NTNU
Det skapende universitet

Flerspråklige elever i møte med tekstoppgaver i matematikk

En casestudie av 18 voksne innvandrerelever som belyser hvilke utfordringer de opplever i arbeidet med tekstoppgaver i matematikk

Margret Osk Vidisdottir

Master i realfag
Innlevert: juni 2017
Hovedveileder: Frode Rønning, IMF

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for matematiske fag

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på fem flotte år ved Lektorutdanningen i realfag på NTNU. Prosessen med å skrive en slik oppgave har vært lærerik og interessant, men til tider også frustrerende og vanskelig. Det siste halvåret har vært fylt med gledelige opptu-rer og noen nedturer, men en oppgave ble det til slutt.

I en masteroppgave som bygger på en kvalitativ studie er en avhengig av innpass i skolen, og av lærere og elever som stiller opp som informanter. Uten elevene som stilte opp og et verdifullt samarbeid med læreren hadde ikke denne oppgaven blitt en realitet. Jeg er takknemlig for velkomsten jeg fikk på skolen og at jeg ble gitt følelsen av at jeg gjorde et viktig arbeid for flerspråklige elever i den norske skolen. En stor takk rettes mot elevene som lot meg ta av deres tid og stilte opp med smil om munnen. Dere har lært meg mye og bekreftet for meg at jeg har valgt riktig yrke. Det har vært en fryd å samarbeide med dere.

Når det er sagt vil jeg trekke frem Frode Rønning som en fantastisk veileder. Du har gitt meg mange gode råd til gjennomføring, skriving og strukturering av arbeidet. Jeg har virkelig satt pris på ditt genuine engasjement for temaet i oppgaven, og for at du hele tiden har hatt troa på at resultatet kom til å bli bra. Hvert veiledningsmøte har endt med en «motivasjonsboost» til å fortsette arbeidet, og det er jeg veldig takknemlig for. Tusen takk!

Jeg har mange å takke for oppmuntrende ord, støtte og gode samtaler. Først vil jeg nevne mine to samboere og medstudenter, Marthe og Hanne. Jeg er takknemlig for alle våre samtaler rundt masterarbeidet og om alt annet som en viktig avkobling fra det hele. Det samme gjelder alle de andre medstudentene mine på LUR. Jeg vil også takke Simen, for at du interesserer deg for alt jeg snakker om, og alltid har noen gode råd eller spørsmål på lur. Til slutt vil jeg takke alle i familien for vist interesse og støtte gjennom hele studietiden. Spesielt vil jeg trekke frem amma og afi (farmor og farfar), som til tross for den geografiske avstanden, har vært min ivrigste heiagjeng.

Og en stor takk rettes mot min gode venninne, Tiril, for at du gjør masteroppgaven så estetisk vakker som overhodet mulig. Forsiden setter prikken over i-en, og vil garantert friste mange til å få med seg innholdet!

Margret Osk Vidisdottir
Trondheim, juni 2017

Sammendrag

Målet med denne oppgaven er å belyse hvilke aspekter ved tekstoppgaver i matematikk oppleves som vanskelige for flerspråklige elever. Motivasjonen bak temavalget er et ønske om å kunne konkretisere hvilke tiltak som kan gjøres i arbeidet med å tilpasse matematikkfaget for denne elevgruppen. Forskningsspørsmålet som har dannet utgangspunkt for studien er følgende: *Hvilke aspekter ved tekstoppgaver i matematikk opplever 18 flerspråklige elever ved en grunnskole for voksne innvandrere som utfordrende?* For å besvare spørsmålet har det blitt utformet en casestudie med 18 informanter fra en grunnskole for voksne innvandrere i en mellomstor by i Norge.

Skriftlige besvarelser av eksamensoppgaver for 10. trinn, samt modifiserte utgaver av de samme oppgavene blir besvart av alle informantene. Modifiseringene er gjort på bakgrunn av tidligere forskning om tekstoppgaver og flerspråklige elevers forståelse av disse. Oppgavene og elevbesvarelsene danner utgangspunkt for diskusjonen i intervjuene. Totalt er det tre intervjuer med fire elever i hvert. Utvalget av elever er basert på deres besvarelser på oppgavene og anbefalinger fra læreren deres. Datamaterialet som studien bygger på er dermed både skriftlige besvarelser på tekstoppgaver, og transkripsjoner fra intervjuer. Fokuset under intervjuene er både språklige og visuelle forskjeller mellom de ordinære eksamensoppgavene og de modifiserte oppgavene. I den forbindelse deler informantene sine tanker om hva de foretrekker og hvorfor. Videre diskuteres deres skriftlige besvarelser for å komme i dybden på hvilke matematikkfaglige aspekter som skaper utfordringer.

Studien viser at elevene møter utfordringer av ulik karakter, og disse utgjør kategoriene i datamaterialet: *Språklige aspekter*, *Visuelle aspekter* og *Matematikkfaglige aspekter*. Sammensatte ord, tvetydige ord og ord fra kulturelt betinget ordforråd gjør det vanskelig for elevene å tolke oppgaveteksten riktig. Dessuten krever stort tekstomfang mer av elevene i prosessen med å tolke oppgaven. Videre er det viktig at det stilles et spørsmål for å presentere målet med oppgaven, og imperativ form bør helst unngås. Illustrasjoner kan bistå elevene i forståelsesfasen i arbeidet med å løse tekstoppgaver, men disse kan også tiltrekke for mye oppmerksomhet og føre til feil svar. Fagbegreper og notasjoner i matematikkfaget blir også pekt på som utfordrende. Alle oppgavene i studien bygger på en form for multiplikativ situasjon, og det viser seg at noen slike situasjoner er vanskeligere enn andre, og vanskeligere enn additive situasjoner. Instrumentell forståelse av matematiske setninger og regler, og begrenset begrepsbilde, fører til at elevene ikke lykkes i løsningfasen i arbeidet med tekstoppgaver.

På bakgrunn av dette er det grunn til å oppfordre lærere og oppgaveforfattere til å være bevisst på disse utfordringene for å tilpasse tekstoppgaver som oppgavesjanger i matematikkfaget til denne elevgruppen.

Summary

The aim of this master thesis is to shed light on which challenges multilingual students face when working with word problems in mathematics. The motivation behind the chosen theme is a desire to be able to identify which efforts can be made to adapt mathematics as a school subject to this group of students. The study is based on the following research question: *Which aspects of word problems in mathematics experience 18 multilingual students at a school for adult immigrants as challenging?* A case study, with 18 informants from a school for adult immigrants in a medium sized town in Norway, has been designed to answer the research question.

The data material consists of 18 students written answers to word problems and transciptions from interviews with 9 of the students. The word problems given, are tasks from former exams for 10th grade, and modified versions of the same tasks. The modifications are based on previous research about word problems and multilingual students comprehension of those. The tasks and the students answers are the main focus of discussion in the interviews. In total there are three interviews with four students in each. The selection of students for interview is based on their written answers and suggestions from their teachers. The focus of the interviews is both linguistic- and visual differences between the ordinary exam tasks and the modified versions of those. In this regard, the informants share their thoughts on what they prefer and more importantly, why. Furthermore, their written answers are discussed in order to explore the mathematical aspects that they experience as challenging.

The study shows that students face challenges of different nature, and these form the categories in the data material: *Language aspects*, *Visual aspects* and *Mathematical aspects*. Compounds, ambiguous words and cultural determined words make it difficult for students to interpret the assignment text correctly. In addition, a large amount of text requires more of the students working memory in the process of interpreting the assignment. Furthermore it is important that the goal of the task is stated as a question rather than in imperative mood. Illustrations can assist students in the comprehension phase in solving word problems, but these can also attract too much attention and lead to incorrect answers. Mathematic specific terms and notations in mathematics are also pointed out as challenging. All the tasks in the study are based on some kind of multiplicative situation, and it appears that some situations are more difficult than others, and more difficult than additive situations. Instrumental understanding of mathematical concepts and rules, and limited conceptual image, lead to failing in the solution phase of word problems.

Based on these findings, there is reason to encourage teachers and task writers to be aware of these challenges and to adapt word problems in mathematics to this group of students.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for studien

Økt innvandring til Norge gjør at skolen møter en mangfoldigere elevgruppe enn før, både når det gjelder språk, kultur og livssynsmessige forhold. Samtidig som dette er en berikelse for læringsmiljøet og skolen i sin helhet, er det mange problemstillinger som reiser seg hos lærere i forbindelse med undervisning og læring. Hvordan kan en inkludere disse elevene når de ikke behersker språket undervisningen foregår på? Og hvordan kan en tilpasse undervisningen for disse elevene? Dette er ingen lette oppgaver, og som med så mye annet i læreres hverdag, finnes det ofte ikke et riktig svar på hvordan en skal håndtere de aktuelle utfordringene. Kunnskapsdepartementets strategiplan om likeverdig opplæring fra 2007 legger vekt på at den flerkulturelle skolen skal benytte mangfoldet konstruktivt til å utvikle nye ideer og løsninger for å øke mulighetene for anerkjennelse, likeverdige tilbud, mestring og utvikling for alle (Kunnskapsdepartementet, 2007).

Nedfelt i skolens samfunnsmandat, står det også at skolen har ansvar for å utjevne sosiale forskjeller i samfunnet. I den forbindelse må skolen aktivt jobbe for å utvikle et inkluderende sosialt læringsmiljø. Som fremtidig faglærer i matematikk ønsket jeg å undersøke hva jeg kan bidra med i dette viktige arbeidet når jeg begynner å jobbe i skolen. Jeg ønsket å kartlegge hvilke utfordringer flerspråklige elever har i møte med matematikkfaget, og søke å finne svar på hvordan en kan tilpasse for disse elevene i størst mulig grad.

Gjennom min praksisperiode, og ved å lese tidligere forskningsstudier har jeg vært vitne til at tekstformuleringer i matematikkoppgaver har forhindret elever i å vise matematikkunnskapene sine. Resultater fra TIMSS-undersøkelser[1] viser at minoritetsspråklige elever skårer betydelig lavere enn etnisk norske elever i matematikk (Lunde, 2015). Ofte blir elevenes kulturelle bakgrunn og individuelle egenskaper brukt som forklaring på de lave prestasjonene (Norén, 2010). Dette er Moschkovich (2007) kritisk til, og mener at skolen og samfunnet i sin helhet heller bør rette blikket mot hva som kan gjøres for å tilrettelegge for denne elevgruppen. Lidén (2001) støtter også denne vinklingen og mener at lærere og skolen må rette oppmerksomheten mot seg selv og fokusere på hvilke muligheter det finnes i det flerspråklige klasserom. I tråd med disse anbefalingene har jeg valgt å undersøke nærmere hva jeg og andre matematikklærere kan gjøre for å tilpasse vårt fag for denne elevgruppen.

[1] *Trends In Mathematics and Science Study* er en internasjonal komparativ studie av elevers forståelse i matematikk og naturfag.

