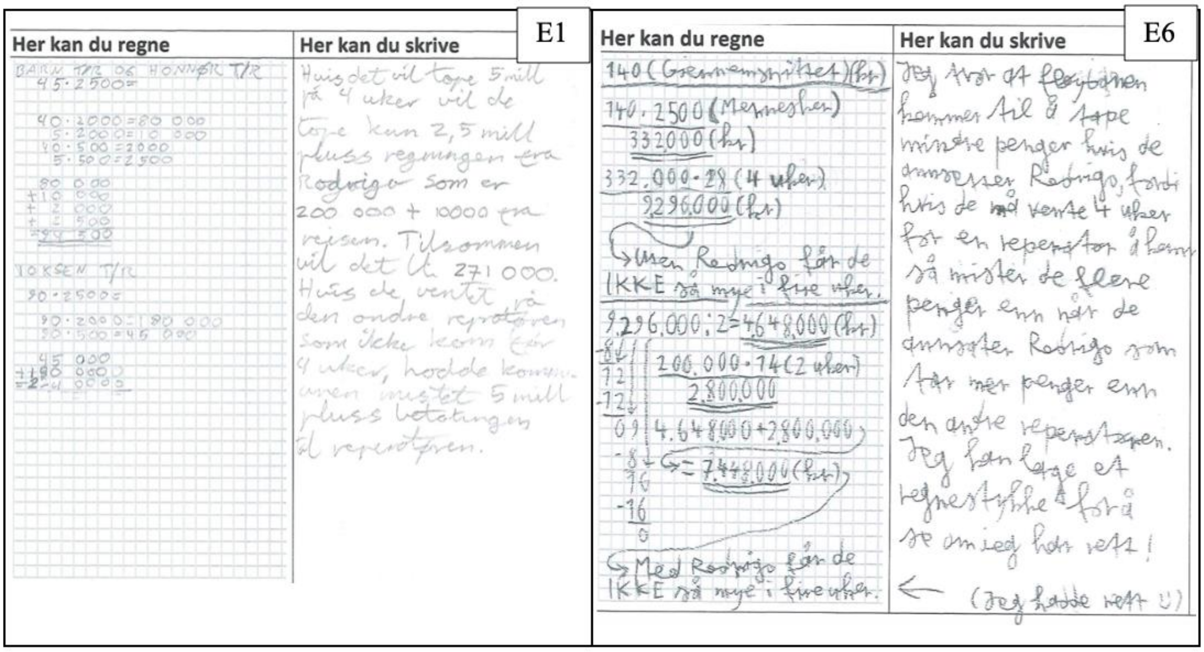
På del b av oppgaven skulle elevene svare individuelt på den samme problemstillingen ved å fylle ut i kolonnene (se vedlegg 1). De hadde på forhånd fått beskjed om at de stod fritt til å velge hvordan de ville utforme besvarelsen sin, og at de selv kunne velge om de ville fylle ut alle kolonnene eller ikke. Samtlige elever begynte med den midterste kolonnen hvor de skulle skrive en besvarelse ved å bruke tekst. Deretter gikk de over til regnekolonnen og satte opp regnestykker av tallsymboler.

Av de åtte elevene som deltok i studien brukte fem av dem de samme tallene som i den muntlige diskusjonen når de i denne individuelle delen av oppgaven skulle regnet i regnekolonnen. Det er en sammenheng mellom prisene disse elevene presenterer i både regne- og skrivekolonnen. Noen av elevene argumenterte kun basert på pris, mens andre inkluderte også argumenter basert på mulige konsekvenser for de reisende, i sine individuelle skriftlige besvarelser.



Figur 5: Regne- og skrivebesvarelse E3 og E4

Tre av de åtte (E1, E2, E6) brukte regnekolonnen til å regne med andre tall som de hentet fra prislisten i informasjonsboksen. Bare E6 har et felles svar i både regne-og skrivekolonnen.



Figur 6: Regne- og skrivebesvarelse E1 og E6

Tegning

Av de åtte elevene som deltok i studien fylte halvparten ut tegnekolonnen. To av dem tegnet på eget initiativ, og to av dem tegnet først etter at de hadde henvendt seg til meg og spurt meg om jeg ønsket at de helst skulle gjøre det.

E8: Ferdig! Også tegnet jeg en rar tegning av Rodrigo, han der duden fra Portugal som har fått afro. Jeg vet ikke hvorfor jeg trodde at han hadde det.

E7: Jeg vet ikke helt hva jeg skal tegne …

E8: Tegn Rodrigo-mannen.

E7: Nei, nei, det går bra. Jeg bare tegner en enkel tegning jeg.

Selv om dette også var tenkt å være et individuelt arbeid, begynte elevene å snakke vanlig med hverandre og se på hverandres arbeid da de tegnet.

E8: Er dette Rødhette?

E7: Rødhette?

E8: Nei vent. Hva var det hun het nå igjen. Årh jeg husker ikke.

E7: Jo det er Rødhette og Blåmann. Det er lenge siden jeg har tatt Fløibanen, så jeg har ikke peiling.

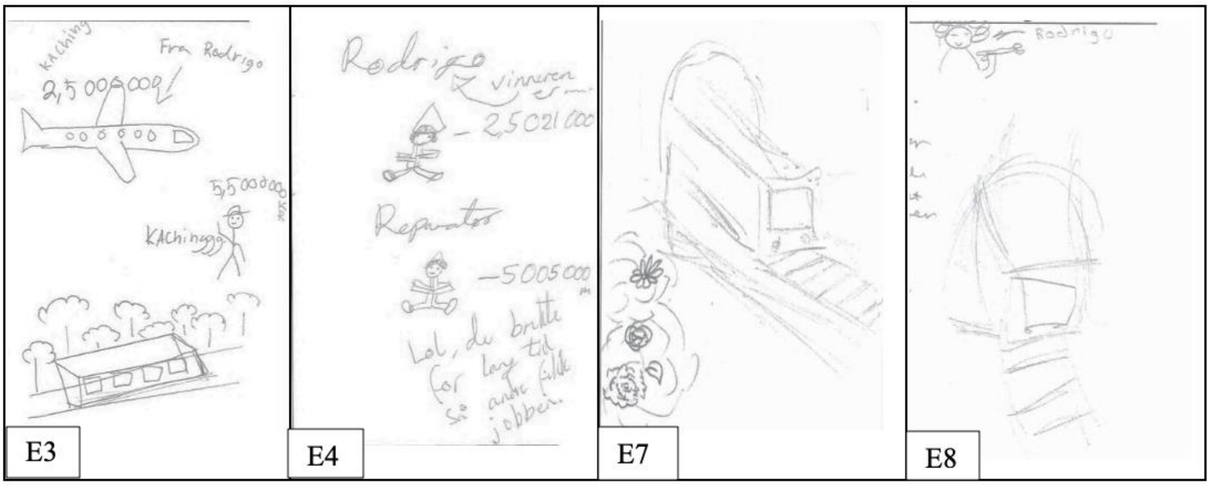
E8: Ja veldig lenge siden. Det ser ut som jeg tegner et tog, men okay.

E7: Det går fint.

E8: Jeg kan ikke tegne, så jeg bare hermer ette deg.

E7: Dette gikk ikke helt som jeg hadde tenkt, men okay. Selv om roser ikke vokser i busker så tegner jeg det likevel.

E8: Vet du hva. Jeg gidder ikke å tegne mer.



Figur 7: Elevenes tegnebesvarelser

Alle tegningene var illustrasjoner av Fløibanen. To av elevene føyde til tall i sine tegninger uten at det hadde betydning for oppgaveløsningen.

4.3 LÆRERINTERVJUET

Jeg spurte læreren hvordan han og klassen jobber for å oppnå en variert matematikk-undervisning, og hvilke representasjonsformer de benytter seg av i undervisningen.

Læreren svarte:

> Slik vi jobber i vår klasse, så synes jeg at vi vanligvis jobber ganske variert. Vi bruker mange representasjonsformer, både visuelt og når vi snakker sammen i klassen. Vi bruker nok ikke så veldig mye konkreter. Det er heller sånn at vi bruker tallinjer og sånt for eksempel. Matematikken varierer jo hele tiden alt etter hvilket tema vi holder på med selvfølgelig, men jeg er opptatt av at vi snakker om hva ulike tegn betyr.

Jeg spurter hvorfor de sjeldent bruker konkreter, og læreren svarte:

> Jeg tror det er mer hyppig brukt på småtrinnet. Eller, da er dem i alle fall mye mer opptatt av det å få inn forståelsen for mengde. Jeg vil tro de som underviser på småtrinnet ser på dette på mange flere forskjellige måter enn det vi gjør nå som elevene går i syvende. Og jeg tenker jo at for de elevene som jeg har så er det mer viktig at de forstår hva en brøkstrek betyr, for eksempel. At de ikke bare ser på det som en brøk, men at de vet hva symbolene betyr. Slike ting jobber vi en del med. Men det er jo klart at vi varierer hele tiden, og det er jo viktig at de får forståelse for og at de har tallforståelse. Det er jo det viktigste.
>
> Jeg tror og føler at det med konkreter, det bruker en kanskje mest med de elevene som sliter litt mer med å forstå matematikken. For hvis vi skal gjøre et gangestykke nå så bruker vi ikke konkreter. Det gjorde vi kanskje tidligere. Vi visualiserte med at de hadde noe fysisk foran seg. Nå visualiserer vi det gjerne på en tallinje, tavle eller bare muntlig.

Læreren fortalte at klassen arbeider variert med matematikk og at han er opptatt av å visualisere og snakke med elevene om hva ulike symboler betyr. De bruker lite konkretiseringsmateriale med mindre det er tilfeller hvor enkeltelever trenger dette for ekstra støtte. Nå som elevene har blitt såpass store har læreren generelt et større fokus på de grafiske og symbolske representasjonene.

Jeg spurte læreren hvilke muligheter elevene vanligvis har til selv å velge representasjonsformer når de løser oppgaver.

> Dette føler jeg har blitt litt forandret den siste tiden. Før var det mer sånn at de skulle følge standardiserte algoritme. Men inntrykket jeg har nå i alle fall, er at det er mer løst opp, og at så lenge de kan forklare og kan vise hvordan de kom frem til svaret, så er det greit. Men som lærer er jeg jo også opptatt av å lære dem de standardiserte algoritmene

> med multiplikasjon og divisjon, og addisjon og subtraksjon. Sånn at de har det også inne. Så får de jo velge. Jeg føler at de som gjerne er litt utrygge velger mer å støtte seg til for eksempel rutenett, eller bruker tallinje. Mens de som er komt litt videre og er tryggere, for eksempel på oppstilt multiplikasjon, de klarer å gjøre det etter den vanlige standardiserte algoritmen.

Jeg spurte læreren om han erfarer at elevene som skriver algoritmisk «riktig» synes det er utfordrende hvis de for eksempel blir bedt om å visualisere og tegne svaret i stedet for å svare på oppgavene med tall.

> Nei. De klarer å tegne det. Altså, de som kan regne det ut klarer å tegne det også. Men det synes de blir bortkastet tid. De kan si sånt som «må vi gjøre det? Kan vi ikke bare skrive?» De vil som oftest komme hurtig i mål. Bare regne ut og bli ferdige.

Læreren mener elever har et friere spillerom nå enn før når det gjelder deres mulighet til å velge mellom ulike representasjoner når de jobber med matematikk. Han er likevel opptatt av at elevene skal lære standardalgoritmer, og han opplever at elevene ofte velger å benytte seg av disse da de er mer effektive.

Videre snakket vi litt generelt om språkbruken i klassen. Læreren fortalte at han er opptatt av å bruke et faglig og presist språk når han innfører nye tema og matematiske begrep.

> Jeg prøver i alle fall selv å bruke faglig språk. Når vi for eksempel har om sektordiagram, så snakker vi ikke om kakestykker eller pizzastykker. Jeg tenker det er viktig, og jeg føler at elevene kanskje har vært litt opplært i at de bruker kakestykker og slikt. Det føler jeg blir et altfor hverdagslig språk. Vi kan bruke det til å hente inn førforståelse, men jeg tenker uansett at det er viktig at de kan det faglige også. At de prøver å bruke litt faglige begreper når de snakker og skriver. Det varierer fra elev til elev hvordan de bruker fagspråket. Noen er veldig flinke, og uttrykker seg presist. Mens andre bruker mer helt sånn vanlig hverdagsspråk. Det er veldig forskjellig fra elev til elev.

På spørsmålet om han opplever noe forskjell på de muntlige og de skriftlige elevbesvarelsene svarte læreren:

> Det henger ofte litt sammen. De som behersker det [faglige språket] på en måte, de fører også mer standardisert, enn de som ikke klarer å bruke det. De som bruker mye hverdagsspråk, de fører også veldig lite. Kanskje bare svaret, og ikke utregningen. De viser ikke fremgangsmåte, hva de har tenkt eller hva de har gjort. Dette viser de lite skriftlig. De tar alt dette muntlig.
>
> Elevene jobber også mye sammen to og to med læringspartnere. Da jobber de med oppgaver, både i boken og med oppgaver som de lager selv. Noen ganger har vi større

> og mer åpne oppgaver, men som oftest, og i hvert fall når vi har innlæring av nytt stoff så bruker vi gjerne mest bok og følger oppskrifter. Vi prøver ofte å sette sammen elevene med en læringspartner som er på samme nivå, slik at det ikke alltid blir en som må dra den andre. Da kan de heller løfte hverandre sammen. Og da ser jeg jo at de som har god forståelse, de kommer dypere inn i det enn de som ikke har forståelse, eller ikke har så *dyp* forståelse. Der er det mer overfladisk. Og da bruker de hverdagsspråk, som gjør det vanskelig å få ting ned på papiret.

Elevene er vant til å jobbe mye sammen i par, og læreren er opptatt av at de får jobbe med andre som er på et tilnærmet likt faglig nivå. Læreren nevnte også at han ofte opplever en sammenheng mellom det muntlige og det skriftlige arbeidet til elevene. De som har en «overfladisk» måte å snakke om matematikken på, sliter ofte også med å tydeliggjøre og utdype resonnementene sine i skriftlig form.

På spørsmålet om hvilken rolle han mener de flerspråklige elevenes hjemmespråk kan ha i undervisningen, svarte han:

> Nei jeg vet ikke om det har så mye rolle egentlig. For noen er det jo et hinder, ikke sant. De hører noe her på skolen, og så blir det vanskelig hvis de trenger hjelp hjemme. For der viser de det kanskje på en annen måte, og så kan de bli forvirret. Men for andre igjen så er ikke det noe problem.