1.2 Formål og forskningsspørsmål

Tekstoppgaver viser seg å være den delen av matematikkfaget som flerspråklige elever har størst utfordringer med (Lunde, 2015). Det er kanskje ikke overraskende, da det er den typen oppgaver som inneholder flest språklige elementer, ikke bare et spørsmål eller en instruksjon om hva som skal gjøres, men også en kontekst som skal forstås. Tekstoppgaver utgjør en nokså stor del av faget, og til tross for at forskere er kritiske til bruken av slike oppgaver (Gerofsky, 1996), er disse flittig brukt på nasjonale eksamener. Som fremtidig lærer blir jeg nødt til å jobbe innenfor visse rammer gitt av myndighetene, inkludert arbeid med nasjonale eksamener. Mitt fokusområde har derfor blitt avgrenset til å se på flerspråklige elevers forståelse av tekstoppgaver. Jeg søker å finne svar på hvilke aspekter ved disse oppgavene som er utfordrende, og om det er hensiktsmessig å modifisere disse aspektene for å øke forståelsen. Derfor har jeg formulert følgende forskningsspørsmål:

> Hvilke aspekter ved tekstoppgaver i matematikk opplever 18 flerspråklige elever ved en grunnskole for voksne innvandrere som utfordrende?

I tillegg til å besvare dette spørsmålet, kommer jeg til å si noe om hvilke løsningsstrategier elevene bruker for å løse tekstoppgavene i studien.

For å besvare forskningsspørsmålet har jeg utformet en indre casestudie med 18 skriftlige elevbesvarelser og gruppeintervju med 9 forskjellige elever (4 i hvert intervju) som datainnsamlingsmetode. Informantene er elever ved en grunnskole for voksne innvandrere i en mellomstor by i Norge, og er mellom 16 og 37 år. Oppgavene som ligger til grunn for de skriftlige besvarelsene, er tidligere gitte eksamensoppgaver for 10. trinn eller eksempeloppgaver[2], samt en modifisert utgave av de samme oppgavene. Språket og den visuelle utformingen av oppgavene har blitt modifisert på bakgrunn av tidligere forskning om tekstoppgaver og flerspråklige elevers forståelse av disse. Halvparten av informantene har besvart de ordinære oppgavene, og halvparten har besvart de modifiserte oppgavene. Disse besvarelsene dannet utgangspunkt for diskusjonen i gruppeintervju. De to første intervjuene hadde hovedfokus på de språklige og visuelle forskjellene mellom oppgavene, mens det tredje intervjuet ble brukt til å få dypere innsikt i elevenes matematikkfaglige forståelse på de oppgavene de presterte dårligst på under oppgaveløsingen. Grunnen til at jeg valgte å både samle inn skriftlige besvarelser og gjennomføre intervju var at jeg ønsket å få innsikt i elevenes utfordringer med tekstoppgaver presentert skriftlig, og å få dypere innsikt i deres tankeprosesser og synspunkter rundt tekstoppgaver. I tillegg er flere datainnsamlingsmetoder med på å styrke kvaliteten til studien.

Teorigrunnlaget som jeg har valgt å ha med i denne oppgaven er knyttet til språkets funksjon i matematikkfaget generelt. I den forbindelse presenterer jeg teori om semiotikk og transformasjoner mellom ulike semiotiske representasjoner. Deretter presenterer jeg teori om relasjonell forståelse og instrumentell forståelse i matematikk, og om elevers begrepsbilde. Flerspråklige elever må foreta mange overganger mellom språklige register i arbeidet med matematikk og derfor tar jeg for meg teori om dette og hvilke konsekvenser dette har for elevenes matematikklæring. Videre presenterer jeg teori knyttet til tekstoppgavers

[2] Eksempeloppgaver er oppgaver som er laget av Utdanningsdirektoratet for å ligne på eksamensoppgaver.

plass i skolematematikken, og om typisk struktur på den typen oppgaver, samt hvordan elever arbeider med å løse slike oppgaver. Til slutt gjengir jeg relevante forskningsresultater som jeg både har brukt til å utforme studien og til å diskutere funnene mine.

1.3 Oppgavens oppbygning

Denne oppgaven er bygd opp av fem kapitler. I det følgende kapitlet, kapittel 2, tar jeg for meg det teoretiske rammeverket som ligger til grunn for studien og som jeg bruker til å diskutere funnene mine. Her vil jeg gjøre rede språkets betydning for matematikklæring og i den sammenheng presentere semiotisk teori, teori om transformasjoner og matematisk forståelse. Deretter tar jeg for meg forskningslitteratur som omhandler tekstoppgaver generelt og flerspråklige elevers forståelse av disse.

I kapittel 3 beskriver jeg metodene jeg har brukt for å samle inn data og hvordan jeg deretter har analysert disse. I den forbindelse begrunner jeg valgene med metodisk teori, og drøfter ulike etiske hensyn.

Kapittel 4 tar for seg utvalget av tekstoppgaver i studien med begrunnelse for de modifiseringene som er blitt gjort, samt at det matematikkfaglige innholdet i oppgavene blir analysert.

I kapittel 5 analyserer jeg datamaterialet og gjør rede for funnene mine. Funnene har jeg delt inn i kategoriene *Språklige aspekter*, *Visuelle aspekter* og *Matematikkfaglige aspekter*. Jeg presenterer utdrag fra transkripsjoner, viser eksempler på skriftlige besvarelser og beskriver hva som foregikk under datainnsamlingen. Deretter drøfter jeg funnene opp mot teorien fra teorikapitlet.

I kapittel 6 trekker jeg frem de viktigste funnene fra analysekapitlet og ser disse i sammenheng med det teoretiske rammeverket. Det er også her jeg svarer på forskningsspørsmålet.

Avslutningsvis, i kapittel 7, forsøker jeg å løfte blikket og sette resultatene fra studien i et større perspektiv. I den sammenheng vil jeg si noe om hvilke tiltak lærere kan gjøre for å tilpasse tekstoppgaver i matematikk for flerspråklige elever.

2. Teori

Målet med oppgaven er å belyse hvilke aspekter ved tekstoppgaver som er utfordrende for flerspråklige elever. I dette kapitlet vil jeg først avklare hva jeg legger i begrepene flerspråklighet og tekstoppgaver. Deretter kommer jeg til å gjøre rede for det teoretiske rammeverket som ligger til grunn for den gjennomførte studien, og som jeg bruker til å diskutere funnene mine. I den sammenheng vil jeg innlede med å gjøre rede for språkets betydning for matematikklæring og undervisning. Her er semiotikk, register og transformasjoner sentrale begreper. Videre tar jeg for meg ulike former for matematikkfaglig forståelse, og multiplikative strukturer som et sentralt matematisk tema i studien. Deretter ser jeg på tekstoppgaver som sjanger i matematikkfaget og forskning knyttet til flerspråklige elevers forståelse av disse.

2.1 Begrepsavklaring

2.1.1 Flerspråklighet

Flerspråklige elever er ikke nødvendigvis minoritetsspråklige, men i denne oppgaven har alle informantene et annet språk enn norsk som morsmål. Dermed kan de også omtales som minoritetsspråklige. Jeg velger likevel å bruke begrepet ≪flerspråklige elever≫ ettersom alle elevene i den aktuelle klassen har det til felles at norsk ikke er deres morsmål. Norsk er med andre ord ikke majoritetsspråket i klasserommet, men undervisningen foregår på norsk og det er det språket elevene og læreren kommuniserer på. Elevene er flerspråklige i den forstand at de bruker forskjellige språk i ulike livssituasjoner og kan sammenlignes med det engelske begrepet ≪bilingualism≫ slik Moschkovich (2007) gjør rede for det. Dessuten kan klassen også sies å være flerspråklig i den forstand at elevene har mange forskjellige morsmål.

Begrepet flerspråklighet antyder at en kan flere språk uten favorisering av disse. Det vil si at en ikke ser på det som et avvik at en ikke snakker majoritetsspråket, men som en berikelse at en behersker flere språk. Ordet ≪flerspråklig≫ er dermed mer positivt ladd enn ordet ≪minoritetsspråklig≫. På bakgrunn av dette kommer jeg til å omtale elevene som deltok i studien som flerspråklige.

2.1.2 Tekstoppgaver

I forskningslitteraturen brukes ulike begreper om matematiske oppgaver med tekst. Når jeg omtaler teori knyttet til tekstoppgaver i denne oppgaven, er det både litteratur om ≪story problems≫ og ≪word problems≫. Jeg har valgt å bruke begrepet tekstoppgaver, som jeg mener dekker de elementene jeg ønsker å ha med i oppgavene, nemlig kontekstbaserte oppgaver. Tekstoppgavene i denne studien er alle skrevet med naturlig språk. Det blir gitt en situasjon eller et problem som elevene må forstå for å løse oppgaven.

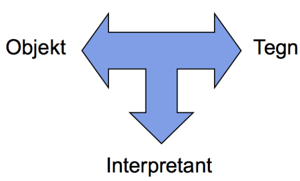
2.2 Språk og matematikk

I henhold til Vygotskys sosiokulturelle læringssyn skjer læring gjennom bruk av språk og deltakelse i et sosialt fellesskap (Imsen, 2005). Språk er en avgjørende faktor for tilegnelse av ny kunnskap, også i matematikkfaget. Avhengig av hvilken sosial situasjon en befinner seg i, tilpasser en språkbruken til den gitte situasjonen. Halliday (1978) bruker ordet *register* om språkbruk som er tilpasset en sosial kontekst. Til tross for at det matematiske språket av mange blir omtalt som universelt, er det imidlertid ikke slik (Gorgorió og Planas, 2001). Symbolspråket er riktignok en del av det matematiske språket, og kan anses som nokså universelt, men naturlig språk inngår som en like viktig representasjon i matematikk.

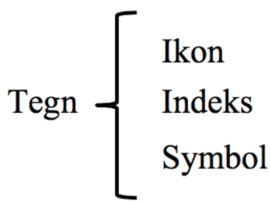
Semiotisk teori tar for seg læren om tegn og tegnbrukende atferd (Svendsen, 2011). Den amerikanske filosofen Charles Sanders Peirce var en av de som grunnla semiotikken som et tverrfaglig analyseverktøy. Han skriver at alle tegn formidler kunnskap om en annen ting, som det sies å stå for eller representere (Peirce, 1998). Denne tingen kalles for objektet. Sammenhengen mellom tegn og objekt kan tolkes på ulikt vis av ulike mennesker, og kalles for interpretant (figur 2.1). Slik formulerer Peirce (1998) det selv:

> A *sign* is a thing which serves to convey knowledge of some other thing, which it is said to *stand for or represent*. This thing is called the *object* of the sign; the idea in the mind that the sign excites, which is a mental sign of the same object, is called an *interpretant* of the sign. (s. 13)

Videre bygger hans semiotiske teori på en distinksjon mellom tre ulike former for tegn; ikon, indeks og symbol (figur 2.2). Ikon er et tegn som gir mening til objektet basert på visuell likhet, det kan eksempelvis være et fotografi eller et diagram. Indeks er et tegn som gir mening til objektet basert på en virkelig kobling, eller ved at det trekker oppmerksomhet mot objektet. Dette kan for eksempel være en pekende finger mot et objekt, demonstrative pronomen som ≪der≫ og ≪dette≫, eller parentesen i figur 2.2. Symbol er et tegn som gir mening til objektet basert på konvensjoner. Det vil si at det ikke er en åpenbar kobling mellom symbolet og objektet det står for. Et eksempel er symbolet for tallet fem, ≪5≫. Symbolet i seg selv identifiserer ikke mengden fem, men forventer at en klarer å forestille seg mengden fem, og at en assosierer symbolet med den. Likeledes er ordet ≪fem≫ et symbol for den samme mengden.



Figur 2.1



Figur 2.2

Steinbring (2006) gjør rede for ulike semiotiske representasjoner i matematikk og skiller mellom naturlig språk, symboler og figurer. Videre argumenterer han for at kunnskap om matematiske begreper må kommuniseres gjennom disse representasjonene. Det er dette som skiller matematikk fra andre realfag, nemlig det at matematiske begreper eksisterer kun som en idé i menneskets sinn, og de må derfor representeres i form av semiotiske representasjoner (Duval, 2006). Kunnskapen om et matematisk begrep utvikles ved å mediere mellom ulike semiotiske representasjoner knyttet til begrepet. Evnen til å mediere mellom semiotiske representasjoner utvikles i samhandling med andre elever og læreren, noe som er i tråd med Vygotskys læringssyn om deltakelse i et sosialt fellesskap (Imsen, 2005).

Duval (2006) skiller mellom to transformasjoner av semiotiske representasjoner; *behandling* og *omdannelse*. Den førstnevnte transformasjonen, *behandling*, definerer han som en operasjon innenfor samme register, mens *omdannelse* er en overgang fra et register til et annet. Ordet *register* bruker Duval om et semiotisk system som tillater en transformasjon. Duval skiller med andre ord mellom ulike register av semiotiske representasjoner basert på hvilket formål en har med å bruke de. På samme måte som Halliday (1978) omtaler register som tilpasset språkbruk i en gitt sosial kontekst, omtaler Duval register som bruk av semiotiske representasjoner tilpasset de matematiske aktivitetene en utfører.

Et eksempel på *behandling* er aritmetiske utregninger, da det foregår innen samme register, nemlig matematiske symboler. *Omdannelse* kan sammenlignes med det Steinbring (2006) omtaler som mediering mellom ulike semiotiske representasjoner. En slik transformasjon kan for eksempel være overgangen fra naturlig språk i en tekstoppgave til å sette opp en algebraisk ligning, da disse utgjør to forskjellige register. For å løse den algebraiske ligningen utfører man derimot en *behandling* av de matematiske symbolene.

Enhver matematisk aktivitet vil kreve minst én av transformasjonene. I arbeidet med tekstoppgaver blir elevenes evne til å utføre en omdannelse satt på prøve når det kreves at de går fra naturlig språk i oppgaveteksten til matematisk symbolspråk i løsningsprosessen. Hvorvidt elevene lykkes med denne transformasjonen avhenger av om de klarer å tolke det matematiske innholdet i oppgaveteksten. Det sier seg dermed selv at forutsetningen for å få til tekstoppgaven er at språket er forståelig for eleven som skal løse den. Dette utdyper jeg senere i kapitlet.

2.3 Matematikkfaglig forståelse

På samme måte som det kreves en viss forståelse av språk for å tolke oppgaveteksten riktig, må det også være en form for forståelse for det matematiske begrepet for å få til å løse oppgaven.

Skemp (1976) skiller mellom to typer forståelse i matematikkfaget; *relasjonell* - og *instrumentell forståelse*. Den førstnevnte beskriver han som forståelse for hvilken matematisk operasjon eller transformasjon en skal utføre, og ikke minst hvorfor en skal gjøre nettopp denne. Det kan for eksempel være når en elev bruker Pytagoras' setning for å finne en ukjent side i en rettvinklet trekant, og samtidig vet hvorfor setningen kun er gyldig for rettvinklede trekanter. Instrumentell forståelse definerer Skemp (1976) som regler uten begrunnelser. En elev sies å ha en instrumentell forståelse av en formel når det er noe eleven har lært seg å bruke i en gitt situasjon, men ikke har kunnskap om hvorfor den er gyldig i nettopp denne situasjonen. Det kan for eksempel være i arbeid med en ligning hvor en utfører flytte-bytte-regelen for å isolere den ukjente i ligningen. En elev kan fint få til å utføre denne operasjonen og få rett svar uten en forståelse for hvorfor det går an, altså at man egentlig utfører den samme operasjonen på begge sider av likhetstegnet.

Selv om Skemp (1976) er klar på at relasjonell forståelse er å foretrekke, skriver han at det er visse fordeler ved instrumentell forståelse. Ettersom instrumentell forståelse er lettere å oppnå, kan en lettere oppleve mestring i faget med en slik tilnærming. Dessuten er effektivitet et argument for å bruke instrumentell tilnærming. En slik forståelse kommer likevel til kort når en skal løse ukjente problemer og ikke forstår hvorfor en gjør det en gjør. Instrumentell forståelse innebærer at elevene husker et stort antall sett med regler, mens med relasjonell forståelse har en forståelse av den generelle sammenhengen. Med den sistnevnte forståelsen er det mulig å bruke kunnskapen om det generelle i nye og ukjente situasjoner (Skemp, 1976).

Ettersom matematiske begreper kun eksisterer som en idé i menneskets sinn (Duval, 2006), vil denne idéen kunne variere fra person til person. Tall og Vinner (1981) skiller mellom begrepsdefinisjon som en formell matematisk definisjon av et begrep, og begrepsbilde som er forståelsen eller oppfatningen en enkelt person har av et begrep. Videre argumenterer de for at begrepsbildet til den enkelte er dynamisk og endres som følge av eksemplene en blir eksponert for og andre erfaringer en får med begrepet. Som resultat av dette konkluderer de med at valg av eksempler i undervisningen er viktig, og at læreren må være klar over hvilke mulige begrepsbilder elevene kan utvikle som følge av undervisningen (Tall & Vinner, 1981). Elevenes begrepsbilde er med andre ord elevenes forståelse og oppfatning av et begrep. Sett i sammenheng med Skemp (1976) sin teori, vil et rikt begrepsbilde kunne sammenlignes med å ha relasjonell forståelse og et begrenset begrepsbilde med instrumentell forståelse.

2.4 Multiplikative strukturer

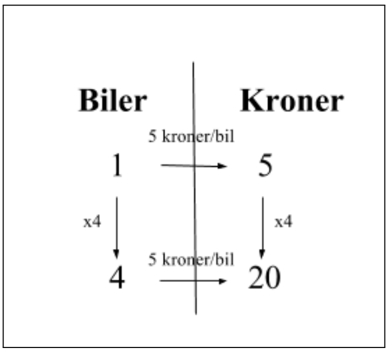
Tekstoppgavene i studien som denne oppgaven baserer seg på, inkluderer enheter i en eller annen form. Derfor anser jeg det som relevant å redegjøre for hvilke matematiske strukturer ulike enheter baserer seg på.

Thompson (1994) har studert elevers forståelse av fart og ratebegrepet på 5. trinn. I den sammenheng skiller han mellom å sammenligne additive situasjoner som utgjør en differanse, og det å sammenligne multiplikative situasjoner som utgjør et forhold eller rate. De sistnevnte situasjonene bygger på de førstnevnte, og er dermed noe mer komplekse av natur.

En additiv situasjon kan for eksempel være å finne høydeforskjellen på to personer. I slike situasjoner er en alltid avhengig av å ha samme enhet på størrelsene som sammenlignes, noe man derimot ikke alltid trenger i multiplikative situasjoner. Vergnaud (1983) har tatt for seg forskjellen på multiplikative strukturer som en sammenligning av målrom med samme enhet og sammenligning av målrom med ulik enhet. Disse to strukturene kaller han for henholdsvis forhold (ratio) og rate.

Et eksempel på en multiplikativ situasjon med rate, kan være å finne pris per kilo ut fra antall kilo og total pris. I et slikt tilfelle skal en ikke oppnå samme enhet på begge størrelser før en finner sammenhengen mellom disse. Når en derimot skal finne forholdet mellom to størrelser, er dette også en multiplikativ situasjon, men som krever samme enhet på størrelsene som skal sammenlignes.

For å tydeliggjøre forskjellen på forhold og rate benytter Vergnaud (1983) seg av diagrammer som skiller mellom to målrom og bruker piler for å vise hvilke størrelser som sammenlignes til enhver tid. Et eksempel på et sånt diagram er figur 2.3, hvor det er et målrom for antall lekebiler og et målrom for den totale prisen for lekebilene i kroner.



Figur 2.3: Multiplikative strukturer.

Av figuren kan man se at når en beveger seg innenfor samme målrom eller utfører det Vergnaud (1983) kaller en skalar operator (piler som peker nedover), så trenger enheten å være den samme på begge størrelser som sammenlignes. Når en derimot skal se på sammenhengen mellom to målrom, innebærer det at en ser på størrelser med forskjellige enheter. Dette kaller Vergnaud (1983) for funksjonsoperator (piler på tvers av målrom). I oppgavekapitlet (kapittel 4) redegjør jeg for hvilke multiplikative strukturer som oppgavene i denne studien baserer seg på.

2.5 Tekstoppgaver

2.5.1 Tekstoppgavers plass i matematikkfaget

Lave (2001) gjør rede for ulike argumenter for å ha matematikk som fag i skolen. Et av argumentene er at faget har stor relevans i elevenes daglige liv. Dermed forsøker man å lage oppgaver basert på hverdagssituasjoner for å gjøre faget meningsfylt. Det skal likevel mye til for at en gitt kontekst eller hverdagssituasjon oppleves som relevant for alle elever. Lave (2001) skriver at tekstoppgaver sjeldent omhandler en situasjon elevene kan relatere seg til. På den måten mislykkes man med brobyggingen mellom matematikk som fag i skolen og matematikk i hverdagen.

Noen foreslår å la elevene selv lage matematiske problemer, men Lave (2001) er kritisk til et slikt opplegg dersom målet er å bygge bro mellom elevenes hverdag og matematikk i skolen. Det begrunner hun med at man til daglig er opptatt av å redusere eller minimere antall problemer man støter på i hverdagen, det blir derfor ikke realistisk for elevene å skulle lage problemer for å løse dem. Studier har også vist at når elever blir bedt om å lage egne tekstoppgaver, lager de ikke oppgaver som bygger på erfaringer fra dagliglivet, men oppgaver som tilsvarer tekstoppgaver de er vant til å løse i skolesammenheng (Gerofsky, 1996). Lave mener det viktigste er at tekstoppgaver bygger på problemer som elevene kan leve seg inn i. De trenger ikke nødvendigvis å være realistiske problemer, men de må engasjere elevene i å finne en løsning.

Gerofsky (1996) retter et kritisk blikk mot tekstoppgaver som sjanger i matematikkfaget. Hun er opptatt av at det stilles spørsmål ved hvorfor man inkluderer tekstoppgaver som sjanger i skolematematikken. Tekstoppgaver trener elevene i å bruke bestemte algoritmer, men Gerofsky mener treningen kan foregå uten at det ligger en historie bak. Hun synes heller ikke argumentet om at tekstoppgaver trener elevene i å løse hverdagslige problemer er godt nok, da oppgavene i liten grad baseres på elevenes virkelige erfaringsgrunnlag. Til slutt nevner hun at det er lang tradisjon for å inkludere tekstoppgaver i skolematematikken, og at det kan være av betydning for at det fremdeles er slik.