Jeg fulgte opp med å spørre om han kunne se noe positivt med det å ha flere språk i klassen.

> Ja, altså, de vil jo gjerne kunne få problemet presentert med flere ulike innfallsvinkler. Så det kan jo være bra. Men for andre kan det virke forvirrende. Det kommer litt an på den enkelte eleven. Altså. Ingen av dem [som var med i casestudien] bruker jo norsk hjemme. Så de får jo gjerne litt forskjellige språk rundt seg. De bruker kanskje algoritmer som ikke er vanlige i Norge, og de får selvsagt lov til å bruke det som er naturlig for dem. Så lenge de forstår det de gjør, og at de gjør det riktig, da selvsagt. At det ikke blir direkte feil. Vi kan jo ikke sette oss inn i alle språkene, men vi spør jo hvordan de tenker, og hvorfor de har gjort som de har gjort. Det gjør vi med alle elevene, men jeg undersøker ikke hva hver enkelt gjør hjemme og sånt.

Læreren nevner at de elevene som kan flere språk gjerne også vil ha tilgang på flere innfallsvinkler til matematikken. På skolen får elevene bruke de ressursene de har til rådighet, så lenge fremgangsmåten de bruker ikke er direkte feil.

5. ANALYSE AV DATA

For å svare på den første delen av problemstillingen min, om hvordan elever anvender og veksler mellom ulike registre når de diskuterer og arbeider med en modelleringsoppgave i matematikk, vil jeg her presentere analyserer der jeg har valgt å ta utgangspunkt i de tre språklige registrene som Prediger (2016) presenterer i sin modell; hverdagsspråk, skolespråk og teknisk språk. Innad i disse registrene ser jeg også på elevenes bruk av hjemmespråk.

Siden språkregistrene, slik de defineres av Prediger (2016) beskriver ytringers grad av eksplisitet og faglige presisjon, og ikke hvilken språkgruppe ytringen fremstilles på, vil bruken av hjemmespråk potensielt kunne forekomme innen alle de nevnte registrene. Det tas utgangspunkt i noen av samtalesekvensene og de skriftlige elevbesvarelsene fra det innsamlede datamaterialet. Jeg har strukturert kapittelet i fire kategorier, hvor jeg i de tre første ser på elevenes anvendelse og veksling mellom språkregistrene når de 1. baserer argumentene sine på pris, 2. inkluderer argumenter basert på egne erfaringer, og 3. regner med store tall.

Del to av problemstillingen som omhandler hvilke sosiomatematiske normer som kan identifiseres, og hvordan disse kan virke inn på elevenes valg ar registre, vil tas opp i alle de fire kategoriene, men de vil tillegges størst vekt i kategori fire, hvor elevenes fremgangsmåte analyseres. Normene identifiseres ved å se hvordan elevene snakker om modelleringsoppgaven, hvordan de velger å svare på den, og hvordan de bruker hverandres innspill i sine egne besvarelser. For å styrke validiteten vil jeg se analysene av elevløsningene og intervjuet av matematikklæreren i sammenheng.

Jeg har markert ytringer i hverdagsspråkregisteret med grønt. De som hører til i skolespråkregisteret er markert med rødt, og de jeg har identifisert som en del av det tekniske språkregisteret er markert med gult. Da det tekniske registeret ofte består av enkeltord, og de andre registrene består av lengre fraser, vil tekniske ord noen ganger markeres med gult inne i en lengre fraser markert med rødt eller grønt. For å skille mellom bruk av hjemmespråk og undervisningsspråk, har jeg markert innslag av hjemmespråk med grått.

Det er ikke et fast mønster i hvordan elevene beveger seg mellom registrene. For at det skal gi bedre sammenheng og mening har jeg valgt å la strukturer i analysen følge elevenes bruk av registre i hvert enkelt utdrag. Rekkefølgen på hvilket språkregister som analyseres først, vil derfor variere.

Hver av de fem kategoriene avsluttes med noen oppsummerende kommentarer.

5.1 ARGUMENTASJON BASERT PÅ PRIS

Siden oppgaveteksten ber elevene om å finne det *beste* alternativet, trenger ikke argumentasjonen i denne oppgaven nødvendigvis kun å basere seg på det alternativet som gir Fløibanen de laveste utgiftene. Elevene stod fritt til å trekke inn andre argumenter også, men selv om det ikke eksplisitt nevnes i oppgaven, har alle de åtte elevene valgt å inkludere prisen som et avgjørende argument for hvilket av de to alternativene som vil være det beste. I den muntlige diskusjonsdelen av oppgaven valgte to av de tilsammen fire elevparene (E3 & E4, og E7 & E8) å argumentere utelukkende basert på hvilket av de to alternativene som ble billigst.

Dette første utdraget er hentet fra helt i oppstarten av E3 og E4 sin diskusjon. De har lest gjennom hele oppgaveteksten én gang, og er nå i gang med å tolke det første spørsmålet.

E4:	Okay. Diskuter de ulike alternativene. Hvilke mener dere er det beste og hvorfor. (Leser oppgaveteksten høyt) Vent, hæ?
E3:	Ehm. Hvilken av de er billigst.
E4:	Åja, hvilken av de folka er billigst?
E3:	Ja, de to her (peker). Kanskje vi burde begynne å kladde?

Skolespråkregister: E4 gjentar ordlyden i oppgaveteksten som er preget av et skolespråklig register kjennetegnet av at teksten er formulert på en eksplisitt måte, og elevene bes om å diskutere og ta stilling til et matematisk problem.

Teknisk språkregister: Jeg finner flere innslag av det tekniske språkregisteret i den delen av oppgaveteksten som E4 gjengir her. «Alternativene» er et veldig sentralt ord for oppgaveløsningen. Dette ordet viser til at det i oppgaven er snakk om mer enn én mulig måte Fløibanens tekniske problem kan løses på. I tillegg sees ordet «det beste» som del av et teknisk register da det er et relasjonsord som refererer til at en skal finne hva som er best av flere mulige alternativ. Å forstå disse tekniske ordene har stor betydning for at en skal kunne forstå oppgaveteksten og det matematiske problemet som blir presentert.

Hverdagslig språkregister: E4 gir klart uttrykk for at han ikke forstår hva som skal gjøres etter å ha lest gjennom oppgaveteksten når han utbryter «vent, hæ?». E3 svarer på E4s usikkerhet med å gjenta litt av setningen og oversette «det beste» til «billigste». Billigste kan her sees på som en hverdagslig omformulering av «det beste» men det kan også sees som del av det tekniske registeret, da dette også er et relasjonsord der noe skal sammenlignes. Videre oversetter E4 «alternativer» til «folka. Dette kan være en konkretisering av «alternativene» som henspiller på de ulike reparatørene. Ved å bruke «folka» er alternativene forenklet og sterkt knyttet til konteksten som oppgaven er hentet fra. E3 følger opp med å peke i oppgaveteksten og viser «de to her», en kontekstavhengig formulering som viser til noe som er visuelt tilgjengelig for de to elevene der og da.

Bevegelse mellom de ulike registrene: I dette utdraget beveger de to elevene seg mellom både skolespråkregisteret, det hverdagslige språkregisteret og det tekniske språkregisteret. De oversetter ord fra det tekniske språkregisteret og erstatter dem med mer hverdagslige formuleringer når de tilsynelatende prøver å få en oversikt over hva oppgaveteksten ber dem om å gjøre. Registervekslingen og oversettelsene de foretar fører i dette tilfellet til at innholdet blir noe forenklet. Dette gjenspeiles i neste utdrag hvor det samme elevparet fortsetter sin diskusjon, og hvor intensjonen nå er å finne ut hvilke av «folka» som er «billigst».

E4:	Ja. I mean. Hvis de kan miste fem millioner kroner ved å vente fire uker? Og betaler tohundre tusen kroner for et slikt oppdrag. I tillegg til reiseutgifter på titusen. Da blir det tohundre og ti tusen kroner.
E3:	Men hvorfor står det alternativer? Vent da, det …
E4:	Men det står innen to uker her (peker). Vent. Okay, så innen fire uker så blir det …
E3:	… fem millioner.
E4:	Og da blir det to komma fem?
E3:	ja.
E4:	Okay, to komma fem pluss to hundre og ti tusen.

Her er ett av få innslag der elevparets felles hjemmespråk, engelsk er i bruk. E4 bruker «I mean» i stedet for «jeg mener». Innslaget av hjemmespråket virker ikke å ha noe særegen betydning for forståelsen i denne sammenheng, og det er heller ikke uvanlig at også personer med norsk som sitt hjemmespråk av og til benytter seg av slang og integrerer engelske låneord og uttrykk som en naturlig del av språket sitt.

Skolespråkregister: E4 gjengir deler av ordlyden i oppgaveteksten, som også her er preget av et skolespråklig register, da den tar for seg de økonomiske konsekvensene det vil få å velge det ene av to mulige løsninger på oppgavens matematiske problem. Videre legger E4 frem et svar som han tilsynelatende har kommet frem til ved å addere de to nevnte summene i hodet, og i slutten av utdraget presenterer han et regnestykke. Både svaret og regnestykket er formulert på et faglig og konsist språk som må kategoriseres innen det skolespråklige registeret, men det kommer ikke frem av elevenes samtale hva de to komma fem millionene representerer.

Teknisk språkregister: I dette utdraget er det i hovedsak to viktige ord innen det tekniske språkregisteret som påvirker det matematiske problemet i oppgaven. «I tillegg til» kobler sammen de to summene en må betale for å få Rodrigo til å komme og fikse problemet. Siden E4 velger å legge ekstra trykk på akkurat dette uttrykket, kan det se ut for at han forstår at dette er et viktig ord som har noe å si for totalsummen ved å velge Rodrigoalternativet. I tillegg velger E4 å legge ekstra trykk på «innen to uker» og «innen fire uker». Disse frasene har også stor betydning, og kan på sett og vis sies å være avgjørende for å forstå oppgavens dilemma, da ukesforskjellen er det elementet i oppgaven som oppfordrer elevene til å regne.

Hverdagslig språkregister: Det at E4 velger å bytte ut «å tape» (som er brukt i oppgaveteksten) med «å miste» kan sees på som en hverdagslig omformulering. Eleven viser at han har forstått at de fem millionene det er snakk om, på et eller annet vis kan forsvinne hvis de må vente i fire uker.

E3 viser at han ikke henger med i E4s resonnement da han etter å ha hørt medelevens forklaring fortsatt lurer på «hvorfor står det alternativer?» Først kommer det ikke tydelig frem av E4s muntlige formuleringer at det er snakk om to ulike alternativer. Store deler av oppgaveteksten gjengis ikke, og fragmenter av konteksten ser ut til å forsvinne. I det første utdrag snakket elevene utelukkende om «*folka*» som de to alternativene. Nå refererer ikke «*alternativene*» lenger bare til de nevnte folkene, men også til to ulike tidsperioder og to priser. Rodrigo nevnes ikke eksplisitt og han omtales som «et slikt oppdrag» Det kan virke som om de tidligere oversettelsene fra det tekniske språkregisteret til det mer hverdagslige språkregisteret nå skaper usikkerhet hos E3.

Bevegelse mellom de ulike registrene: Også her er elevene innom og anvender alle de tre språkregistrene. E4 beveger seg veldig kort innom et hverdagslig hjemmespråk, tilsynelatende uten betydning for forståelsen. Videre resonnerer han ved å gjengi deler av oppgaveteksten i et skolespråklig register, men formidler bare bruddstykker av teksten muntlig. E3 gir da uttrykk for at han er forvirret. Ved å kun gjengi utvalgte deler av den skolespråklige oppgave-formuleringen, forsvinner litt av konteksten. Hovedpoenget om at det er snakk om to mulige løsningsalternativer blir dermed mindre tydelig. Samtidig vil den hverdagslige forenklingen av «alternativer» som de kom frem til i fellesskap i forrige utdrag kunne ha noe av skylden for at E3 utrykker usikkerhet.

Her virker registervekslingen å bidra til avdekking av mulige misforståelser. Resonnementene som E4 gjør innen skolespråkregisteret virker ikke konkrete nok til at E3 klarer å holde følge.

For å rydde opp i forvirringen og tydeliggjøre problemet de skal løse, velger E4 å gå over til et mer hverdagslig register og gir støtte i form av kroppsspråk og fysisk peking på oppgavearket. I tillegg til å senke tempoet, uthever han også betydningsfulle tekniske uttrykk som «i tillegg til» og «innen to/fire uker». De tekniske ordene som E4 legger vekt på, tydeliggjør igjen at det er snakk om to ulike alternativer. Ved å peke på de to alternativene, konkretiseres problemet, og elevene gir grobunn (eller mulighet) for en felles forståelse av hva oppgaven ber om. Vekslingen mellom registrene viser seg å være viktig for å tolke oppgaven og gir elevene en mulighet for oppklaring av hva oppgaven sier de skal gjøre.

Det neste utdraget er fra et annet par, E7 og E8 sin oppstart av diskusjonen de hadde. I motsetning til den forrige gruppen begynner de rett på utregningen av kun det ene alternativet.

E7: Så … kommunen blir tilbudt en reparatør som tar fem tusen kroner for et slikt oppdrag, og …

E8: De venter fire og da mister de fem millioner.

E7: Okay, så da mister de basically fem millioner.

E8: Pluss de derre fem …

E7: … tusen som blir fem millioner …

E8: … og fem tusen, da.

Hverdagslig språkregister: Som hos det forrige elevparet, er det få innslag av hjemmespråk å spore i disse elevenes diskusjon. E7 bruker det engelske begrepet «basically» som på norsk kan oversettes til «i utgangspunktet» eller «med andre ord». Heller ikke her ser kodevekslingen ut til å ha noen innvirkning på forståelsen, og det kan sees på som en form for naturlig slang.

I likhet med E4 ovenfor, velger E8 å erstatte «tape» med det mer hverdagslige begrepet «miste». Han omformulerer oppgaveteksten hvor det står at Fløibanen «kan tape 5 millioner kr ved å vente i fire uker» og gjengir den med egne ord «de venter fire og da mister de fem millioner». I denne omformuleringen går tapet av de fem millionene over fra å være en tenkt mulighet til å bli en sikker konsekvens.