I motsetning til Lave (2001) og Gerofsky (1996), så argumenterer Koedinger og Nathan (2004) for at tekstoppgaver kan være lettere for barn enn rent algebraiske oppgaver. De mener at det er hensiktsmessig å presentere tekstoppgaver for barn forut for rent aritmetiske oppgaver. Dette begrunner de med at barn ikke har en intuitiv forståelse av matematiske symboler og hvordan en opererer med disse, mens naturlig språk lærer de på et mye tidligere stadium. Satt i sammenheng med semiotisk teori, brukes det altså ulike tegn for å beskrive de samme objektene innenfor henholdsvis matematisk register og hverdagsspråklig register. Dermed argumenterer Koedinger og Nathan for at det er fordelaktig å innlede arbeidet med problemløsing i form av tekstoppgaver. Nathan og Petrosino (2003) kaller et slikt syn for «verbal precedence view», mens «symbol precedence view» representerer et syn på at algebraisk symbolbruk bør representeres før tekstoppgaver brukes for å anvende symbolbruken. De skriver at lærere med høy matematikkfaglig kompetanse ofte har det førstnevnte synet selv om studier har vist at elever ofte presterer bedre på tekstoppgaver enn på algebraiske oppgaver med de samme underliggende matematiske relasjonene (Nathan og Petrosino, 2003). Dette begrunner de med at lærere som har studert matematikk på universitetsnivå ser på fagets symbolbruk som «ekte matematikk», og noe som har høyere rang i faget enn naturlig språk.

2.5.2 Tekstoppgavers struktur

Ifølge Gerofsky (1996) har tekstoppgaver ofte en tredelt struktur. Første del dreier seg om situasjonen rundt problemet; personer, sted og andre objekter. Andre del av oppgaveteksten er informasjonen som er nødvendig for å løse oppgaven, og siste del er spørsmålet som skal besvares eller det som er målet med oppgaven. Den siste delen kaller hun for instruerende setning. Gerofsky argumenterer for at en slik struktur tar utgangspunkt i strukturen til aritmetiske algoritmer eller algebraiske problem, fremfor strukturen til muntlige og skriftlige historiefortellinger. Hun er kritisk til at den første komponenten i oppgaveteksten inkluderes i det hele tatt, og stiller spørsmål ved hensikten bak. Gerofsky mener første del av oppgaveteksten generelt er irrelevant for den aritmetiske eller algebraiske løsningen av problemet. Når historien i tekstoppgaven blir gitt stor plass, kan det distrahere elevene fra det som egentlig er målet med oppgaven. Elevene begynner å betrakte utenforliggende faktorer fra historien i stedet for å konsentrere seg om å trekke ut variabler og regneoperasjoner som er nødvendige for å løse oppgaven. Når det er sagt, viser det seg også at historiene kan skape interesse og gi elevene motivasjon i løsningsprosessen (Gerofsky, 1996).

2.5.3 Å løse tekstoppgaver

Koedinger og Nathan (2004) skiller mellom to faser i arbeidet med å løse tekstoppgaver; *forståelsesfasen* (comprehension phase) og *løsningsfasen* (solution phase). Forståelsesfasen går ut på hvordan elevene forstår selve teksten, og om de forstår alle ordene og oppfatter konteksten riktig. Etter å ha tolket teksten i oppgaven og gjort seg opp en forståelse av situasjonen som beskrives, velger elevene en strategi for å løse oppgaven matematisk. Det er dette som kalles for løsningsfasen.

Ifølge Hegarty, Mayer og Monk (1995) kan forståelsesfasen i arbeidet med å løse tekstoppgaver deles inn i tre steg; Konstruksjon av tekstbase, konstruksjon av matematikkspesifikke representasjoner og konstruksjon av løsningsplan. I det første steget, konstruksjon av tekstbase, leser eleven oppgaveteksten for å oppdage den semantiske sammenhengen i teksten. I det neste steget, konstruksjon av matematikkspesifikke representasjoner, skilles det mellom to tilnærminger; *direkte oversetting* og *problemmodell*.

Direkte oversetting innebærer at eleven ser etter tall i oppgaveteksten, og oversetter nøkkelord i teksten direkte til en matematisk regneoperasjon (Hegarty et al., 1995). Eksempelvis blir nøkkelord som ≪mindre≫ og ≪større≫ henholdsvis oversatt til regneoperasjonene subtraksjon og addisjon. En slik tilnærming fører ofte til at elevene ikke lykkes med å løse tekstoppgaven korrekt, spesielt i oppgaver som forutsetter flere steg i fremgangsmåten. Den andre tilnærmingen, problemmodell, innebærer at eleven setter seg godt inn i konteksten og relasjonene som presenteres i oppgaven. Elever som arbeider på denne måten vil i mindre grad huske enkeltord som kan oversettes til en matematisk regneoperasjon, og heller fokusere på sammenhengene som gis.

Det siste steget, konstruksjon av løsningsplan, innebærer at eleven er klar til å utføre de aritmetiske beregningene på den informasjonen som den har trekt ut som relevant i oppgaven. I tillegg må eleven tolke svaret sitt og vurdere opp mot situasjonen som ble gitt i oppgaven. Det er med andre ord steget hvor eleven konstruerer matematikkspesifikke representasjoner som ofte er avgjørende for om eleven lykkes med å løse oppgaven. Dette er en overgang mellom register slik Duval (2006) definerer det, altså en *omdannelse*, og det fremhever han som noe av det mest krevende i matematikkfaget. Men en er selvsagt også avhengig av at elevene har de aritmetiske ferdighetene på plass for å løse oppgaven korrekt (Hegarty et al., 1995).

2.6 Flerspråklige elever og matematikk

Lunde (2015) refererer til en undersøkelse som viser at flerspråklige elever i større grad har vanskeligheter med å løse tekstoppgaver enn etnisk norske elever. Kempert et al. (2011) refererer til studier som viser at dette også er tilfellet i Sveits og Tyskland, og konkluderer med at koblingen mellom språk og matematikk er særlig fremtredende i arbeidet med tekstoppgaver. Lunde argumenterer for at språket er et meningsbærende element i matematisk kommunikasjon, og skriver videre at minoritetselever ofte faller gjennom når de deltar i kommunikasjon med andre som krever at de må tolke det som blir sagt. Dette begrunner han med at mange har problemer med å ta i mot informasjon, behandle den og bruke den når språket de mottar informasjonen på er et språk de ikke behersker. Igjen fører dette til at disse elevene sliter med problemløsning, særlig i form av tekstoppgaver (Lunde, 2015). I de følgende avsnittene vil jeg gå nærmere inn på teori knyttet til tekstoppgaver og flerspråklige elevers forståelse av disse.

2.6.1 Overganger mellom registre

Gorgorió og Planas (2001) har studert hvordan språket både virker som et sosialt verktøy og som et verktøy for å konstruere matematisk kunnskap. De er opptatt av å illustrere det faktum at selv om matematikk kan betraktes som et universelt språk, så er språket som brukes for å arbeide med matematikk i klasserommet langt i fra universelt. Flerspråklige elever må foreta seg flere språklige overganger i en skolesammenheng. For det første må de gå fra sitt førstespråk til sitt andrespråk, og i tillegg må de veksle mellom sosial prat (social talk) og akademisk prat (academic talk). Sosial prat og akademisk prat er to ulike register slik Halliday (1978) definerer det. I matematikkfaget kreves det at elevene går fra å bruke et hverdagsspråklig register til å bruke matematisk register, som innebærer å bruke begreper og uttrykk fra matematikkfaget. Dette er med andre ord et spesialtilfelle av overgangen mellom sosial prat og akademisk prat som er særeget for matematikkfaget. Elever som følger undervisning på et annet språk enn morsmålet sitt og ofte et annet språk enn det som brukes i hjemmet, må bytte til sitt andrespråk i undervisningssituasjoner. En slik overgang er imidlertid ikke forbeholdt undervisningssituasjoner, men overgangen fra sosial prat til akademisk prat er spesiell for undervisningssituasjoner. Samtaleemnet blir da basert på det respektive faget det undervises i. Når samtaleemnet er matematikk, må elevene gå fra å bruke et hverdagsspråklig register til å bruke matematiske begreper og uttrykk for å kommunisere.

Ifølge Gorgorió og Planas (2001) er sammensetningen av disse overgangene en stor utfordring for flerspråklige elever og krever gode ferdigheter innen «kodesvitsjing». Kodesvitsjing betyr at en veksler mellom to ulike register i en og samme samtale. Det handler ikke bare om oversette mellom første - og andrespråk, men om å gi ordene en annen betydning og bruke de på en annen måte. Gorgorió og Planas (2001) skriver at det handler om å være i stand til å aktivere et annet kommunikasjonssystem med nye symboler, figurer og ord. I mange tilfeller dreier det seg imidlertid om de samme ordene og figurene i begge kommunikasjonssystemene, men hvor de har ulik betydning avhengig av hvilket kommunikasjonssystem en befinner seg i. I henhold til Peirce (1998) sin semiotiske teori dreier det seg altså om samme tegn, men ulik interpretant. Kommunikasjonssystem kan sies å være det samme som Halliday (1978) definerer som et register. På bakgrunn av dette er det viktig at lærere er oppmerksomme på de forskjellige betydningene et ord, symbol eller figur kan ha for å unngå misoppfatninger, og være bevisst på elevenes utfordringer knyttet til bruken av ulike register.

I likhet med Gorgorió og Planas (2001) trekker også Schleppegrell (2007) frem overgangen mellom hverdagsspråk og akademisk terminologi som en hovedutfordring i matematikkundervisningen. Hver fagdisiplin har sin egen fagterminologi som en uatskillelig del av faget. Språk og læring kan med andre ord ikke separeres. På samme måte er matematikkfaget ikke kulturelt upåvirket (Lunde, 2015). Elever fra andre land har en annen erfaringsbakgrunn om matematikk i hverdagen, og når læreplanen legger vekt på dagliglivets matematikk, kan dette ofte føre til favorisering av de etnisk norske. Men etnisk norske elever har selvsagt også forskjellig erfaringsbakgrunn. Det er viktig at undervisningen bygger på det elevene kan fra før, og derfor er det viktig at læreren blir kjent med alle elevers kulturelle bakgrunn. Gorgorió og Planas (2001) tar også opp denne potensielle avstanden mellom flerspråklige elevers erfaringsbakgrunn og konteksten tekstoppgaver tar utgangspunkt i, og skriver at utfordringene de møter ofte kan føre til at de ikke får til å løse oppgaven.