Teknisk språkregister: Selv om «å miste» kan sies å være en hverdagslig oversettelse av «å tape», kan begge disse ordene også sees på som en del av det tekniske språkregisteret. Dette er verb som her sier noe om de økonomiske konsekvensene det vil få for Fløibanen å velge det ene eller det andre reparatøralternativet. Språkrådet (www.sprakradet.no) skriver at ordene *miste* og *tape* ifølge Det Norske Akademis ordbok er synonymer i den først angitte betydningen, men at de i vanlig språkbruk i dag likevel ikke alltid vil kunne erstatte hverandre - det er her jeg mener de tekniske aspektene ved de to begrepene synliggjøres. Når betydningen er «å bli skilt ved (mot egen vilje)», ser det ut til at *miste* har blitt mer dominerende med tiden (*miste nøklene, jobben, synet, forstanden*), mens *tape* dominerer i tilfeller der meningen er å gå glipp av noe ved handel, spill e.l.

Hverken elev E4, E7 eller E8 sier noe om *hvorfor* Fløibanen kan miste fem millioner. De gir ikke uttrykk for at de ser en sammenheng mellom denne summen og fraværet av billettinntekter. I dag vil de fleste trolig oppfatte uttrykket «å miste penger» som at noen har lagt fra seg penger og ikke finner dem. «Å tape penger» vil helst oppfattes som at et eller annet har ført til at noens penger har blitt mindre verdt. Ved å addere summen med de fem tusen kronene som den kommunale reparatøren skal ha i honorar, viser elevene at de ikke ser på de fem millionene som en total utgiftsum. Siden elevene heller ikke kobler summen til et tenkt økonomisk tap grunnet de utestående billettinntektene, kan oversettelsen deres fra «å tape» til «å miste» indikere at de ser på de fem millionene som penger Fløibanen allerede har, og som de kan miste ved en tilfeldighet.

Bevegelse mellom de ulike registrene: I dette utdraget beveger elevene seg bort fra skolespråk-registeret og den formuleringen som er brukt i teksten. De omformulerer ordlyden til et mer hverdagslig språkregister, og denne endringen fører til at informasjonen de skal argumentere utfra endres. Det er ikke lenger snakk om noe som kan skje, men noe som kommer til å skje. Fløibanen kan ikke *muligens* tape de fem millionene, de mister dem med sikkerhet. Sammen med den hverdagslige oversettelsen av det tekniske begrepet «tape» som blir til «miste» virker det som om registervekslingen og endringene samlet sett fører til at summen de diskuterer distanseres fra det den opprinnelig var ment å referere til.

5.1.1 OPPSUMMERENDE KOMMENTAR

Før jeg går videre til neste kategori vil jeg kort oppsummere funnene jeg har gjort knyttet til elevenes anvendelse av registre i denne kategorien.

Elevenes hjemmespråk er veldig lite tatt i bruk, og undervisningsspråket er sterkt dominerende. I de få tilfellene hvor hjemmespråket kan identifiseres, forekommer det kun i form av enkelte ord, ikke hele setninger. Oversettelsen av disse enkeltordene virker ikke å ha betydning for elevenes forståelse, men minner mer om uformell og naturlig slang.

Elevenes oversettelse av tekniske ord bidrar til forenkling av oppgaveteksten, og kan i enkelte tilfeller virke til at oppgavens innhold endres noe. Det er ofte nettopp de tekniske begrepene elevene velger å bytte ut med mer hverdagslige formuleringer. Skolespråket tas hovedsakelig i bruk når elevene gjengir teksten. Det er få egne formuleringer som har såpass faglig presisjon allerede i diskusjonsdelen. Formuleringene blir mer eksplisitte når de skrives ned i oppgavens del b.

Elevene bruker hverandre aktivt i prosessen med å tolke hva oppgaven ber dem gjøre. De viser usikkerhet, og stiller spørsmål til hverandre når det er noe de ikke forstår. Dette samarbeidet åpner opp for at elevene må formulere seg mer presist gjennom bruk av hverdagsspråk, slik at det de ønsker å formidle også blir mer forståelig for medeleven.

Det at elevene deler ressonnement og aktivt bruker hverandre for å komme frem til en felles forståelse kan sees på som en sosiomatematisk norm. Læreren presiserer også i intervjuet at elevene arbeider mye sammen med læringsvenn i matematikktimene, og at han ofte prøver å «sette sammen elevene med en læringspartner som er på samme nivå, slik at det ikke alltid blir en som må dra den andre. Da kan de heller løfte hverandre sammen.»

5.2 ARGUMENTASJON BASERT PÅ EGNE ERFARINGER

I tillegg til argumentene basert på pris, valgte to av gruppene å også inkludere ikkematematiske argumenter da de i den muntlige delen av oppgaven skulle komme frem til hvilket av de to alternativene det ville være best for Fløibanen å velge. Siden oppgaveteksten ber dem finne det beste alternativet, er det ikke presisert av svaret må være det alternativet som er billigst. Modelleringsoppgaven var konstruert rundt en realistisk kontekst som elevene hadde personlig kjennskap til, og de kunne derfor trekke inn egne erfaringer i sin argumentasjon.

Det første utdraget er hentet fra helt i oppstarten av E1 og E2 sin diskusjon. De har sett over og lest gjennom oppgaveteksten hver for seg. De har ikke forhørt seg med hverandre om sikret at de har en lik forståelse av hva oppgaven ber dem finne ut av. E1 begynner rett på argumentasjonen med å argumentere for at det er best å fly inn Rodrigo.

E1: Okay så … Jeg tenker det å fly han Rodrigo er best, det koster bare to hundre og ti tusen.

E2: Men ...?

E1: eller fem millioner liksom?

E2: Ja men også så er det jo sånn at hvis de hadde ventet så hadde de jo for det første tapt masse penger pluss at folk som skulle på skolen og sånt trengte Fløibanen til å komme hjem eller dra på skolen og sånt.

E1: Ja.

E2: Ja, det hadde jo vært litt dumt for dem.

E1: Ja det koster jo liksom bare to hundre og ti tusen.

E2: Ja.

E1: Istedenfor fem millioner.

E2: Også hvis de taper cirka fem millioner på.. fire uker, så betyr det jo at på to uker så taper de cirka to komma fem millioner.

E1: Ja.

Teknisk språkregister: E1 sin bruk av det tekniske begrepet «eller» viser at han ser et skille mellom de to alternativene som oppgaven presenterer. «Eller» er et sideordningsord som E1 her bruker for å vise at de to reparatøralternativer gjensidig utelukker hverandre. E1 legger først frem det ene alternativet «… Rodrigo er best, det koster bare to hundre og ti tusen.». For så å presentere det neste «eller fem millioner liksom?» Det kommer frem av måten han ordlegger seg på, at de står overfor to mulige valg: Enten Rodrigo som koster to hundre og ti tusen, *eller* det andre alternativet som koster fem millioner.

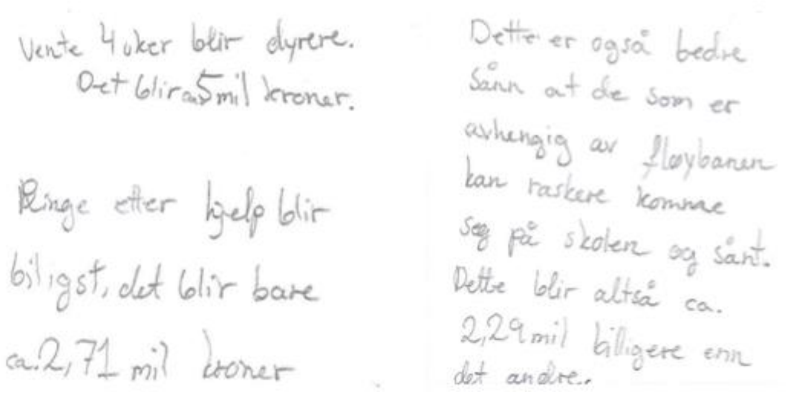
E1 gjengir det samme argumentet en gang til etter at E2 har kommet med et innspill. Denne gangen er «eller» byttet ut med «istedenfor» som også er et begrep som viser til at en ting erstatter noe annet.

Hverdagsspråklig register: E2 gir uttrykk for at han kanskje ikke har oppfattet oppgaven helt likt som E1, da han responderer på E1s første innspill med et langdratt og spørrende «Men ...?» Dette skaper behov for oppklaring og E2 gjentar argumentet om at «hvis de hadde ventet så hadde de tapt masse penger», og legger til at «folk som skulle på skolen og sånt trengte Fløibanen til å komme hjem eller dra på skolen og sånt.» Eleven baserer her argumentet sitt på kunnskap om at Fløibanen brukes som transportmiddel for folk som bor eller jobber i området, og gir uttrykk for at de også må ta høyde for de praktiske konsekvensene når de skal avgjøre hvilket alternativ som er det «beste». Det virker her som om E2 ikke ser på pengetapet som det mest tungtveiende argumentet, men heller hvordan stengingen vil påvirke de reisende. Dette forsterkes ved at han legger til at «det ville jo vært litt dumt for dem» om de måtte holdt stengt i fire uker istedenfor i to. Det økonomiske fokuset svekkes, og mer praktiske fokus tar over.

Skolespråkregister: E2 avslutter i dette utdraget med å sette det økonomiske tapet for de to alternativene opp imot hverandre. Ved hjelp av noe som virker som hoderegning kommer han frem til at «hvis de taper cirka fem millioner på fire uker, så betyr det jo at på to uker så taper de cirka to komma fem millioner». Formuleringen hans kan sees som informasjonstett og rimelig presis, og derfor plasseres dette under skolespråkregisteret.

Bevegelse mellom de ulike registrene: I dette utdraget beveger elevene seg mest innen det hverdagslige språkregisteret, men gjennom innslag av og oversettelser innen det tekniske språkregisteret viser de at de har skjønt hva «alternativene» refererer til, og at det ene utelukker det andre. Det vil ikke være nødvendig å ansette den kommunale reparatøren dersom Rodrigo allerede har fikset problemet to uker tidligere. E2 bemerker en sammenheng mellom summen på fem millioner og antallet uker det holdes stengt, og han ser dermed også at hvis de deler antallet uker i to så må også utgiftssummen halveres. Siden store deler av argumentene er ikkematematiske og forankret i egne erfaringer, er også språket i dette utdraget sterkt preget av det hverdagslige språkregisteret. Det er lite bruk av det mer faglig presiserte skolespråk-registeret.

Bildet nedenfor (figur 8) er hentet fra E2 sin skriftlige besvarelse, og illustrerer hvordan han har brukt de samme argumentene i sin individuelle besvarelse:



Figur 8: E2 sin skriftlige besvarelse

Også her kombineres argumentasjon basert på pris og egne erfaringer. Språket er preget av skolespråkregisteret, da det er kortfattet og presist formulert i en ryddig rekkefølge. Eleven bruker tekniske ord som «dyrere» og «billigere», og setter slik de to alternativene opp imot hverandre. For å tilsynelatende forsterke argumentet sitt trekker eleven inn egne erfaringer med det praktiske rundt Fløibanen og dens rolle som transportmiddel. «Det er også bedre sånn at de som er avhengig av Fløibanen kan raskere komme seg på skolen og sånt». «Bedre» og «best» brukes om hverandre, og det virker dermed som om E2 ser på disse begrepene som to versjoner av samme sak.

Det neste utdraget er hentet fra litt ut i E5 og E6 sin diskusjon. E6 har ytret et ønske om å få en felles forståelse av oppgaveteksten. E5 var kjapt ute med å argumentere for at alternativet med Rodrigo var det billigste og dermed også det beste. Dette utdraget er også avslutningen på deres felles diskusjon, før de gikk over til å løse den individuelle delen av oppgaven.

E5: Jeg tror denne her nede er bedre altså, (peker på Rodrigo-alternativet). Siden at han der som er en reparatør som tar fem tusen kr, han er ikke tilgjengelig før om fire uker. Og innen fire uker kan de tape fem millioner. Så det er bedre å tape to hundre tusen enn fem millioner.

E6: Okay så, to hundre tusen, ja jeg tror jeg mener det samme fordi når han bare kommer om fire uker så tar det veldig lang tid og så får de jo mindre ..., det er mindre barn og voksne som går på Fløibanen, så de mister jo masse … Jeg går jo på Fløibanen selv og det er veldig, jeg synes det er veldig lett å bruke Fløibanen når jeg skal til Fløyen enn å prøve å løpe hele veien til Fløyen.

E5: Ja

E6: Okay vi må …

E5: Siden som du sa så er det veldig mange barn som går i barnehage der, så de trenger å bruke Fløyen.

Skolespråkregister: E5 gjengir et kort sammendrag av ordlyden i oppgaveteksten. Språket er preget av det skolespråklige register og kjennetegnes av at formuleringene er informative og eksplisitte. Noen beskrivelser og forklaringer (som for eksempel «Fløibanesjefen mener at kommunen må gripe inn og fikse det raskere …») er fjernet i E5 sin gjengivelse, men poenget kommer fortsatt tydelig frem og den matematiske problemstillingen er intakt.

Teknisk språkregister: Ordene «bedre enn» kan her sees på som del av et teknisk register da det er et relasjonsord som refererer til at en skal finne hva som er best av flere mulige alternativ. «Mindre» som E6 tar i bruk er også et relasjonsord som sier noe om størrelsen av en ting i forhold til en annen. Å forstå disse tekniske ordene har stor betydning for at en skal kunne forstå oppgaveteksten og det matematiske problemet som blir presentert. De tydeliggjør at det er snakk om to ulike alternativer.

E5 poengterer at «innen fire uker kan de tape fem millioner». Dette er en omformulering av den skolespråkpregede oppgaveteksten, men innen det tekniske språkregisteret kan en si at «innen fire uker» er et poeng som har stor betydning for forståelsen av oppgavens dilemma. Ukesforskjellen er det elementet i oppgaven som oppfordrer elevene til å regne. I dette utdraget tar E5 bare høyde for tidsbruken til det ene alternativet, og det virker dermed som om han ser på utgiften ved å velge alternativet med Rodrigo som konstant.

Hverdagsspråklig register: E5 konkretiserer påstanden sin ved å peke i oppgaveteksten på det alternativet han snakker om, samtidig som han sier «jeg tror den her nede er bedre altså». Dette er en kontekstavhengig formulering innen det hverdagsspråklige registeret som viser til noe som bare er visuelt tilgjengelig for de to elevene der og da. Videre formulerer E5 et prisstyrt argument innen det skolespråklige registeret, hvorpå E6 responderer med å trekke inn sin egen erfaring og interesse i diskusjonen. Han kobler problemstillingen direkte til seg selv ved at han bruker «jeg går jo på Fløibanen selv ...» og «jeg synes det er veldig lett å bruke Fløibanen ...». Han argumenterer for og imot alternativene utfra hvordan det ville ha påvirket han personlig.

I E6 sin ytring er det noen ord som har falt bort. Han sier for eksempel at «når han bare kommer om fire uker så tar det veldig lang tid og så får de jo mindre …» Det presiseres ikke *hva* de får mindre av, men ut ifra konteksten kan det tenkes at han mener «antall reisende» eller «billettinntekter». Videre fortsetter han argumentet sitt med at «det er mindre barn og voksne som går på Fløibanen, så de mister jo masse …». Heller ikke her presiseres det hva de mister mye av, men det kan se ut som at E6 også her kunne ha ment «antall reisende» eller «billettinntekter» og det E6 sier kan forstås ut fra konteksten de er i. Eleven dropper å bruke begrepet «honnør», og nevner konsekvent bare barn og voksne når han omtale de reisende. Dette kan indikere at honnør kan være et ukjent begrep i elevens norske språkregister. I stedet for å erstatte begrepet med et ord og formuleringer som for han er mer kjent, velger E6 her å droppe ordene helt.

Elevene på denne gruppen har ikke et felles hjemmespråk, noe som kan være en av grunnene til at E6 ikke velger å oversette begrepene og bruke hjemmespråket sitt som støtte, men det kan også være at han rett og slett ikke vet hva disse norske ordene betyr, og at han dermed ikke har forutsetninger for å kunne oversette dem til et hverdagsspråklig register og bruke dem på egenhånd.

Bevegelse mellom de ulike registrene: I dette utdraget beveger de to elevene seg mellom både skolespråkregisteret, det hverdagsspråklige registeret og det tekniske språkregisteret. Ved å gjengi oppgaveteksten og bruke de samme skolespråklige formuleringene uten å oversette det til et mer hverdagslig og håndterlig språk, kan det her se ut for at elevene ikke får med seg det viktige poenget med at ukesforskjellen vil påvirker sluttprisen for begge de to alternativene, ikke bare det første. Dette fører til den tapte summen de vil få ved å velge Rodrigo blir mye lavere enn det den egentlig skulle vært, siden de ikke tar høyde for tapte billettinntekter.

Ved å koble problemet såpass sterkt opp mot sine egne erfaringer, forsvinner noe av fokuset på det matematiske aspektet ved oppgaven. Dette kan også være litt av grunnen til at elevene i denne omgang ikke velger å sette opp flere regnestykker med tallene som oppgis, men konkluderer med at to hundre tusen er mindre enn fem millioner, og at de praktiske konsekvensene for passasjerer bør tas i betraktning.

5.2.1 OPPSUMMERENDE KOMMENTAR

Noen av elevene velger å trekke inn argumenter basert på egne erfaringer med Fløibanen som transportmiddel og konteksten rundt. Det er helt adekvat at de velger å inkludere dette i sine besvarelser av oppgaven, da den ikke eksplisitt understreker at svaret må være det alternativet som er billigst. Elevene virker å godta ikkematematiske argumenter i oppgaven. Det å trekke inn egne erfaringer møtes ikke med motstand av medelevene. I stedet bygger de videre på hverandres argumenter, og det kan dermed se ut til at inkludering av egne erfaringer er en sosiomatematisk norm som er etablert og godtatt i klassen. Også i disse utdragene kommer den sosiomatematiske normen om samarbeid i matematikk tydelig frem, ved at elevene setter ord på tankene sine, lytter og resonnerer sammen med hverandre.

Når elevene trekker inn mange egne erfaringer, kan disse ende opp med å overskygge det matematiske problemet. Hverdagsspråket dominerer, men de ikkematematiske argumentene forekommer ikke helt alene, de kommer *i tillegg til* argumentene om pris. Skolespråket bidrar dermed til å rette fokus tilbake til det matematiske problemet.

Det forekommer ingen innslag av elevenes hjemmespråk her. I noen tilfeller utelater elevene enkelte ord som kan være vanskelige, og som de trolig ikke har som en integrert del av sitt vokabular (særlig ikke på norsk).

5.3 Regning med store tall

En ting som går igjen i de fleste av elevbesvarelsene er utfordringen med plassverdisystemet, og det å gjøre store tall om fra verbalt språk til et skriftlig språk bestående av tallsymboler. I denne kategorien ser jeg på hvordan elevene regner med store tall, og hvordan de anvender og veksler mellom ulike registre, både verbalt og skriftlig.

I det første utdraget er E3 og E4 i gang med å regne ut utgiftene Fløibanen vil komme til få hvis de velger Rodrigo som reparatør. I forkant av dette utdraget har elevene delt fløibanesjefens kommunale estimat på to, og skal nå legge til 210.000. De velger å bruke kladdeark for å regne ut svaret, og det er E3 som skriver.

E4: Okay, to komma fem pluss to hundre og ti tusen? Hva er det for noe? To komma fem millioner pluss to hundre og ti tusen …

E3: Okay, det er seks nuller i en million, ikke sant?

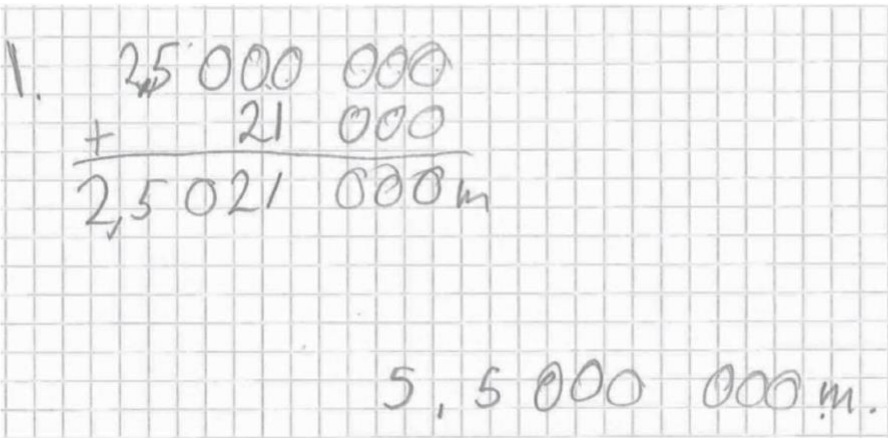
E4: Ja.

E3: Ja.

E4: Da blir det to komma fem …

E3: Hvis at jeg skriver feil nå så er det litt trist. Pluss? … Hvor mye var det?

E4: To hundre og ti tusen kroner. … Og det er tre nuller i tusen.



Figur 9: E3 sin utregning på kladdeark

Skolespråkregisteret: E4 legger først frem regnestykket «to komma fem pluss to hundre og ti tusen», og gjentar det en gang til hvor han presiserer at det er «to komma fem millioner pluss to hundre og ti tusen». Måten regnestykket formuleres på er faglig og konsist, og den muntlige formuleringen kan derfor kategoriseres innen det skolespråklige registeret. E3, som er den av de to som noterer på arket, gjør om E4 sine verbale formuleringer til en skriftlig representasjonsform. Han skriver med tallsymboler og stiller tallene opp i en standardalgoritme for addisjon. Tallsymboler er en del av de numeriske fremstillingene og inngår ifølge Prediger (2016) ofte som en del av elevers skolespråkregister.

Hverdagslig språkregister: E3 henvender seg til E4 og spør «det er seks nuller i en million, ikke sant?» E4 svarer bekreftende med et «ja». Her diskuterer elevene hvordan tallet som de tidligere har brukt muntlig skal utformes nå som det omgjøres til en skriftlig representasjonsform. E3 påpeker at «hvis jeg skriver det feil nå så er det litt trist», noe som kan tyde på at han ikke er helt sikker på hvordan to komma fem millioner skrives med symboler. Etter å ha gjengitt tallet «to hundre og ti tusen kroner» som de skal addere med, legger han til «og det er tre nuller i tusen», uten at E3 spesifikt ber om hjelp til oversettelsen av dette tallet. Det virker som at E4 persiperer E3s usikkerhet i representasjonsvekslingssituasjonen, og han bruker hverdagsspråket for å konkretisere og forenkle oversettelsesprosessen.

Bevegelse mellom de ulike registrene: Det muntlige skolespråket brukes her når elevene formulerer regnestykker. Gjennom hverdagsspråket synliggjøres elevenes usikkerhet, og det visker som om de søker bekreftelse hos hverandre. Det hverdagsspråklige registeret bidrar her til utdyping og konkretisering av hvordan tallene og den symbolskriftlige utformingen av dem forstås av elevene.

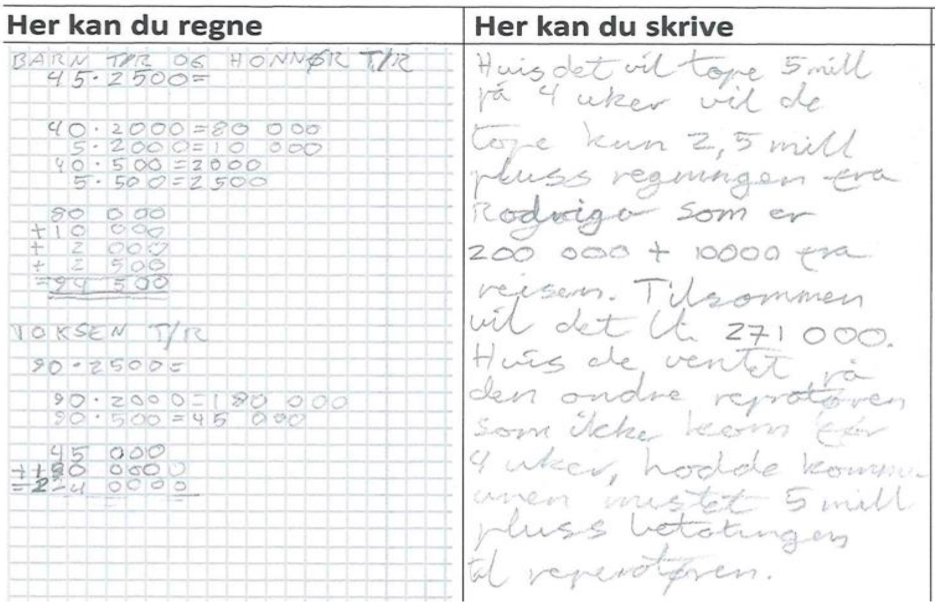
I tillegg til å bevege seg mellom to ulike verbale språkregistre, beveger elevene seg her også mellom ulike representasjonsformer. I det det skjer et skifte av representasjonsform, synliggjøres det at elevene ikke helt har en fult utviklet forståelse av kommaets rolle i plassverdisystemet. Tallene som E3 skriver ned på kladdearket ser ut til å være en direkte oversettelse fra E4 sin muntlige formulering. «To komma fem millioner» blir til «2,5 000 000». E3 skriver først «2,5», og spør deretter om det skal være seks nuller i million. Nullene legger han til etter at E4 bekrefter spørsmålet med et «ja». Elevene virker å ha forståelse for tallenes mengde når de brukes i muntlig tale, men når de omgjøres til skriftlig form blir det vanskelig. Selv om de virker å ha mengdeforståelsen for tallet på plass, noe som ifølge Skemp (1982) kan sees på som det matematiske objektets dybdestruktur, virker de ikke å ha overflatestrukturen helt etablert i forståelsen sin. Dette skaper utfordringer for dem når begrepsuttrykket skal omgjøres til en representasjonsform bestående av symboler, og symbolene i tillegg skal plasseres inn i et skriftlig plassverdisystem.

Den samme problematikken oppstår i omgjørelsen av «to hundre og ti tusen». Etter at E4 har påpekt at det er tre nuller i tusen, begynner E3 bakerst med å skrive inn tre nuller på arket, for så å legge til «21» foran dem. Den symbolskriftlige formen av to hundre og ti tusen, blir da «21 000». De har begreper for å uttrykke det gjennom muntlig tale eller som skriftliggjøring av den muntlige talen (skriver tallene med bokstaver) men de strever med overgangen til å skrive tallene i et plassverdisystem.

Skemp (1982) skriver at en er avhengig av både overflate- og dybdestrukturer for å kunne formidle det matematiske innholdet. Uten forståelse for de dype strukturene kan elevene ende opp med å ta noen snarveier når de prøver å志videreformidle og skape mening. Slike snarveier kan for eksempel være at en pugger regler rundt et begrep (at en million har seks nuller og at tusen har tre) uten å lære seg hva dette egentlig betyr i en større sammenheng.

Selv om tallene er feil utformet, er oppstillingen og utregningen isolert sett riktig hvis en ser bort ifra de to kommaene som E3 har lagt inn. E3 setter regnestykket opp som en standardalgoritme for addisjon, regner ut og skriver inn en «m» bak svaret sitt. Det er gjennomgående i nesten alle elevenes besvarelser at de skriver benevning bak svaret de får når de regner med rene tallsymboler. Det kan altså sees som en sosiomatematisk norm at svaret må avsluttes med en benevning når det formidles i form av symboler. Det er vanskelig å si om benevningen til E3 er ment å referere til m som i million, eller om han ikke har forstått hva benevninger generelt viser til. I den muntlige samtalen refererer derimot begge elevene til kroner når tallene diskuteres.

Det neste utdraget er hentet fra E1 sin besvarelse på den individuelle skriftlige delen av oppgaven. Her regner han ut billettinntekter ved å bruke tallene fra informasjonsboksen.