Som beskrevet tidligere blir flerspråklige elever stilt overfor mange overganger mellom ulike register i skolesammenheng, og da spesielt i møte med tekstoppgaver i matematikk. Kempert, Saalbach og Hardy (2011) skriver at forenkling av språket i tekstoppgaver resulterer i bedre prestasjoner blant flerspråklige elever, da dette gjør overgangen mellom registre enklere. Videre nevner de at problemer med å forstå oppgaven på overflatenivå eller behovet for å oversette en del av problemet til et annet språk, krever mye av arbeidsminnet til elevene, som igjen reduserer kapasiteten deres til å utføre de aritmetiske beregningene i oppgaven, og som derfor kan være en årsak til dårlige prestasjoner på tekstoppgaver. Språket i oppgaven kan med andre ord forhindre elevene i å få vist matematikkforståelsen sin. I tillegg til å forenkle språket, viser Kempert et al. (2011) til studier som konkluderer med at prestasjonene til elever med lesevansker økte betraktelig når tekstoppgavene ble gitt muntlig. Dette kan være relevant for flerspråklige elever også, da de ofte har svake leseferdigheter.

2.6.2 Å tolke oppgaveteksten

Studier viser at det er en sammenheng mellom leseforståelse og løsing av tekstoppgaver (Nortvedt, 2013). Det viser seg at enkelte elever kan mislykkes i oppgaveløsingen som følge av at de misforstår oppgaven og oppfatter ikke hva oppgaven faktisk går ut på. Flerspråklige elever møter den samme utfordringen, men det er ofte flere faktorer enn leseferdigheter som er årsaken til det. Det å forstå en tekstoppgave innebærer at eleven lager seg en mental modell av det matematiske problemet som beskrives i oppgaveteksten, før de deretter anvender den for å løse oppgaven. Hvorvidt denne mentale matematiske modellen er korrekt avhenger av om eleven har tolket teksten riktig (Nortvedt, 2013). Nortvedt trekker frem oppgaver som inneholder irrelevant eller skjult informasjon, som spesielt utfordrende å forstå. Dessuten er flerstegsoppgaver vanskelige ettersom det sjeldent fungerer å løse de med direkte oversetting. Flerstegsoppgaver er oppgaver der det kreves flere steg med matematikkoperasjoner for å komme frem til den riktige løsningen (Nortvedt, 2013). I flerstegsoppgaver brukes ofte ord som ≪mer enn≫, ≪til sammen≫ og ≪mindre enn≫ for å beskrive en relasjon mellom mengder og personer. Elevene kan kjenne igjen disse ordene som nøkkelord fra ettstegsoppgaver, hvor det i større grad fungerer å oversette disse direkte til en regneoperasjon. Det Hegarty et al. (1995) kaller for direkte oversetting vil med andre ord være dårligere egnet i flerstegsoppgaver enn i ettstegsoppgaver.

Nortvedt (2013) påpeker at det er viktig å arbeide målrettet med lesing i matematikk, og fokusere på hvilke nøkkelord som brukes i matematikktekster. I tillegg mener hun at det kan være gunstig for lesesvake elever å opparbeide seg et repertoar av oppgaveformater som de kan kjenne igjen. Det vil si at de bør jobbe med stereotypiske tekstoppgaver for å kunne mestre disse i større grad. Skrivesenteret anbefaler å bruke et såkalt prosessnotat for å arbeide systematisk med å løse tekstoppgaver (Vedlegg D). Et slikt notat hjelper elevene med å avklare oppgaven, strukturere viktig informasjon og aktivere forkunnskaper (Skrivesenteret, 2014).

Heesch, Storaker, & Lie (2000) har kartlagt blant annet bruken av vanskelige ord fra det almenne ordforrådet og fagord i matematikkoppgaver fra TIMSS for 9. trinn. Der undersøkes det også hvorvidt bruken av disse har betydning for prestasjonene til minoritetselever sett i forhold til etnisk norske elever. Fagord definerer Heesch et al. som ord som er tilknyttet faget og som ikke betraktes som enkel dagligdags tale blant elever på 9.trinn. Eksempel på slike ord er ≪volum≫, ≪figur≫, ≪mål≫, ≪gram≫, ≪cm≫, ≪prosent≫ og ≪masse≫. Alle disse ordene var i tekstoppgavene i studien som ligger til grunn for denne oppgaven.

Rapporten konkluderte med at det ikke var en entydig sammenheng mellom antall fagord og prestasjoner i matematikk, men at prestasjonsforskjellen er størst på de oppgavene som inneholdt flest fagord. I rapporten defineres vanskelige ord som de ord fra det allmenne ordforrådet som ikke anses å være en naturlig del av ordforrådet til en 9. klassing, i tillegg til billedlige ord, sammensatte ord og en del homonymer. Eksempel på den type ord som ble brukt i oppgavene i denne studien er ≪omtrent≫, ≪rommer≫ og ≪avstand≫. Når det gjelder sammenhengen mellom prestasjoner og antall vanskelige ord i oppgaveteksten konkluderes det med at det er en svak tendens til at antall vanskelige ord har betydning for forståelsen av oppgaven for minoritetselever.

I 1998 ble det utført en tilsvarende studie hvor det ble konkludert med at informasjonsomfanget i matematikkoppgaver også er av betydning for minoriteters prestasjoner (Heesch, Storaker, & Lie, 1998). Oppgaver med lite tekst skapte mindre problemer for denne elevgruppen, spesielt oppgavetekster hvor fagord ble forklart. Dessuten viste det seg at kulturelt betingete oppgaver var vanskelige. Det vil si oppgaver som bygger på en kontekst som er ukjent for minoritetselever som følge av deres erfaringsbakgrunn. Heesch et al. (1998) skriver at korte tekster også kan skape utfordringer dersom det stilles krav til leseren både når det gjelder ordforståelse, syntaks, tekstbinding og inferens. Det gjelder spesielt når oppgavene er konsentrerte og abstrakte, og det dermed kreves stor konsentrasjon for å svare på de. Da skal elevene kunne trekke slutninger ut fra faglige kunnskaper, og bearbeide mye informasjon på en gang. Dette krever språklig mestring, da all informasjon må lagres i kortidsminnet helt til den instruerende setningen presenteres på slutten av teksten, og oppgaven skal besvares.

Heesch et al. (1998) konkluderte også med at visuelle faktorer hadde betydning for minoritetenes prestasjoner på tekstoppgaver. I den forbindelse nevner de at en bør tilstrebe at tekst og illustrasjon utfyller hverandre. Med det mener de at teksten bør forklare figuren, mens illustrasjonen bør vise hva teksten handler om.

Abedi og Lord (2001) gjennomførte en omfattende studie i Los Angeles på elever på ungdomstrinnet for å undersøke hvorvidt tekstoppgavers språkinnhold og utforming var av betydning for elevenes prestasjon. Det ble både samlet inn skriftlige besvarelser fra omkring 1000 elever og gjennomført intervju med 36 andre elever. I den forbindelse sammenlignet de blant annet resultatene til engelskspråklige elever og de som hadde engelsk som andrespråk. Forskerne utformet to oppgavesett til en stor gruppe med elever i likhet med studien denne oppgaven baserer seg på. Forskerne hadde et oppgavesett bestående av oppgaver fra nasjonale prøver og et annet sett hvor de samme oppgavene var modifisert for å senke kompleksiteten i språket. Språket ble forandret, men orginale tall, størrelser og visuelle utforminger ble beholdt. Modifiseringene ble gjort på bakgrunn av ekspertise og resultater fra tidligere studier (Abedi & Lord, 2001).

Følgende språklige modifiseringer ble gjort:

- Lite kjente ord eller lite brukte ord i det allmenne ordforråd ble endret
- Passive verb ble endret til aktive
- Lange setninger ble kortet ned
- Betinget form ble fjernet
- Komplekse spørsmål ble forenklet
- Abstrakte eller upersonlige presentasjoner ble gjort mer konkrete
- Tilleggsinformasjon uten å starte en ny setning ble ungått

Studien viste at elevenes språklige bakgrunn påvirker prestasjonene deres på tekstoppgaver. Elever med engelsk som andrespråk skåret signifikant lavere enn engelskspråklige elever. I tillegg viste det seg at språklige modifiseringer på tekstoppgaver kan påvirke prestasjonene. Særlig hadde modifiseringene betydning for lavt presterende elever. Elever med engelsk som andrespråk fikk større utbytte av endringene som ble gjort enn engelskspråklige elever. Abedi og Lord (2001) skriver at resultatene deres stemmer overens med andre studier som har vist at det er en sammenheng mellom elevers leseferdigheter og evnen til å løse aritmetiske problemer.

2.6.3 Høy språklig kvalitet i tekstoppgaver

Matematikksenteret skrev en rapport om deres vurdering av eksamen i matematikk på oppdrag fra Utdanningsdirektoratet i 2015 (Andersen, Berg, Dahl, Ravlo, & Wæge, 2015). I denne rapporten analyseres eksamenssett i matematikk for 10. trinn, og eksamen i 1P og R1 på videregående skole. Språk, struktur og kontekst er blant de aspektene som blir analysert. I den sammenheng har Matematikksenteret skrevet et vedlegg til rapporten hvor de utdyper hva de legger i språklig høy kvalitet på eksamen i matematikk. Vedlegget inneholder punktvis 12 faktorer som påvirker den språklige kvaliteten i matematikkoppgaver. Der fremkommer det blant annet at språket i oppgavene skal være tilpasset målgruppen, altså de som besvarer oppgavene. Dette innebærer at en skal bruke norske ord og uttrykk fremfor fremmedord. I tillegg bør tvetydige ord brukes med varsomhet, da disse vil gjøre oppgavene spesielt vanskelig for minoritetsspråklige elever. Videre skal alle formuleringer være presise og entydige. Opplysninger som oppgaveutvikleren vurderer som overflødige, kan ofte oppleves som en mangel hos oppgaveløseren. En skal likevel unngå å tilføre unødvendig informasjon (støy) i oppgaveteksten. Det gjør teksten lettere tilgjengelig for lesesvake elever. Dessuten er det viktig at oppgaven stiller et spørsmål og unngår formuleringer i imperativ form som ≪gjør≫, ≪finn≫, ≪bestem≫ og lignende. Når det kommer til figurer eller illustrasjoner som brukes i oppgavene, er det viktig at disse bidrar positivt i prosessen med å tolke oppgaven.

Resultatene fra ovennevnte studier har jeg brukt til å modifisere tidligere gitte eksamensoppgaver i denne studien. I neste kapittel redegjør jeg for de modifiseringene som jeg har gjort med henvisning til Heesch et al. (1998), Andersen et al. (2015) og Abedi og Lord (2001) sine studier.

3. Metode

I dette kapittelet vil jeg gjøre rede for forskningsdesignet bak studien. Jeg forklarer bakgrunnen for valg av skole og informanter, og beskriver datainnsamlingsmetodene som har blitt brukt i studien: innsamling av 18 skriftlige elevbesvarelser på matematikkoppgaver og tre gruppeintervju med fire elever i hvert (ni forskjellige elever). Jeg vil begrunne valget av datainnsamlingsmetoder ut i fra forskningsspørsmålet mitt og teori, og gjøre etiske betraktninger rundt disse valgene. Til slutt gjør jeg rede for analysemetoden som har blitt brukt for å analysere datamaterialet.