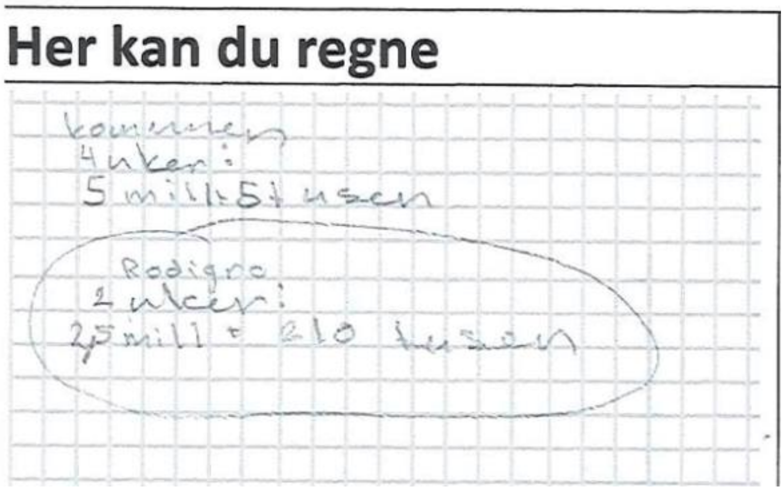
Figur 10: E1 regner på billettinntekter

Hverdagsspråklig register: I skrivekolonnen gjengir E1 den skrivemåten av tallene som ble brukt i oppgaveteksten. Han kombinerer tallsymboler og bokstaver for å uttrykke tallene. Når «2,5 mill» adderes med «200 000 + 10 000» skriver E1 svaret i symbolform «271 000». I denne formuleringen mangler det en null. I den muntlige diskusjonen formulerte E1 derimot tallet som «to millioner sju hundre og ti tusen.

Skolespråkregister: E1 bruker kun tallsymboler, ikke tall skrevet med bokstaver i utregningen sin i regnekolonnen. Tallene E1 regner med i denne kolonnen er hentet fra informasjonsboksen i oppgaveteksten, og de ble ikke referert til og brukt i da E1 og medeleven først diskuterte problemet i den felles muntlige diskusjonen. I informasjonsboksen ble tallene presentert i tallsymbolform, og han har derfor ikke behøvd å oversette disse tallene fra verbalspråket til skriftlige symboler før han begynte å regne.

E1 skriver overskrifter for å konkretisere hva han regner ut. For å multiplisere prisen «45» med antall reisende «25000» deler han opp regneoperasjonen i flere steg. Tallene multipliseres med hverandre før de blir stilt opp i rutearket i en standardalgoritme for addisjon. Symbolene er riktig plassert ovenfor hverandre i rutenettet med tanke på plassverdisystemet, og antall nuller blir dermed korrekt her. E1 regner ut prisen for 2500 barn/honnør i tillegg til 2500 voksne. Utregningen viser hva inntektene blir på én dag, ikke to eller fire uker slik problemstillingen i oppgaven indirekte spør etter. Oppstillingen og utregningene til E1 må her plasseres i skolespråklig register, da det er abstrakt og formelt utformet.

Det neste utdraget er hentet fra E8 sin individuelle besvarelse, og viser hvordan han utrykker de store tallene i en skriftlig representasjonsform i regnekolonnen (se figur 10).



Figur 11: E8 sin utforming av store tall

Hverdagsspråklig register: E8 kombinerer bokstaver og tallsymboler, og regner ikke ut eksakt hva utgiften vil bli for hvert alternativ. Han skriver at Regnestykkene «5mill + 5 tusen» og «2,5 mill + 210 tusen», men regner det ikke ut.

5.3.1 OPPSUMMERENDE KOMMENTAR

Det ser ut til å være flere ulike strategier for hvordan elevene går frem når de skal utforme store tall i skriftlig form. Den første måten består av å oversette tallene direkte fra muntlig tale til tallsymboler slik E3 og E4 gjorde i det første utdraget. Den presise og skolespråkpregede verbale formuleringen de først hadde, ender opp med å by på noen utfordringer knyttet til plassverdisystemet når representasjonsformen endres til skriftlige symboler. Begrepsuttrykket endres fra skolespråkregister til hverdagsspråklig register i det representasjonsformen endres.

E1 skriver de store tallene riktig med symboler. Tallene han regner med har han ikke oversatt fra den muntlige diskusjonen, men hentet direkte ut fra oppgaveteksten og gjengitt i samme representasjonsform. I det han regner med tallene som gruppen kom frem til muntlig, møter han den samme utfordringen som E3 og E4, og skriver tallet med en for lite null. Når de store tallene blir presentert for elevene i symbolform holder han seg innen skolespråkregisteret når han regner med dem.

En annen måte de skriver tallene på er ved å kombinere tallsymbol og bokstaver. Dette er en hverdagsspråklig representasjon.

I intervjuet fortalte læreren at han var opptatt av at elevene skulle kunne standardalgoritmene for regning med de fire regneartene, slik at de hadde forutsetninger for å regne riktig og presist. Han poengterte også at elevene ofte fikk velge selv hvilke representasjonsformer de presenterte svarene sine i til slutt. Det ser ut til å være en etablert sosiomatematisk norm i klassen at elevene kan velge selv hvilke representasjonsformer de ønsker å svare med.

Elevene ser ut til å ha på plass mengdeforståelsen for de store tallene. Dette kommer frem av måten de snakker om dem i de muntlige diskusjonene, hvor de for eksempel deler fem millioner på to og får to komma fem millioner. Det er overflatestrukturene som byr på problemer i det representasjonsformen endres.

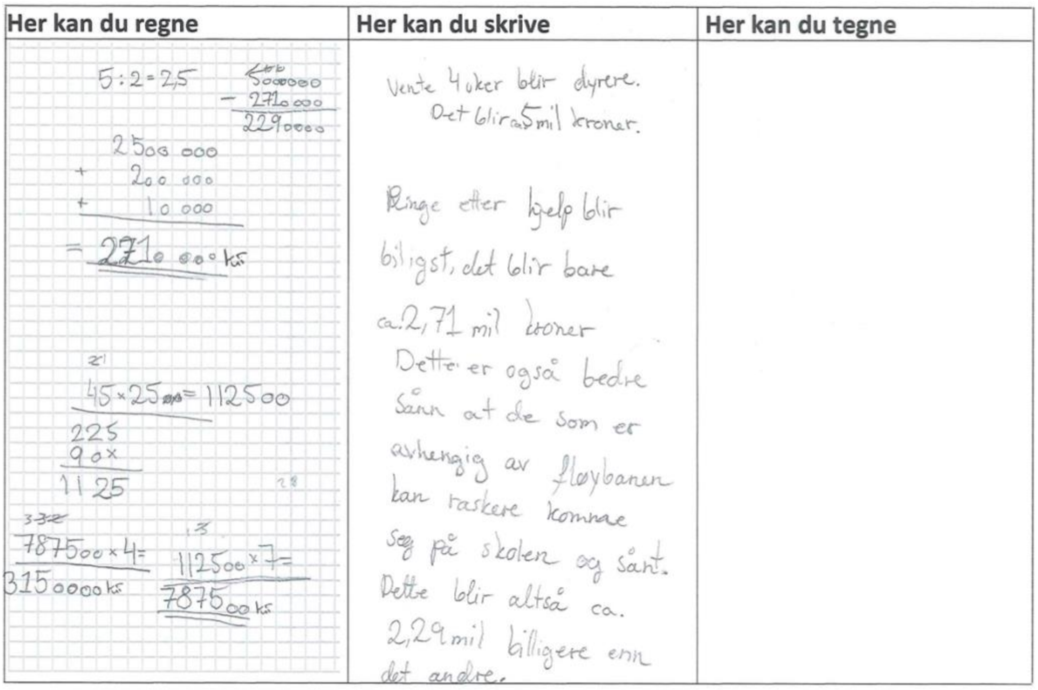
Det ser også ut som en sosiomatematisk norm at elevene skal skrive benevning bak det ferdige svaret når det skrives med symboler.

5.4 FREMGANGSMÅTE

I modelleringsoppgavens første del, hvor elevene diskuterte problemstillingen muntlig i par, kom den sosiomatematiske normen om samarbeid tydelig frem. Det var et gjengående mønster at elevene brukte hverandre for å komme frem til en felles oppfatning av hvordan de skulle gå frem for å svare på oppgaven.

I denne kategorien ser jeg på elevenes individuelle fremgangsmåte i arbeidet med de skriftlige besvarelsene.

Figur 12 viser hvordan E2 har valgt å svare på oppgaven.



Figur 12: Fremgangsmåte E2

Bevegelse mellom hverdagslig- og skolespråklig register: E2 begynner å svare på oppgaven med å skrive påstanden «Vente 4 uker blir dyrere. Det blir ca. 5 mil kroner.» i den midterste kolonnen. Dette er den samme påstanden som gruppen hans kom frem til da de diskuterte alternativene, og eleven har gjort det muntlige argumentet om til skriftform.

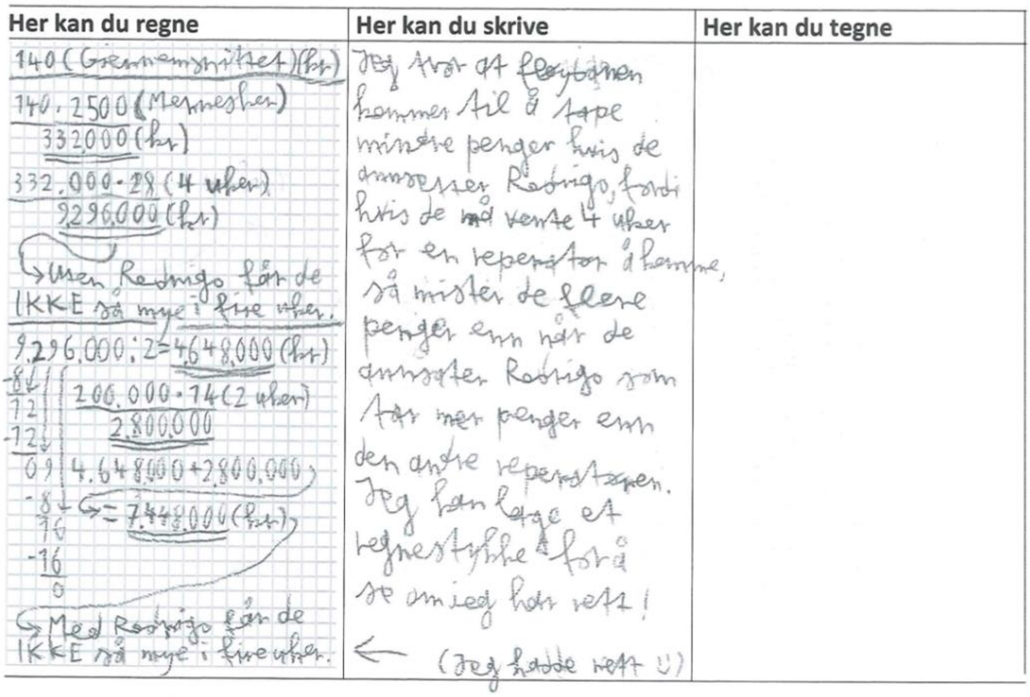
Han veksler litt frem og tilbake mellom de to kolonnene, og bruker regnekolonnen som kladdeark. I regnekolonnen veksler E2 over til en annen representasjonsform; symboler. Han setter opp regnestykker ved å bruke standardalgoritmer både for divisjon, subtraksjon og addisjon. Regnestykkene består av tallsymbol som er oversatt riktig og presist, med riktig antall nuller. Han finner at Rodrigoalternativet vil koste «2710 000», og at dette vil være «2290 000» kroner billigere enn det kommunale. Elevens utregning og svar her kan dermed plasseres innen skolespråkregisteret.

I det eleven beveger seg tilbake til skrivekolonnen veksler han tilbake til det hverdagsspråklige registeret og presenterer tallene i en representasjonsform kombinert av symboler og bokstaver slik: «2,71 mil kroner» og «2,29 min billigere enn det andre». E2 velger her, likt som i den tidligere diskusjonen, å argumentere både med pris og med passasjerenes tilfredshet.

Etter å ha fylt ut skrivekolonnen og svart på det oppgaven ber om, beveger E2 seg tilbake til regnekolonnen. For første gang regner han med tallene som er oppgitt om priser og antall reisende i informasjonsboksen. Også denne gangen veksler han over til skolespråkregisteret i måten han bruker symboler og algoritmer. Han regner seg frem til at det vil koste «3 150 000» for fire uker. Det er altså ikke samsvar mellom tallene han får i de to kolonnene.

E2 har ikke tatt i bruk tegnekolonnen.

E6 skiller seg fra de andre ved at han er den eneste som bruker begge feltene for å komme frem til <u>ett</u> felles svar (se figur 13).



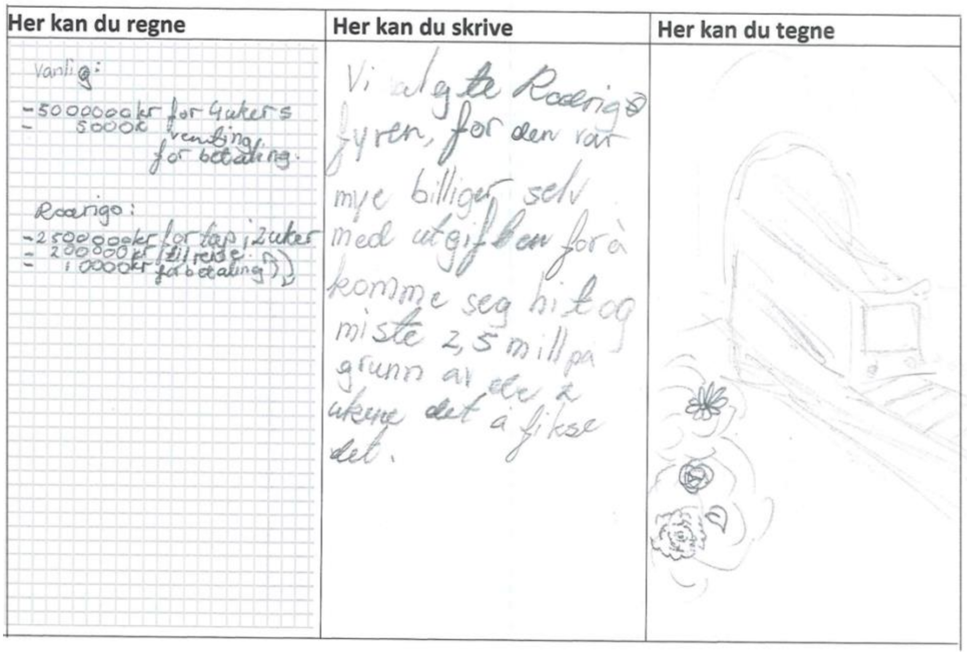
Figur 13: Fremgangsmåte E6

Bevegelse mellom hverdagslig- og skolespråklig register: E6 begynner med å skrive en slags hypotese i den midterste kolonnen for skriving. Språket her preget av personlige erfaringer ved at han begynner argumentet sitt med ytringen «jeg tror» og avslutter med «jeg kan lage et regnestykke for å se om jeg har rett!» Skrivekolonnen består hovedsakelig bare av bokstavsymboler, samt en pil og et smilefjes som E6 tegnet inn etter at han regnet seg frem til svaret og fant ut at «jeg hadde rett». Han har unnlatt å ta med sine egne argumenter fra diskusjonsdelen, hvor han poengterte at de burde ta hensyn til de som reiser med Fløibanen.

I kolonnen for regning bruker E6 tall fra informasjonsboksen kombinert med informasjonen de fikk presentert i oppgaveteksten. Han inkluderer dermed alle de multimodalitetene som er tilgjengelige for å regne ut svaret sitt. E6 veksler mellom hverdagsspråkregisteret og skolespråkregisteret ved at han skriver regnestykker med symboler og bruker standard-algoritmer for å regne ut svarene, i tillegg til at han skriver kommentarer for å tydeliggjøre konteksten.

Hverdagsspråkregisteret dominerer i E6 sin besvarelse og bidrar til at konteksten og tankeprosessen synliggjøres. Argumentet hans er bygget på hans egen erfaring, og hva han tror er rett. Det skolespråklige registeret med tallsymboler og regnestykker bidrar til at han holder fokus på priser og tapte inntekter.

E6 tegner ingenting i tegnekolonnen.



Figur 14: Fremgangsmåte E7

Hverdagslig språkregister: E7 starter som de andre med å først skrive svaret sitt i tekstkolonnen. Han starter svaret sitt med «Vi valgte Rodrigo fyren den den var mye billigere» Språket her er hverdagslig og personlig formulert, og argumentet kan sies å være kontekst-avhengig da eleven refererer til informasjon fra den muntlige diskusjonen. Etter at oppgaven er besvart i skrivekolonnen beveger E7 seg over til regnekolonnen, hvor han setter opp en oversikt over utgiftene for hvert av de to alternativene. Tallene er skrevet med symboler og visualiserer trolig hvordan E7 og medeleven tenkte da de kom frem til hvilket alternativ som ville bli det billigste. Han adderer ikke de oppstilte tallene med hverandre, men konkretiserer hva de står for ved å skrive en forklaring ved siden av tallsymbolene.

E7 er en av de fire som valgte å fylle ut tegnekolonnen. Tegningen er en illustrasjon av Fløibanen, og den tilfører ikke noe betydning for svaret på selve oppgaven. Utdraget nedenfor er tatt rett etter at E7 og E8 var «ferdige» med oppgaven. De gikk over til vanlig hverdags-samtale da de begynte å tegne, og etter at de hadde holdt på en stund utbryter E8 «Vet du hva. Jeg gidder ikke å tegne mer.» Det virker som om elevene ikke anser tegningen som en faglig del av oppgaven, men heller som en frivillig aktivitet som de kan velge å avslutte når som helst.

E8: Ferdig! Også tegnet jeg en rar tegning av Rodrigo, han der duden fra Portugal som har fått afro. Jeg vet ikke hvorfor jeg trodde at han hadde det.

E7: Jeg vet ikke helt hva jeg skal tegne …

E8: Tegn Rodrigo-mannen.

E7: Nei, nei, det går bra. Jeg bare tegner en enkel tegning jeg.

....

E8: Vet du hva. Jeg gidder ikke å tegne mer.

Da jeg spurte læreren om de ofte brukte tegning som representasjonsformsvarte hun «Nei. De klarer å tegne det. Altså, de som kan regne det ut klarer å tegne det også. Men det synes de blir bortkastet tid. De kan si sånt som «må vi gjøre det? Kan vi ikke bare skrive?» De vil som oftest komme hurtig i mål. Bare regne ut og bli ferdige.» Siden bare et fåtall av elevene valgte å fylle ut tegnekolonnen, og de tegningene som de lagde ikke var av betydning for svaret på oppgaven kan det se ut som om den sosiomatematiske normen som er etablert i klassen er at tegning sees på som pynt, og ikke som et selvstendig matematisk verktøy.

5.5.1 OPPSUMMERENDE KOMMENTAR

Det ser ut til å være et gjengående mønster i at elevene velger å legge hovedvekt på den skriftlige tekstargumentasjonen når de noterer ned sine individuelle besvarelser på modelleringsoppgaven. Elevene ser også ut til å ha en felles oppfatning av at den skriftlige kolonnen er stedet hvor hovedbesvarelsen skal presenteres, og her er det hverdagslige språkregisteret dominerende. Elevene trekker inn egne erfaringer og skriver gjerne tallsymboler og bokstaver kombinert i svarene sine. Teksten forekommer gjerne som en skriftliggjøring av det elevene har diskutert sammen i den muntlige delen.

Skolespråket er representert i regnekolonnen hos de fleste elvene. Her bruker de standard-algoritmer for regning, og tallsymboler når de regner seg frem til svaret. Argumentet om at Rodrigo er det beste alternativet synliggjøres i både regne- og skrivekolonnen, men svaret er ikke alltid basert på de samme tallene. Som vist i E2 sin besvarelse, hender det at det regnes med ulike tall.

En sosiomatematisk norm som kommer ganske tydelig frem her er at tegning sees på som pynt, mer enn det sees på som et nyttig matematisk verktøy. Bare halvparten av elevene valgte å tegne til oppgaven, og tegningene som ble presentert hadde ikke matematisk betydning for oppgaven.

6. DISKUSJON OG KONKLUSJON

Formålet mitt med masterprosjektet har vært å undersøke hvordan elever bruker registrene i språket sitt, og hva de ulike registrene ser ut til å bidra med i arbeidsprosessen. I dette kapittelet vil jeg drøfte og svare på problemstillingene mine:

1. Hvordan anvender og veksler elever mellom ulike registre når de diskuterer og arbeider med en modelleringsoppgave i matematikk?
2. Hvilke sosiomatematiske normer kan identifiseres som kan virke inn på elevenes valg av registre?

De anvendte registrene jeg har sett elevene bruke, og vekslingen mellom disse vil her bli diskutert opp mot teori og tidligere forskning. Jeg vil først diskutere hvordan de sosio-matematiske normene som jeg har identifisert ser ut til å virke inn på elevenes valg av registre og representasjonsformer. Avslutningsvis vil jeg dele noen tanker rundt språkregistre i matematikkundervisningen og videre forskning innen dette feltet, og til slutt legge frem en oppsummerende konklusjon.

6.2 SOSIOMATEMATISKE NORMERS INNVIRKNING PÅ VALG AV REGISTRE

Skott, Jess og Hansen (2016) påpeker at sosiomatematiske normer, etter hvert som de etablerer seg i et fellesskap, vil kunne påvirke måten elevene jobber med matematikken, hvordan de velger å prioritere i utformingen av sine løsninger, og hva de godtar av hverandre som gyldige og holdbare matematiske argumenter. Jeg vil nå diskutere hvordan noen av de identifiserte sosiomatematiske normene virker å ha hatt betydning for noen av elevenes valg i bruken av registre og representasjonsbruk.

Den første sosiomatematiske normen jeg har identifisert er at undervisningsspråket er sterkt dominerende og at hjemmespråket ikke ser ut til å bli brukt i særlig grad i denne klassens matematikkundervisningen. Læreren forteller i intervjuet at elevenes hjemmespråk ikke har så mye rolle i matematikken på skolen egentlig, og at det for noen kanskje vil oppleves forvirrende dersom begreper og strategier læres på ulike måter. Han legger til at elevene selvsagt får lov til å ta med seg språkerfaringene sine og bruke dem i klasserommet om de ønsker det. Ifølge Park (2013) trenger ikke behovet for kodeveksling nødvendigvis å være et tegn på forvirring eller manglende språkkompetanse. Det kan være en strategi og en støtte som gir elevene mulighet til å formulere seg mer presist. Prediger (2016) skriver at en ved å la elevene støtte seg på og bruke deler av hjemmespråket sitt sammen med undervisningsspråket kan redusere den kognitive belastningen det ofte er for flerspråklige å arbeide med matematiske problemer på et språk som ikke ligger dem nært.

Denne normen ser ut til å påvirke elevenes valg av registre, da hjemmespråk nesten ikke anvendes i det hele tatt. Det virker derimot ikke som om det har særlige problemer med å forstå helheten i oppgaveteksten, noe som kan tyde på at undervisningsspråket er et språk de behersker godt. I de få tilfellene hvor hjemmespråket faktisk dykker opp, er dette i form av enkelte slangord, og vekslingen ser ikke ut til å ha noe med manglende forståelsen av oppgaven å gjøre.

Dewilde (2016) understreker at en viktig dimensjon ved veksling mellom hjemmespråk og undervisningsspråk er erkjennelsen av at språk ikke er nøytrale, men at de alltid er situert i en sosial kontekst. Måten mennesker snakker sammen på, vil med andre ord være påvirket av hvem de snakker med og hvor de befinner seg. Siden elevene befinner seg i et fellesskap hvor den sosiomatematiske normen består av å kun bruke undervisningsspråket, vil det sannsynligvis ikke virke naturlig for dem å blande inn hjemmespråket når de snakker i matematikktimene på skolen.

I noen tilfeller utelater elevene enkelte ord som kan være vanskelige, og som de trolig ikke har som en integrert del av sitt vokabular (særlig ikke på norsk). I disse tilfellene kan det tenkes at elevene kunne ha dratt nytte av veksling mellom språkene sine, noe Prediger (2016) påpeker når hun sier at det i noen tilfeller er språket og ikke innholdet som er utfordrende, og at veksling i slike tilfeller kan hjelpe til med å gjøre selve språket i matematikken forståelig og overkommelig.

En annen sosiomatematisk norm jeg har identifisert, og som i stor grad ser ut til å påvirke elevenes valg av registre, er normen om god samarbeidskultur i matematikkundervisningen. Elevene var vant til å arbeide sammen og diskutere i par. Dette er en norm som synliggjør og får frem de ulike registrene i det muntlige språket. På grunn av denne får en innsyn i den konstante vekslingen som registre som hjelper elevene til å forstå oppgaven og endre fokuset over til det matematiske.

Språket er i form av dialog og interaksjon med andre det som danner den grunnleggende veien mot læring. Botten og Torkildsen (2015) skriver at elevene behøver å bruke språket sitt og delta aktivt i læringsaktiviteter sammen med andre for å skape mening og utvikle egne erfaringer og dyp forståelse av matematikken. De tørr å vise usikkerhet overfor hverandre. Hvis noe er uklart for en av dem, blir den andre nødt til å utdype, og gjerne omformulere resonnementene sine på en litt annen måte. Elevene synliggjør denne normen når de aktivt bruker hverandre for å komme frem til en felles forståelse av oppgaveteksten. Slik bidrar diskusjoner til dypere og mer robust forståelse av matematiske begreper og sammenhenger for de involverte. Carpenter, Franke og Levi (2003) understreker at en i en kommunikasjonssituasjon må vise mottakerbevissthet og ordlegge seg presist nok til at den en samtaler med forstår det en ønsker å formidle. Elevene bruker hverdagsspråket sitt aktivt for å forklare for hverandre. De henter formuleringer fra oppgaveteksten og bruker kroppsspråket sitt og peker i oppgaveteksten for å konkretisere. I tillegg legger de noen ganger ekstra vekt på de tekniske ordene som er viktige for å forstå hva de skal gjøre i oppgaven.

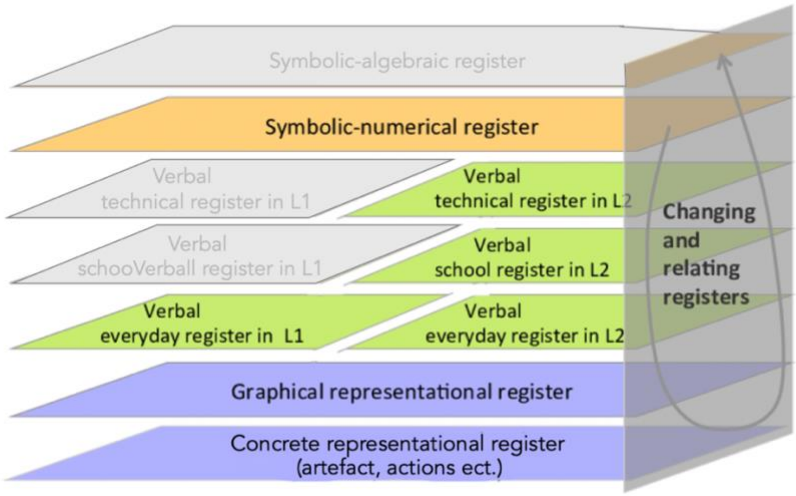
I pardiskusjonen hjelper elvene hverandre fremover. Når E3 og E4 for eksempel regner med store tall, og E3 spør hvor mange nuller det er i en million, svarer E4 på spørsmålet, men lar fortsatt medeleven skrive, uten at han selv tar over. Den sosiomatematiske normen om samarbeid bidrar positivt i bevegelsen mellom hele registeret, og bør sees på som en stor ressurs.

En sosiomatematisk norm som kan påvirke elevene til å uttrykke seg innen det hverdagslige registeret, er normen om at argumenter basert på egne erfaringer godtas. Noen av elevene velger å trekke inn argumenter basert på egne erfaringer med Fløibanen som transportmiddel og konteksten rundt. Det er helt adekvat at de velger å inkludere dette i sine besvarelser av oppgaven, da den ikke eksplisitt understreker at svaret må være det alternativet som er billigst. Elevene virker å godta ikkematematiske argumenter i oppgaven. Det å trekke inn egne erfaringer møtes ikke med motstand av medelevene. I stedet bygger de videre på hverandres argumenter.

En siste sosiomatematisk norm jeg har identifisert og som det er verdt å nevne, er aksepten for ulike representasjonsformer i elevenes skriftlige besvarelser. Læreren forteller i intervjuet at han er opptatt av at elevene selv skal få velge hvilke representasjonsformer de ønsker å svare med så lenge de har forutsetninger for å også kunne skrive mer formelt når situasjonen krever det. Det ser ut til å være et gjengående mønster i at elevene velger å legge hovedvekt på den skriftlige tekstargumentasjonen når de noterer ned sine individuelle besvarelser på modelleringsoppgaven. Elevene ser også ut til å ha en felles oppfatning av at den skriftlige kolonnen er stedet hvor hovedbesvarelsen skal presenteres, og her er det hverdagslige språkregisteret dominerende.