3.1 Forskningsdesign

Denne oppgaven har som hensikt å belyse hvilke utfordringer flerspråklige elever har knyttet til tekstoppgaver som sjanger i skolematematikken. Jeg har forsøkt å identifisere hvilke aspekter ved tekstoppgaver som er utfordrende for denne elevgruppen. Derfor fant jeg det hensiktsmessig å lage to forskjellige oppgavesett med tekstoppgaver hvor det ene besto av tidligere gitte eksamensoppgaver, og det andre tok utgangspunkt i de samme oppgavene med språklige modifiseringer gjort på bakgrunn av tidligere forskning og teori som omhandler tekstoppgaver generelt. Deretter ble elevene intervjuet i grupper på fire, hvor fokuset lå på å diskutere forskjellen på oppgaveutformingene og hvilke aspekter som forhindret dem i å løse oppgavene. Ettersom utvalget av elever var nokså lite, og nærheten til informantene stor, anser jeg denne oppgaven som et resultat av en småskala kvalitativ studie (Postholm, 2005).

Studien som ligger til grunn for oppgaven er en indre casestudie med fleksibelt design hvor casen er en klasse med 18 elever. En casestudie undersøker et aktuelt fenomen i dybden i en naturalistisk kontekst ved hjelp av flere datakilder (Yin, 2013). Stake (2000) definerer en indre casestudie som en studie hvor hovedfokuset er å opparbeide seg dypere forståelse av den spesifikke casen. Jeg søker å forstå hvilke utfordringer en klasse med flerspråklige elever har i møte med tekstoppgaver, og det er dermed disse elevene som er casen i denne studien. Videre skriver Stake at indre casestudier ofte muliggjør generalisering for en større gruppe. Andre forskere kan sette seg inn i den detaljerte beskrivelsen av casen og velge ut relevant informasjon for en annen case, det vil si en annen gruppe med elever. I denne studien er den spesifikke casen en klasse med 18 elever, og målet er å belyse denne gruppens forståelse av tekstoppgaver. Resultatet fra studien vil ikke være representativt for alle flerspråklige elever i den norske skolen, men det er dog tenkelig at andre flerspråklige elever kan møte på de samme utfordringene som informantene i denne studien.

3.2 Valg av skole og informanter

Innsamlingen av data til denne studien ble gjort på en grunnskole for voksne innvandrere i en mellomstor by i Norge. Informantene i studien var innvandrerelever mellom 16 og 37 år som går sitt siste år på grunnskole for voksne. Opprinnelig er informantene fra Somalia, Eritrea, Afghanistan og Syria og har bodd i Norge i alt fra to til ti år. Noen elever har ingen skolegang fra hjemlandet sitt, mens andre har opptil elleve års skolegang.

Grunnskole for voksne innvandrere er et toårig løp med matematikk, naturfag, engelsk, og samfunnsfag som forbereder elevene for videregående opplæring. Før de begynner på dette løpet må de ha vært gjennom norskopplæring for å tilegne seg tilstrekkelige norskkunnskaper for å være i stand til å følge undervisning i disiplinfagene på norsk. Bakgrunnen for valget av denne skolen og elevgruppen var at jeg ønsket å undersøke flerspråklige elevers forståelse av tekstoppgaver, og at en av lærerene på den aktuelle skolen er i mitt personlige nettverk. Dermed var det muligheter for et tett samarbeid med denne læreren, heretter kalt Line, og stor tilgang til hennes klasserom i perioden datainnsamlingen fant sted. Elevene har jeg også blitt kjent med tidligere i forbindelse med andre prosjektemner under utdanningen min, og de var kjent med at jeg skulle i gang med å skrive en masteroppgave og var positive til å stille som informanter i studien.

Hele klassen fikk utdelt et samtykkeskjema i god tid før undersøkelsen fant sted (Vedlegg A). Lærer Line delte ut dette og informerte muntlig om hva deltakelsen i studien innebar, og at elevene kunne trekke seg på hvilket som helst tidspunkt. Alle elevene ga sitt samtykke til å være med, og de som var under 18 år fikk underskrift fra foresatte. Klassen består av 22 elever med omtrent like mange gutter og jenter. Fire elever var ikke til stede under gjennomføringen av undersøkelsen, og dermed var det 18 informanter i studien, det vil si samtlige som var til stede den aktuelle dagen. I tillegg til lærer Line, har klassen også en assistentlærer i matematikk som heretter blir kalt Per.

Som nevnt har jeg ved tidligere anledninger vært inne i den samme klassen. Dermed hadde jeg en viss formening om det språklige og matematiske nivået til elevene, ikke på individnivå, men generelt i klassen. Elevene har ulik utdanningsbakgrunn og har ikke fulgt et ordinært tiårig skoleløp. Alle har til felles at de kommer fra et annet land enn Norge, men har bodd i Norge i noen år. Ifølge lærer Line er nivået i matematikk nokså lavt, og språket er en stor barriere i undervisningen og i elevenes læringsprosess.

3.3 Datainnsamlingsmetoder

I de to følgende avsnittene vil jeg gi en detaljert beskrivelse av hvordan datainnsamlingen ble gjennomført. I tillegg til skriftlige elevbesvarelser på oppgaver, og gruppeintervju, hadde jeg en uformell samtale med assistentlærer Per og jeg tok feltnotater av spørsmål jeg fikk under oppgaveløsinga. Samtalen ble tatt opp og brukes sammen med feltnotatene som supplerende datakilder i studien.

3.3.1 Skriftlige besvarelser

Første del av datainnsamlingen var skriftlige besvarelser fra de 18 elevene på oppgavene som er beskrevet i neste kapittel. Før arbeidsøkten startet fikk elevene tid til å finne frem hjelpemidler og skrivesaker, og jeg presiserte at dette ikke var en prøve. Jeg fortalte at undersøkelsen ble kun gjort for min masteroppgave og skulle ikke ses på som en prøve, men at de likevel måtte gjøre sitt beste. Hver elev fikk velge et tilfeldig oppgavesett fra to bunker; en med oppgavesett A og en med oppgavesett B. Ni elever besvarte hvert av oppgavesettene. Elevene ble tilfeldig plassert på to forskjellige klasserom for å unngå at de satt to og to, og dermed kunne de ikke se hverandres besvarelser eller samarbeide.

I hvert klasserom satt det en lærer som vakt. Halvannen time ble satt av til å løse oppgavene, men elevene kunne gå når de var ferdig. Dersom de rakk opp hånden underveis, var det jeg som snakket med elevene. Spørsmålene jeg fikk omhandlet utelukkende språket i oppgavene, og jeg fortalte elevene at jeg ikke kunne svare på disse i og med at språket var noe av det jeg skulle se på i undersøkelsen. Jeg noterte meg imidlertid hvilke ord og uttrykk de hadde spørsmål om, og har dermed også feltnotater som datamateriale. Elevene besvarte oppgavene på oppgavearket og markerte disse med sitt navn slik at det skulle være mulig for meg å identifisere elevene jeg ønsket å intervjue i etterkant.

3.3.2 Gruppeintervju

3.3.2.1 Runde 1

I første omgang ble åtte elever valgt ut til intervju på bakgrunn av de skriftlige besvarelsene deres og i samråd med lærer Line. Jeg var interessert i å velge ut elever som var i stand til å uttrykke seg om de språklige forskjellene på oppgavesettene. Språkferdighetene til elevene er varierende, og derfor anså jeg det som nyttig å ta i mot hjelp fra læreren med utvalget til intervju. Jeg rettet oppgavene umiddelbart etter at elevene hadde løst dem og valgte så ut potensielle kandidater til intervju. Læreren så deretter på utvalget jeg hadde gjort, og kom med innspill til hvilke elever hun mente kunne bidra i størst grad med å belyse hvilke utfordringer som de møter i tekstoppgaver. Det ble først gjennomført to intervjuer, med fire elever i hvert av dem. Hver gruppe besto av to elever som hadde løst oppgavesett A og to elever som hadde løst oppgavesett B. Målet med intervjuene var å få frem forskjellige synspunkt fra elevene og dette gjorde jeg ved å presentere emnet som skulle diskuteres og legge til rette for ordveksling blant gruppemedlemmene. En slik intervjuform kalles fokusgruppeintervju (Brinkmann og Kvale, 2009).

I forkant av intervjuene utformet jeg en intervjuguide til hvert av intervjuene (se eksempel i Vedlegg B). Disse lagde jeg med utgangspunkt i besvarelsene til elevene som var valgt ut til intervju. Intervjuene var semistrukturerte. Robson (2011) trekker frem god flyt som den viktigste faktoren i et semistrukturert intervju, mens rekkefølgen på spørsmålene og formuleringene er av mindre betydning. Intervjueren kan også stille oppfølgingsspørsmål utenom intervjuguiden. Oppsettet på intervjuguiden i denne studien var todelt; diskusjon av språklige aspekter ved oppgavene og deretter diskusjon av elevenes matematiske besvarelser på oppgavene. Brinkmann og Kvale (2009) påpeker at ledende spørsmål under intervjuene kan påvirke svaret. Av den grunn valgte jeg å unngå i størst mulig grad å stille ledende spørsmål. Jeg stilte riktignok ledende oppfølgingsspørsmål underveis i intervjuene. Det ble gjort for å kontrollere intervjusvarenes reliabilitet og for å verifisere mine tolkninger av utsagnene (Brinkmann og Kvale, 2009). Intervjusvarene kan allikevel ha blitt påvirket av det Yin (2013) kaller for refleksivitet, det vil si at intervjuer og intervjuobjekt ubevisst påvirker henholdsvis hverandres svar og spørsmål.

I begge delene av intervjuet var det oppgavesettene som dannet utgangspunkt for diskusjonen. I første del av intervjuet diskuterte vi forskjeller på hver oppgave for seg på begge oppgavesettene. Deretter så vi på elevenes besvarelser og hvilke utfordringer de hadde hatt ved å løse oppgavene. Intervjuene startet med at elevene ble bedt om å lese oppgaveteksten på oppgavesettet som de ikke hadde løst dagen før. Det var først da elevene fikk se hvordan det andre oppgavesettet så ut. Jeg var interessert i å fange opp reaksjonene deres på utformingen på oppgavene, og grunnen til at jeg ba dem lese oppgavene høyt var at jeg ønsket å merke meg hvor det stoppet opp eller var vanskelig å uttale for eleven, da det kan være et tegn på at ordet som leses er vanskelig å forstå eller ukjent. Dessuten ville jeg forsikre meg om at de leste teksten nøye for å kunne engasjere seg mest mulig i diskusjonen.

Intervjuene fant sted på et grupperom og varte litt i overkant av én time. De ble filmet med en bærbar datamaskin som var plassert på bordet informantene satt ved. I tillegg ble lyden tatt opp for å forsikre at lyden ble fanget opp optimalt, og som en sikkerhetskopi dersom filmen av en årsak skulle bli borte eller ødelegges. Jeg fant ut at det var hensiktsmessig å ta lydopptak underveis i det første intervjuet, da noen elever snakket nokså lavt og datamaskinen var plassert på enden av bordet. Bakgrunnen for at jeg valgte å filme intervjuene var for å forsikre meg om at jeg til enhver tid under transkriberingen av lydopptaket var sikker på hvilke oppgaver elevene refererte til da de brukte ord som «den», «der», «her» osv. I tillegg kunne jeg til enhver tid være sikker på hvilken elev som snakket. Lyd - og videoopptakene ble transkribert i etterkant og elevene fikk fiktive navn i transkripsjonene for å beskytte deres anonymitet. Lydopptak fra intervjuene gjør det mulig å bruke direkte sitering i analysearbeidet med oppgaven, og i tillegg kunne jeg som intervjuer konsentrere meg om å lytte og stille spørsmål når jeg ikke måtte notere underveis i intervjuet (Tjora, 2012).