6.2 ANVENDELSE OG BEVEGELSE MELLOM DE ULIKE REGISTRENE

I denne første delen av diskusjonen vil jeg diskutere hvordan elevene tar i bruk ulike registre av språket sitt, og hva vekslingen mellom registrene bidrar med i prosessen mot å forstå og svare på modelleringsoppgaven som de fikk utdelt.



Figur 15: Modell for relasjon og veksling mellom registre – elevenes anvendelse

Figur 15 illustrerer hvilke av registrene i Predigers (2016) modell elevene i ulik grad har anvendt i løpet av modelleringsaktiviteten. De registerfeltene som er grå har jeg ut ifra funnene i datamaterialet, ikke sett elevene bruke.

Det hverdagslige språket ser ut til å ha en særlig viktig rolle for elevenes forståelse og fremgang i oppgaven. Det er dette registeret som virker å være mest dominerende i elevenes språk, og de vender hele tiden tilbake til det hverdagsspråklige registeret når de trenger å oppklare noe. Innenfor dette registeret baserer elevene gjerne argumentene sine på sine egne erfaringer. De kan relatere det matematiske problemet til seg selv, og sine subjektive følelser. Hverdagsspråket består i stor grad av verbale og konkrete fremstillinger, sjeldent grafiske og symbolske representasjoner (Prediger, Clarkson, & Bose, 2016). Prediger (2016) understreker at språket som brukes i matematikken er sensitivt, og at hvert språkregister har en betydelig rolle hvor alle er like viktige på sitt vis. Små oversettelser og vekslinger mellom registre kan få stor betydning for matematikkoppgavenes innhold og elevenes forståelse.

Det ser ut til å vær en gjenganger at elevene velger å omformulere de tekniske begrepene til hverdagslige og mer håndterlige begreper som de har innarbeidet i sitt vokabular. Elevenes oversettelse av tekniske ord bidrar til forenkling av oppgaveteksten, og kan i enkelte tilfeller virke til at oppgavens innhold endres noe. Dette er et viktig funn som jeg tror vi som lærere ofte glemmer å ta hensyn til. En tenker gjerne på de tekniske ordene som hverdagslige ord, og det er de jo også på mange måter, men samtidig er dette viktige ord som er sentrale for løsningen av oppgaver, og vekslingen mellom det tekniske og det hverdagslige registeret kan føre til at begrepene endrer innhold, noe også Halliday (1978) trekker frem i sin forklaring av registerveksling.

Skolespråket tas hovedsakelig i bruk når elevene gjengir oppgaveteksten. Og når de regner med algoritmer. Ifølge Prediger (2016) kan skolespråket sees på som kontekstavhengig og formelt, hvor det i større grad enn i hverdagsspråket forekommer eksplisitte formuleringer, og færre personlige erfaringer og referanser. I de tilfellene hvor elevene ikke anvender skolespråk-registeret, men holder argumentene innen det hverdagslige språket, ender de ofte opp med å miste fokus på de matematiske aspektene. Lesh (1987) påpeker at det er viktig å ta utgangspunkt i kontekster som elevene er kjent med og som de finner interessante og meningsfulle, da dette vil kunne virke positivt inn på elevenes motivasjon til å løse oppgavene. De trenger ikke å regne, for de har en egen erfaring som forteller dem hva svaret bør bli. Ut ifra problemstillingen i denne modelleringsoppgaven er det et helt adekvat argument å påstå at de praktiske konsekvensene alternativene vil få for passasjerene bør veie tyngst.

For å unngå at elevene ender opp med mange tomme begreper, påpeker Prediger (2016) at lærere bør la elevene snakke om matematikk på sin egen måte. Det er bedre at de bruker et litt slurvete hverdagsspråk som de selv forstår, enn at de tvinges til å bruke et språkregister med faglig presisjon som de egentlig ikke skjønner innholdet av. Hverdagsspråket vil i mange sammenhenger være helt nødvendig for at elevene skal gripe tak i det underliggende matematiske forholdet de prøver å forstå.

En sosiomatematisk norm som kommer ganske tydelig frem her er at tegning sees på som pynt, mer enn det sees på som et nyttig matematisk verktøy. Bare halvparten av elevene valgte å tegne til oppgaven. Og de tegningene som ble presentert hadde ikke matematisk betydning for oppgaven. At elevene velger å ikke bruke tegning som løsningsmetode gjør at de går glipp av et redskap for å formidle hvordan de tenker men også et løsningsredskap som kan hjelpe dem med å konkretisere og visualisere begrepene di behandler.

I tillegg til å veksle mellom språkregistrenes verbale form anvender og veksler elevene også mellom ulike skriftlige representasjonsformer. Elevene trekker inn egne erfaringer og skriver gjerne tallsymboler og bokstaver kombinert i svarene sine. Teksten forekommer gjerne som en skriftliggjøring av det elevene har diskutert sammen i den muntlige delen.

Mellom innholdet i en representasjon og det representerte matematiske objektet er det i følge Duval (2006) ingen andre forhold enn denotering. Han mener derfor at innholdet en representasjon formidler avhenger mer av registeret og konteksten, enn av det matematiske objektet som er representert. Dette er grunnen til at overføring fra et register til et annet ikke bare endrer selve uttrykket, men også de egenskapene som kan gjøres eksplisitte.

Skolespråket er representert i regnekolonnen hos de fleste elvene. Her bruker de standard-algoritmer for regning, og tallsymboler når de regner seg frem til svaret. Argumentet om at Rodrigo er det beste alternativet synliggjøres i både regne- og skrivekolonnen, men svaret er ikke alltid basert på de samme tallene. Som vist i E2 sin besvarelse, hender det at det regnes med ulike tall.

Elevene ser ut til å ha på plass mengdeforståelsen for de store tallene. Dette kommer frem av måten de snakker om dem i de muntlige diskusjonene, hvor de for eksempel deler fem millioner på to og får to komma fem millioner. Det er overflatestrukturene (Skemp, 1982) som byr på problemer i det representasjonsformen endres.

6.3 VIDERE FORSKNING

En av grunnene til at jeg ønsket å se nærmere på elevenes språkbruk og veksling mellom registre i det flerspråklige klasserommet, var at det finnes lite forskning på samspillet mellom de ulike språkregistrene og vekslingen mellom representasjonsformer i matematikklasserommet, både i Norge og internasjonalt. Som jeg nevnte i innledningskapittelet poengterer også Prediger (2016) at det er mangel på forskning når det kommer til dette feltet. Det har vært et spennende felt å utforske, og ut ifra funnene jeg har gjort ser jeg muligheter til å danne flere nye og interessante forskningsspørsmål. Da dette har vært et masterprosjekt, er det begrenset hvor omfattende forskningen kan være, og hvor mye datamateriale en har ressurser til å samle inn.

I analysen kom det frem at elevene ofte velger å oversette de tekniske ordene til mer hverdagslige og håndterbare begreper, noe som i enkelte tilfeller kan forenkle innholdet. Det kunne vært interessant å forske på hvordan lærere kan arbeider med å tydeliggjøre for elevene betydningen av de tekniske begrepene en finner i matematikkoppgaver. I tillegg kunne en sett nærmere på *hvilke* hverdagslige ord elevene velger å oversette de tekniske ordene til.

Vekslingen mellom registre i hjemmespråk og undervisningsspråket kom ikke så tydelig frem i dette prosjektet, da normen i klassen så ut til å være at hjemmespråket ikke ble aktivt brukt i matematikktimene på skolen. Det kunne vært interessant å forske mer på hvordan flerspråklige elever kan bruke hjemmespråket sitt og de språkerfaringene de innehar som en ressurs i løsningen av matematiske problemer. Her kunne en også sett det i lys av Barwell (2020) sitt språkpositive perspektiv.

En annen interessant innfallsvinkel kunne vært å intervjue elever for å få et innblikk i tankespråket deres, og om de tenker på hjemmespråket eller undervisningsspråket når de løser oppgaver i matematikk.

For videre forskning kunne det også vært interessant å se hvordan elevene veksler mellom ulike språkregistre hvis de blir bedt om å samarbeide og bruke skriftlige representasjonsformer til å svare med. I denne studien samarbeidet elevene bare når de diskuterte muntlig.

Som jeg skrev i kapittel 2 vil de sosiomatematiske normene alltid til en viss grad virke inn på hvordan elevene arbeider og prioriterer når de arbeider med matematikk. Det kunne derfor vært interessant å forske videre ved å gjennomføre et lignende prosjekt med en annen elevgruppe ved en annen skole, for å se i hvilken grad de funnene som er gjort her er representative for flertallet av flerspråklige elever i den norske skolen. Kanskje kunne det da dukket opp andre funn.

6.4 OPPSUMMERENDE KONKLUSJON

Formålet med masterprosjektet mitt har vært å bli mer bevisst på hvordan språk og matematisk forståelse henger sammen. Jeg ønsket å undersøke hvordan elever bruker språket sitt i matematikken, og hvordan de anvender og veksler mellom ulike registre både i det verbale språket og i de skriftlige representasjonsformene. Etter å ha analysert flere utdrag fra elevenes diskusjon av modelleringsoppgaven, har jeg funnet ut at elevene som regel veksler ganske hyppig mellom flere ulike registre når de tolker oppgavetekst og er i prosessen med å lage seg en strategi for løsning.

Den sosiomatematiske normen om god samarbeidskultur virker positivt inn på elevenes veksling, da de må resonnere sammen, utdype forklaringene sine, og formulere seg presist slik at medeleven får meg innholdet som formidles.

Språket som brukes i matematikken er sensitivt, og hvert språkregister har en betydelig rolle hvor alle er like viktige på sitt vis. Små oversettelser og vekslinger mellom registre kan få stor betydning for matematikkoppgavenes innhold og elevenes forståelse. I analysen fant jeg at hverdagsspråket er det registeret elevene anvender mest, og at dette gjerne fungerer som et verktøy for å oversette mer abstrakte formuleringer fra skolespråkregisteret og det tekniske språkregisteret. Det hverdagsspråklige registeret bidrar blant annet med tilpasning og dypere forståelse. Skolespråkregisteret hjelper elevene med å holde fokus på det matematiske problemet som skal løses, og det tekniske språkregisteret tydeliggjør relasjoner mellom opplysninger og hva oppgaven faktisk ber om.

Et viktig poeng som her har blitt belyst er at det tekniske registeret ofte overses når matematiske oppgaver blir presenter for elevene. Dette trenger vi å sette et fokus på! Det er så viktig for elevenes oppgaveløsning og forståelse. Skolespråket setter et fokus, det er mer presist og hjelper elevene til å utrykke seg mer presist i sin språkbruk, og de får utvikle sitt matematiske språk! Det jeg som lærer kan ta med meg utfra dette her er kunnskapen om at det er viktig at elevene får bruke hverdagsspråket sitt.

Det er gjort lite forskning på samspillet mellom de ulike språkregistrene i matematikkundervisningen i Norge. Økt bevissthet og kunnskap innen dette feltet vil med stor sannsynlighet kunne åpne opp for mer språkpositive matematikklasserom, hvor både det hverdagslige og det faglige språket sees som en viktig ressurs for læring.

7. LITTERATURLISTE

Album, D., Hansen, M., & Widerberg, K. (2010). *Metodene våre - eksempler fra samfunnsvitenskapelig forskning.* Oslo: Universitetsforlaget.

Andersen, S. (2013). *Casestudier - forskningsstrategi, generalisering og forklaring.* (2. utg.) Bergen : Fagbokforlaget.

Aarre, K. T. (2019). *Modellering i matematikk - en studie av et læringsforløp på 9.trinn.* (Masteroppgave). Trondheim: NTNU.

Barwell, R. (2020, Mars). Learning Mathematics in a Second Language: Language Positive and Language Neutral Classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education. Vol. 51, No. 2,* , ss. 150–178.

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

Botten, G., & Torkildsen, H. A. (2015). Språk og kommunikasjon i matematikk. *Tangenten 2/2015*.

Carpenter, T., Franke, M., & Levi, L. (2003). *Thinking mathematically. Integrating Arithmetic & Algebra in Elementary School.* Portsmouth: Heinemann.

Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving (5. utgave).* Oslo: Gyldendal Akademisk.

Duval, R. (2006, Februar). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics* , ss. 103–131. DOI: 10.1007/s10649-006-0400-z.

Halliday, M. (1978). *Language as social semiotic: The social interpretation of language and meaning.* London: Edward Arnold.

Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

Jewitt, C. (2017). Multimodal Discourses Across the Curriculum. I S. Thorne, & S. May, *Language, Education and Technology, Encyclopedia of Language and Education* (ss. 31-44. DOI: 10.1007/978-3-319-02237-6). (3.utg.) Auckland, New Zealand: Springer International Publishing.

Krogtoft, M., & Sjøvoll, J. (2018). *Masteroppgaven i lærerutdanninga -temavalg,forskningsplan, metoder.* Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2017). *Det kvalitative forskningsintervju* (Vol. 3. Utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.

Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). Representations and translations amoung representations in mathematics learning and problem solving. I C. J. (Ed.), *Problems of representations in the teaching and learning of mathematics* (ss. 33-40). Lawrence Erlbaum.

Moore, T., Miller, R., & Lesh, R. (2013, January). Modeling in Engineering: The Role of Representational Fluency in Students'Conceptual Understanding. *Journal of Engineering Education*(Vol. 102, No. 1), ss. 141–178.

Nesdal, L.-S. (2018). *Sosiomatematiske normer og betydningen av lærerens spørsmål.* (Masteroppgave): OsloMet Storbyuniversitetet.

NESH: Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora. (2016). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi.* Hentet fra NESH: Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125_fek_retningslinjer_nesh_digital.pdf

Nygård, I. L. (2019). *Rapport som tankeavslørende dokumentasjon i en modellfremkallende aktivitet.* (masteroppgave). Trondheim: NTNU.

Park, M. S. (2013). Code-switching and Translanguaging: Potential Functions in Multilingual Classrooms. *Working Papers in TESOL & Applied Linguistics - Vol. 13, No. 2*, ss. 50-52. Hentet fra DOI: https://doi.org/10.7916/D8HH6JPQ

Postholm, M. (2005). *Kvalitativ metode - in innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier.* Oslo: Universitetsforlaget.