3.3.2.2 Runde 2

Underveis i analysearbeidet ble jeg interessert i å forstå elevenes matematiske utfordringer i møtet med oppgavene som ble presentert. Jeg besluttet derfor å gjennomføre et tredje intervju med utgangspunkt i de to oppgavene elevene presterte dårligst på tidligere. Dermed kan dette intervjuet kalles for en faglig samtale. Tre av de som ble intervjuet hadde vært med på den første intervjurunden, og den siste eleven ble valgt ut i samråd med læreren. Intervjuet ble gjennomført på et grupperom og varte i omtrent 40 minutter.

Samtalen tok for seg to matematiske temaer: Pytagoras' setning og omgjøring mellom enheter. Bakgrunnen for valget av disse temaene var at elevene presterte dårligst på båtoppgaven og oljeoppgaven, hvor det henholdsvis omhandlet Pytagoras' setning og forhold mellom enheter (se forklaring på oppgavene i neste kapittel). Oljeoppgaven handlet riktignok ikke om valutaregning, men omgjøring mellom volumenheter. Jeg valgte likevel å ta utgangspunkt i omgjøring mellom valutaenheter da elevene, ifølge lærer Per, hadde bedre kjennskap til disse. Elevene ble informert om at jeg var interessert i å høre deres tanker om hvordan en skulle løse de oppgavene som jeg skulle presentere. Det var ikke nødvendig å løse oppgavene skriftlig, men det kunne de få lov til. Jeg oppfordret imidlertid elevene til å forklare tenkemåten sin muntlig for hverandre slik at vi kunne holde i gang en diskusjon. Jeg hadde skrevet ut flere oppgaver, klippet de fra hverandre og viste frem en oppgave av gangen til elevene. Oppgavene er adskilt med nummerering i Vedlegg C. Samtalen tok utgangspunkt i disse oppgavene, men selv om jeg styrte samtalen valgte jeg å ikke utforme intervjuguide til intervjuet. Det ble en god flyt i diskusjonen og elevene var ivrige etter å dele egne tanker og synspunkter.

3.4 Bearbeiding og analyse av datamaterialet

3.4.1 Transkribering og ettarbeid

Lyd- og filmopptakene ble transkribert. Å transkribere betyr å skifte fra muntlig form til skriftlig form. Brinkmann og Kvale (2009) skriver at i en transkripsjon blir samtalen mellom mennesker abstrahert og fiksert i skriftlig form. Faktorer som stemmeleie, kroppspråk, gester, ironi og tempo forsvinner. Formålet med transkripsjon er å strukturere samtalen slik at den blir bedre egnet for analyse. Jeg valgte å ta utgangspunkt i lydfilen under transkriberingsprosessen og bruke filmopptaket som substitutt i de tilfeller det var uklart hva elevene pekte på eller henviste til. For å gjøre arbeidet så effektivt som mulig lagde jeg meg noen transkripsjonsnøkler som er gitt i Vedlegg E.

Elevene fikk fiktive navn i transkripsjonene for å ivareta deres anonymitet. Jeg prøvde etter beste evne å skrive ordrett det som ble sagt for å få mest mulig realistisk bilde av situasjonen i transkripsjonene. Som resultat av dette er elevenes grammatiske feil inkludert.

3.4.2 Analyseprosessen

Analysearbeidet startet med gjennomgang av transkripsjonene fra de to første intervjuene. I den forbindelse ble det skrevet et sammendrag av det som hadde foregått, som videre ble diskutert med veileder. Gjennom å skrive et sammendrag fikk jeg god oversikt over datamaterialet og kunne trekke ut noen aspekter ved tekstoppgavene som var utfordrende for elevene. Samtidig ble jeg klar over at jeg først og fremst hadde fått frem hvilke språklige og visuelle aspekter som opplevdes som utfordrende, men manglet en dypere forståelse av hvor det stoppet opp for elevene rent matematikkfaglig. Derfor besluttet jeg i samråd med veileder å gjennomføre en runde til med intervju med fokus på de oppgavene elevene hadde strevet mest med.

Kjerneaktivitetene i en kvalitativ analyseprosess er koding og kategorisering (Nilssen, 2012). Prosessen starter med åpen koding av datamaterialet. Det innebærer nøye gjennomgang av datamaterialet med åpent sinn og å sette navn på ytringer som er av interesse for forskningsspørsmålet, det vil si ytringer som omhandlet utfordringene elevene opplevde. Disse ytringene utgjør kodene i datamaterialet. En slik tilnærming i analyseprosessen er inspirert av Glaser og Strauss sin forskningsmetode som har navnet ≪Grounded theory≫ (Nilssen, 2012). Dette gjorde jeg ved å først skrive et sammendrag av transkripsjonene og på den måten trekke ut essensen i datamaterialet. Samtidig markerte jeg spesielt interessante utsagn i transkripsjonene og noterte i margen hvorfor de var interessante. Deretter lagde jeg meg en oversikt over notatene jeg hadde skrevet i margen, og som utgjorde kodene i datamaterialet. På dette stadiet hadde jeg allerede begynt å se sammenhenger mellom ytringene eller kodene, og det var dermed starten på å ordne datamaterialet i ulike kategorier. Prosessen med å gruppere koder i temaer eller kategorier for å få bedre oversikt over datamengden kalles aksial koding. Ut fra kategoriene finner man ofte også en kjernekategori som representerer forskningens hovedtema (Nilssen, 2012). Forskningens hovedtema i denne studien er utfordringer. I tabell 3.1 er det en oversikt over kategoriene og de tilhørende kodene.

Tabell 3.1: Kategorier og tilhørende koder fra analyseprosessen.

Kategori	Koder
Språklige aspekter	Sammensatte ord, tvetydige ord, kulturelt betinget ordforråd, og tekstomfang og innhold.
Visuelle aspekter	Utforming og illustrasjoner.
Matematiske aspekter	Fagbegreper og notasjoner, innlærte algoritmer og enheter.

3.5 Etiske betraktninger

Brinkmann og Kvale (2008) skriver at etikk i forskning dreier seg om å stille spørsmål om hvorfor en gjør det en gjør. Hvem tjener på forskningen og hvem går det eventuelt utover? Er den til fordel for deltakerne eller en større gruppe? Hvordan sørger man for at ingen tar skade av forskningen? Dette er viktige spørsmål å ta i betraktning for å ivareta det etiske aspektet i forskning. Brinkmann og Kvale (2009) skiller mellom fire etiske retningslinjer for forskere: informert samtykke, fortrolighet, konsekvenser og forskerens rolle.

I studien som ligger til grunn for denne oppgaven har elevene gitt skriftlig samtykke til å stille som informanter. I den sammenheng har de blitt informert om at intervjuene skulle bli filmet, og at undertegnede og veileder vil være de eneste som får innsyn i datamaterialet. Dessuten blir deres anonymitet sikret gjennom bruk av pseudonymer i oppgaven, i tillegg til at skolen ikke skal være gjenkjennelig ut fra beskrivelsene i oppgaven. Elevene har også fått beskjed om at de har lov til å trekke seg fra studien på hvilket som helst tidspunkt. På den måten har informantenes konfidensialitet blitt ivaretatt.

Når det gjelder konsekvensene studien får for de involverte, vil jeg påstå at det har vært fordelaktig for elevene å være med på studien. De skriftlige oppgavene ble besvart i en matematikktime, slik at elevene ikke gikk glipp av undervisning. Det må dog tas i betraktning at elevene kan ha gått glipp av verdifull undervisning i andre fag da intervjuene ble holdt i undervisningstiden. Jeg vil allikevel argumentere for at elevene fikk stort utbytte av å være med på intervjuene. Oppgavene som ble diskutert er høyst relevante ettersom de er tidligere gitte eksamensoppgaver og eksempeloppgaver i faget, og er dermed god trening til eksamenen elevene skal opp til.

Min rolle i studien har vært å få frem elevenes håndtering og forståelse av tekstoppgaver. Jeg har prøvd etter beste evne å stille åpne spørsmål og unngå å dele egne synspunkter for å få et realistisk bilde av elevenes oppfatninger av tekstoppgaver. Ettersom jeg har vært i kontakt med disse elevene i forbindelse med andre prosjekter, hadde jeg opparbeidet et visst tillitsforhold til elevene. Jeg var ikke en fremmed person for dem, noe som bekreftes av at elevene kalte meg for lærer. En slik relasjon til elevene er med på å bidra til å gjøre intervjusituasjonen naturalistisk (Guba, 1981). Dessuten fant undersøkelsen sted på elevenes klasserom og grupperom på skolen deres, noe som også er med på å bidra til å gjøre situasjonen naturalistisk.

4. Presentasjon og analyse av oppgaver

I dette kapittelet vil jeg presentere de utvalgte oppgavene som ble brukt i studien. Totalt ble det brukt fire ordinære eksamensoppgaver (2 eksempeloppgaver og 2 som har blitt gitt på eksamen), samt en revidert utgave av hver av oppgavene. De ordinære oppgavene ble gitt på et oppgavesett (oppgavesett A) som halvparten av informantene besvarte skriftlig individuelt. De reviderte oppgavene ble gitt på et annet oppgavesett (oppgavesett B) som den andre halvparten av informantene besvarte på samme måte. Oppgavene har blitt gitt navnene *gulloppgaven*, *båtoppgaven*, *volumoppgaven* og *oljeoppgaven*. Først vil jeg presentere den ordinære utformingen av hver oppgave slik den har blitt gitt tidligere på nasjonal eksamen for 10. trinn eller som eksempeloppgave, og deretter gjøre rede for og begrunne de endringene som har blitt gjort på oppgavene på oppgavesett B. I tillegg vil jeg gjøre en analyse av det matematiske innholdet i hver oppgave og si noe om hvilke multiplikative situasjoner de bygger på.

Ettersom informantene skulle opp til nasjonal eksamen i matematikk for 10. trinn, var det naturlig å velge eksamensoppgaver som har blitt laget for dette trinnet i studien. Oppgavene som ble brukt i studien er hentet fra www.matematikk.net. Ettersom alle informantene er elever som ved gjennomføringen av studien skulle opp til den aktuelle eksamenen om et par måneder, hadde de vært gjennom de kompetansemålene som testes i de gitte oppgavene. I hver av oppgavene er det ulike kompetansemål som testes. Grunnen til det er at studiens fokus er tekstoppgaver generelt, og derfor fant jeg det hensiktsmessig å velge oppgaver med ulikt matematisk innhold.

4.1 Gulloppgaven

Denne oppgaven ble gitt på eksamen i 2009, se figur 4.1. I oppgaven blir elevene bedt om å finne massetettheten til en gullkrone. Oppgaven bygger på en situasjon hvor Arkimedes hjelper kongen Hieron med å undersøke hvorvidt en gullsmed hadde brukt for lite gull da han laget kongens krone, ved å regne ut massetettheten til gullkronen.