Prediger, S., Clarkson, P., & Bose, A. (2016). Purposefully Relating Multilingual Registers:Building Theory and Teaching Strategies for Bilingual Learners Based on an Integration of Three Traditions. I R. Barwell, P. Clarkson, A. Halai, M. Kazima, J. N. Moschkovich, N. Planas, . . . M. Villavicencio Ubillus, *Mathematics Education and Language Diversity: The 21st ICMI Study* (ss. 193-215). Switzerland: Springer International Publishing.

Rowland, T. (2005). Between the Lines: The Language of Mathematics. I J. Anghileri, *Children's Thinking in Primary Mathematics* (ss. 54-73). London, United Kingdom: Bloomsbury Publishing PLC.

Schou, J., Hansen, H., Skott, J., & Jess, K. (2008). *Matematikk for lærerstuderende - tall, algebra og funktioner 4-10. klasse.* Danmark: Samfundslitteratur.

Skemp, R. (1982). Communicating mathematics: Surface structures and deep structures. Visible Language, 16(3).

Skogen, K. (2018). Caseforskning. I M. Krogtoft, & J. Sjøvoll, *Masteroppgaven i lærerutdanninga - temavalg, forskningsplan, metoder* (ss. 79-91). Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

Skott, J., Jess, K., & Hansen, H. (2016). Socialkonstruktivisme - et alternativ til tilegnelse og deltagelse. I J. Skott, K. Jess, & H. C. Hansen, *Matematik for lærerstuderende; delta-fagdidaktik* (ss. 129-173). Danmark: Samfundslitteratur.

Stephan, M. (2014). Sociomathematical Norms in Mathematics Education. I *Encyclopedia of Mathematics Education* (ss. 563-566). Springer Science+Business Media. DOI: 10.1007/978-3-030-15789-0_143.

Svingen, O. E. (2018, desember 18). *Representasjoner i matematikk.* Hentet fra Matematikksenteret: https://www.matematikksenteret.no/sites/default/files/attachments/Elever%20som%20prestere r%20lavt/P4_M1Representasjoner-i-matematikk_fagtekst.pdf

Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse - en innføring i kvalitative metoder.* (5. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.

Ulland, G., Røskeland, M., & Herheim, R. (2018). Språk teller! Om hvordan elever løser, tenker rundt og skriver om et regnestykke. *Nordic Journal of Literacy Research,Vol. 4(1)*, ss. 121-141.

Utdanningsdirektoratet. (2019). *Læreplan i matematikk 1.–10. trinn.* Hentet fra https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/MAT01-05.pdf

Wei, L. (2018). *Translanguaging and Code-Switching: what's the difference?* Hentet fra OUPblog - Oxford University Press's Academic Insights for the Thinking World: https://blog.oup.com/2018/05/translanguaging-code-switching-difference/

Yackel, E., & Cobb, P. (1996, juli). Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education Vol. 27, No. 4*, ss. 458-477.

Yackel, E., Gravemeijer, K., & Sfard, A. (2011). *A Journey in Mathematics Education Research - Insights from the Work of Paul Cobb.* Dordrecht: Springer. Hentet fra DOI: 10.1007/978-90-481-9729-3.

Yin, R. K. (2012). *Applications of Case Study Research* . (3. utg.). the United States of America: SAGE Publications.

VEDLEGG 1: FLØIBANEN MED TEKNISKE PROBLEMER – OPPGAVEARK

Fløibanen med tekniske problemer!

Fløibanen vil bli stengt de neste fire ukene, da den ene vognen står fast midt i banen. Sjefen for banen trenger en oversikt over hvor mye de kan tape ved å holde stengt, og spør deg om hjelp.

Kommunen har tilbudt en reparatør som tar 5000 kr for et slikt oppdrag, men han er ikke tilgjengelig før om fire uker. Fløibanesjefen mener at kommunen må gripe inn og fikse det raskere da han tror de kan tape 5 millioner kr ved å vente i fire uker.

En mulighet er å fly inn Rodrigo fra Portugal som er ekspert på denne typen problemer. Han tar betalt 200 000 kr for et slikt oppdrag, i tillegg til reiseutgifter på 10 000 kr. Rodrigo kan fikse det innen to uker, og da mener sjefen at det økonomiske tapet blir mye mindre.

Informasjon gitt fra Fløibanen

I gjennomsnitt reiser ca. 2500 mennesker med banen hver dag på denne tiden av året. Dette er både barn, voksne og honnør.

Vedlagt ligger prisene for barn, voksne og honnør:

Barn: 45 kr t/r og 25 kr en vei

Voksne: 90 kr t/r og 45 kr en vei

Honnør: 45 kr t/r og 25 kr en vei

a) Diskuter de ulike alternativene med en venn. Hvilket mener dere er det beste og hvorfor?

b) Du skal nå gå for deg selv å fylle ut skjemaet hvor du argumenterer for det alternativet du mener er det beste.

(*Hvis du lager en kladd først er det fint om du ikke visker den ut, men lar den stå*).

Her kan du regne	Her kan du skrive	Her kan du tegne

Intervjuguide

Innledning

Informere kort om masterprosjektet

Din utdanningsbakgrunn

Erfaring innen matematikkundervisning

Hvor lenge har du vært lærer for denne klassen?

Representasjonsformer

Hvordan jobber dere for å oppnå en variert matematikkundervisning?

På en skala fra 1 til 5 – hvor 5 er mest aktiv og 1 er minst aktiv, hvor aktivt deltakende synes du elevene er?

På hvilken måte deltar elevene aktivt i matematikkundervisningen?

Hvilke representasjonsformer tenker du det er viktig at elevene erfarer i matematikkundervisningen?

Hvilken valgfrihet har elevene til å velge representasjonsformer når de løser oppgaver?

Det matematiske språket

Hvordan jobber dere når dere innfører nye begreper/tema?

Hvordan vil du beskrive elevenes språkbruk i matematikktimene?

(hverdagslig / faglig)

Er det noen situasjoner hvor det ene eller andre er mer fremtredende?

(muntlig /skriftlig /plenum /en til en/ temaavhengig?)

Er det elever i klassen med ett eller flere hjemmespråk som ikke er norsk?

Hvilken rolle ser du at flerspråklige elevers hjemmespråk har eller kan ha i matematikkundervisningen?

Til slutt

I min oppgave skal jeg skrive om representasjonsveksling, og hvordan dette kan bidra til elevers læring. Har du noen tanker rundt dette?

Forespørsel til foresatte om barns deltakelse i forskningsprosjektet

«Argumentasjon og kritisk matematikkundervisning i flerspråklige klasserom»

Dette skrivet vil gis ut i to utgaver, et på norsk og et på engelsk.

Vi er to masterstudenter ved Høgskulen på Vestlandet (HVL) som skal gjennomføre en studie i en klasse på [redacted] Formålet med studien er å undersøke hvordan elever på barnetrinnet bruker språk og argumentasjon i læring av matematikk. For å finne ut av dette vil vi gi elevene en matematikkoppgave i to deler: en del hvor elevene skal diskutere i par og en del hvor de skriver et individuelt svar. Resultatene av studien vil brukes i to masteroppgaver i programmet «Master i undervisningsvitskap med fordjuping i matematikk». Masteroppgavene våre inngår i et større forskningsprosjekt ved Høgskolen på Vestlandet som handler om argumentasjon og kritisk matematikkdidaktikk i flerspråklige klasserom. I dette skrivet informerer vi om innholdet i prosjektet og hva det innebærer for ditt barn å delta.

Formålet med prosjektet

Prosjektet vi er en del av heter LATACME (Learning about teaching argumentation for critical mathematics education in multilingual classrooms). Målet med prosjektet er å heve lærerstudenters kompetanse i å legge til rette for matematikkundervisning for elever i flerspråklige klasserom på barnetrinnet. Prosjektet varer i fire år og baserer seg på samarbeid mellom lærerutdannere, lærerstudenter, lærere og elever. Prosjektgruppen består av masterstudenter, PhD-studenter og ansatte ved HVL som arbeider med matematikkundervisning, og prosjektet har nasjonale og internasjonale samarbeidspartnere. Det er medlemmer fra prosjektgruppen som samler inn data.

Hva innebærer det å delta?

Elevene som deltar i studien vil få utdelt en matematikkoppgave og i par skal de diskutere rundt denne før de individuelt skal lage en besvarelser på papir. Det blir gjort lydopptak av diskusjonene og de skriftlige besvarelsene vil bli samlet inn. Personopplysninger som registreres om ditt barn er kun barnets stemme på lydopptak.

Personvern – Hva skjer med opplysningene?

Alle personopplysninger blir behandlet konfidensielt og materiale med personopplysninger lagres på HVL sin forskningsserver, sikret med brukernavn og passord. Kun deltakere i prosjektgruppen vil ha tilgang til datamaterialet. Deltakere vil ikke kunne bli identifisert i publikasjoner.

Prosjektet skal etter planen avsluttes 31.12.2023, og alle opptak vil bli slettet når prosjektet avsluttes.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Barnet ditt går på [redacted] som er en samarbeids- og praksisskole for Høgskulen på Vestlandet.

Frivillig deltagelse

Det er frivillig å delta i studien og man kan trekke seg uten å oppgi grunn, så lenge studien pågår.

Dine rettigheter

Foresatte har rett til å se oppgavesettet på forhånd dersom det ønskes.

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om ditt barn,
- å få rettet personopplysninger om ditt barn,
- få slettet personopplysninger om ditt barn,
- få utlevert en kopi av personopplysninger om ditt barn og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av personopplysninger om ditt barn.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om ditt barn?

Vi behandler opplysninger om ditt barn basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra HVL – Høgskulen på Vestlandet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskulen på Vestlandet er ansvarlig for prosjektet, og det er ledet av Professor Tamsin Meaney. Prosjektet gjennomføres i samarbeid med Bergen Kommune, og det er støttet av Norges forskningsråd.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Dersom du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

Maria Nilssen (masterstudent), Epost: maria.nilssen95@gmail.com, telefon: 95979003

Andrea Louise Østbø Sjøstrøm (masterstudent), Epost: andrea.sjostrom@lyse.net, telefon: 99528016

Maria sin hovedveileder Toril Eskeland Rangnes, Epost: tera@hvl.no, telefon: 55585711

Andrea sin hovedveileder Beate Lode, Epost: Beate.Lode@hvl.no, telefon: 55585930

Ansvarlig for prosjektet ved Høgskulen på Vestlandet: Tamsin Meaney, Epost: Tamsin.Jillian.Meaney@hvl.no

HVL´s personvernombud, Advokat Halfdan Mellbye, personvernombud@hvl.no

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Samtykke til deltakelse i studien

☐ Jeg har mottatt informasjon om studien

og godkjenner at ____________________________ (navn på eleven) får delta i studien.

____

(Foresatte sin underskrift / Dato)

VEDLEGG 4: INFORMASJONSSKRIV TIL LÆRER

Forespørsel om deltakelse i forskingsprosjektet:

«Argumentasjon og kritisk matematikkundervisning i flerspråklige klasserom»

Jeg er masterstudent ved Høgskolen på Vestlandet (HVL), og skal gjennomføre en studie som har som formål å undersøke hvilke representasjonsformer elever på 7.trinn benytter seg av for å skape mening når de kommuniserer med hverandre i et flerspråklig matematikklasserom. For å finne ut av dette vil jeg gjennomføre en case-studie og et intervju. Masteroppgaven min inngår i et større forskningsprosjekt der hensikten er å undersøke hvordan en kan fremme undervisning med fokus på argumentasjon og kritisk matematikkundervisning, i flerspråklige klasserom. Dette er en forespørsel til deg om å være informant i delprosjektet mitt, som omhandler representasjonsbruk i matematikkundervisningen. I dette skrivet informerer vi om innholdet i prosjektet og hva det innebærer å delta.

Formålet med prosjektet

Målet med prosjektet er å få innsikt i hvordan en kan fremme lærerstudenter sin kompetanse i å legge til rette for argumentasjon og kritisk matematikkundervisning for elever i flerspråklige klasserom på barnetrinnet. Prosjektet varer i fire år og baserer seg på samarbeid mellom lærerutdannere, lærerstudenter, lærere og elever. Prosjektgruppen består av masterstudenter, PhD-studenter og ansatte ved HVL som arbeider med matematikkundervisning, og prosjektet har nasjonale og internasjonale samarbeidspartnere. Det er medlemmer fra prosjektgruppen som samler inn data.

Hva innebærer det å delta?

Din deltakelse består av at det blir gjennomført et intervju om dine tanker og erfaringer med elevers representasjonsbruk og språk i matematikk. Det blir gjort lydopptak av intervjuet.

Personvern – Hva skjer med opplysningene?

Lydopptaket blir behandlet konfidensielt, og materiell med personopplysninger blir lagret på HVL sin forskningsserver, sikret med brukernavn og passord. Bare deltakere i prosjektgruppen vil ha tilgang til datamaterialet. Deltakere/informanter vil ikke kunne bli identifisert i publikasjoner.

Prosjektet skal etter planen avsluttes 31.12.2023, og alle opptak vil bli slettet når prosjektet avsluttes.

Hvorfor får du spørsmålet om å delta?

Du får spørsmålet om å delta fordi du er lærer på [redacted].

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien og en kan trekke seg uten å gi grunn, så lenge studien pågår.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrerte om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av personopplysningene dine og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlinga av personopplysningene dine.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysningene dine?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra HVL – Høgskulen på Vestlandet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvem er ansvarlig for forskingsprosjektet?

Høgskulen på Vestlandet er ansvarlig for prosjektet, og det er ledet av Professor Tamsin Meaney. Prosjektet blir gjennomført i samarbeid med Bergen Kommune, og det er støttet av Norges forskningsråd.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Dersom du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av rettighetene dine, ta kontakt med:

Maria Nilssen (masterstudent), epost: maria.nilssen95@gmail.com, telefon:959 79 003

Min hovedveileder Toril Eskeland Rangnes, epost: tera@hvl.no, telefon: 555 85 711

Ansvarlig for prosjektet ved Høgskulen på Vestlandet: Tamsin Meaney,
Epost: Tamsin.Jillian.Meaney@hvl.no

HVL sitt personvernombud, Advokat Halfdan Mellbye, personvernombud@hvl.no

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Samtykke til deltakelse i studien:
«Argumentasjon og kritisk matematikkundervisning i flerspråklige klasserom»

☐ Jeg har mottatt informasjon om studien og er villig til å delta.

____

(Prosjektdeltaker sin underskrift / Dato)