Arkimedes fra Syrakus (ca. 287–212 f.Kr.) hjalp kong Hieron å avsløre en gullsmed som hadde brukt for lite gull da han laget kongens krone.

Arkimedes brukte massetettheten til gullet for å avsløre gullsmeden.

Vekten til en gullkrone er 500,01 g.
Volumet av kronen er 25,88 cm³.

Hva er massetettheten til gull, målt som g /cm³ ?

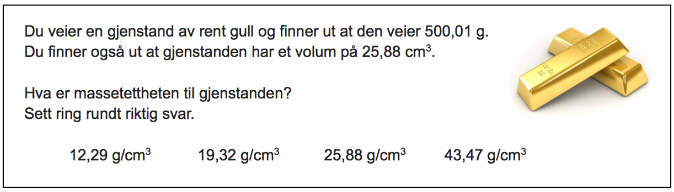
Kilde: http://www.max-karl.com/illustration_i mage/archimedes_lg.jpg (17.11.2008)

12,29	19,32	25,88	43,47
O	O	O	O

Figur 4.1: Ordinær utgave av gulloppgaven, gitt på eksamen i 2009.

Modifiseringene som har blitt gjort på denne oppgaven innebærer at historien om Arkimedes er fjernet, og det refereres i stedet til en tilfeldig gjenstand av gull. Bildet av Arkimedes og kongen er dermed også byttet ut med et bilde av to gullbarer. På den måten har tekstomfanget i oppgaven blitt redusert og oppgaven inneholder kun den informasjonen som er nødvendig for å løse oppgaven. Dette er et av kriteriene som trekkes frem som viktig for å sikre høy språkkvalitet i Matematikksenterets rapport (Andersen et al., 2015), nemlig å utelate unødvendig støy eller informasjon. Andersen et al. argumenterer for at det gjør teksten lettere tilgjengelig for lesesvake elever, og dermed også flerspråklige elever som behersker språket i mindre grad enn etnisk norske elever. I dette tilfellet fjernes blant annet årstallene Arkimedes levde, og elevene får færre tall å forholde seg til når de løser oppgaven.

I tillegg har enheten til massetettheten blitt flyttet til hvert av svaralternativene. Dette gjør spørsmålet i oppgaven, eller det som Gerofsky (1996) kaller for den instruerende setningen, kortere. Abedi og Lord (2001) sin studie viste at kortere setninger er til hjelp for flerspråklige elever. Figur 4.2 viser den reviderte utgaven av oppgaven.

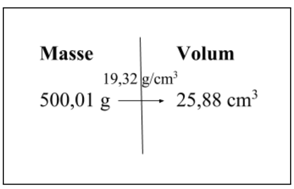

Du veier en gjenstand av rent gull og finner ut at den veier 500,01 g.
Du finner også ut at gjenstanden har et volum på 25,88 cm³.

Hva er massetettheten til gjenstanden?
Sett ring rundt riktig svar.

12,29 g/cm³ 19,32 g/cm³ 25,88 g/cm³ 43,47 g/cm³

Figur 4.2: Revidert utgave av gulloppgaven, gitt på eksamen i 2009.

Gulloppgavens matematiske innhold baserer seg på den multiplikative situasjonen som er representert i diagrammet i figur 4.3.



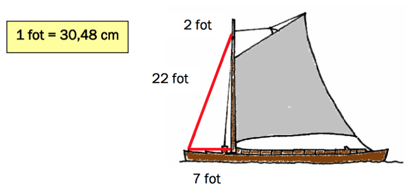
Figur 4.3: Den multiplikative strukturen i gulloppgaven.

Som vist i diagrammet, skjer det en overgang mellom målrommene i denne oppgaven. Det vil si fra masse til volum, hvor enhetene er henholdsvis $gram$ og cm^3. For å finne massetettheten må elevene finne funksjonsoperatoren, masse per volumenhet, det vil si gram per kubikkcentimeter (g/cm^3). En slik multiplikativ struktur kaller Vergnaud (1983) for rate.

4.2 Båtoppgaven

Denne oppgaven er en eksempeloppgave fra 2008, se figur 4.4. I båtoppgaven blir elevene bedt om å finne høyden til masten på en seilbåt.

Nedenfor ser du en engelsk lastebåt fra 1840:

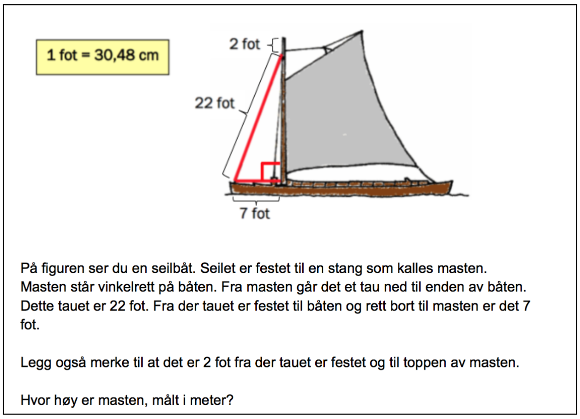


På tegningen har vi satt på målene mellom masten og baugen (spissen på båten) som er 7 fot og linen på 22 fot som er festet fra baugen til masten. Legg også merke til avstanden på 2 fot mellom der linen er festet og toppen av masten.

Hvor høy er masten, målt i meter?

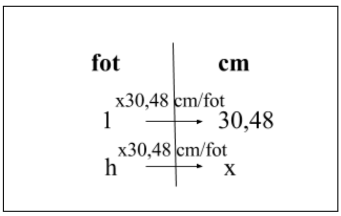
Figur 4.4: Ordinær utgave av båtoppgaven, eksempeloppgave fra 2008.

Modifiseringer som har blitt gjort på denne oppgaven er at informasjonen om at båten er en engelsk lastebåt fra 1840 er fjernet, da det er en irrelevant opplysning for å løse oppgaven. Det er også blitt lagt til noen komponenter til figuren for å vise tydeligere hva tallene beskriver og at trekanten er rettvinklet. Det at trekanten er rettvinklet, eller at masten står vinkelrett på båten nevnes ikke i den ordinære eksamensoppgaven. Det at all informasjon som er nødvendig for å løse oppgaven kommer frem i oppgaveteksten blir trukket frem som en faktor for å sikre språklig høy kvalitet i rapporten til matematikksenteret (Andersen et al., 2015). Derfor valgte jeg å inkludere dette både i oppgaveteksten og vise den rette vinkelen på figuren. Videre har oppgaveteksten blitt endret ved at spesifikke båtutrykk blir forklart og at det nevnes at masten står vinkelrett på båten. I tillegg er setningene forkortet i tråd med resultatene fra Abedi og Lord sin studie. Figur 4.5 viser den modifiserte oppgaven i sin helhet.

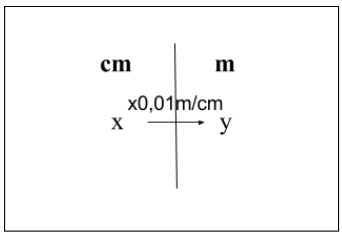


Figur 4.5: Modifisert utgave av båtoppgaven, eksempeloppgave fra 2008.

Det matematiske innholdet i båtoppgaven baserer seg på Pytagoras' setning og en multiplikativ situasjon i form av rate. Det er lagt opp til at høyden til masten finnes ved hjelp av Pytagoras' setning ettersom oppgaven tar for seg en rettvinklet trekant med en ukjent katet. Høyden til masten finnes ved å addere lengden til den ukjente kateten og toppen av masten som utgjør 2 fot. Deretter må høyden til masten gjøres om fra fot til centimeter og til meter. De multiplikative situasjonene i oppgaven kan dermed ifølge Vergnaud (1983) representeres i diagrammene i figur 4.6 og 4.7.



Figur 4.6: Overgangen fra fot til centimeter



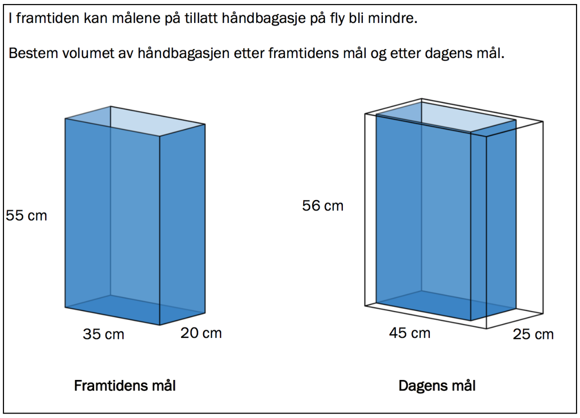
Figur 4.7: Overgangen fra centimeter til meter

I figur 4.6 representerer h høyden til masten i fot, og x representerer høyden til masten i centimeter. Sammenhengen mellom fot og centimeter er gitt i oppgaven, og elevene må bruke denne for å gjøre om høyden fra fot til centimeter. Til slutt må høyden i centimeter gjøres om til meter, eller det som er y i diagrammet. For å få til denne overgangen må elevene kjenne til funksjonsoperatoren $0,01\ m/cm$.

Ettersom det skjer en overgang mellom målrom er dette et eksempel på en multiplikativ struktur i form av rate slik Vergnaud (1983) definerer det, men denne situasjonen er likevel noe ulik den i gulloppgaven. I gulloppgaven skjedde det en overgang mellom målrom med enheter for forskjellige begreper, nemlig volum og masse, mens i denne oppgaven skjer det en overgang mellom to målrom med ulike enheter for lengde.

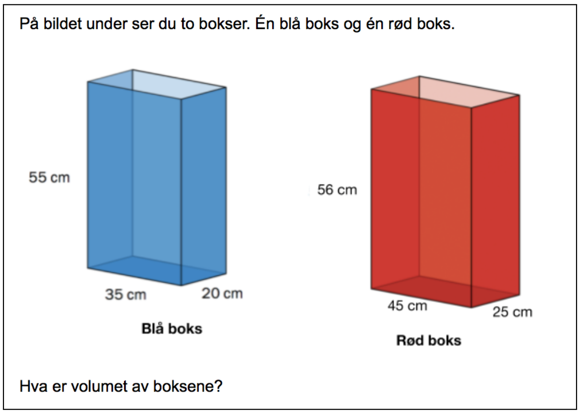
4.3 Volumoppgaven

Denne oppgaven ble gitt på eksamen i 2016, se figur 4.8. Oppgaven er todelt hvor deloppgave a) omhandler beregning av volum til to legemer, og deloppgave b) tar for seg prosentvis differanse i volum.



Figur 4.8: Ordinær utgave av volumoppgaven, deloppgave a), gitt på eksamen i 2016.

Modifiseringer som har blitt gjort på denne oppgaven innebærer endring av figurer, forenkling av kontekst og dermed språk, og formulering av spørsmål. Den opprinnelige figuren er byttet ut med et bilde av to bokser, én blå og én rød. Jeg fant det hensiktsmessig å bruke denne figuren ut fra forenklingene som ble gjort i teksten. I stedet for å la oppgaven bygge på en mulig forandring i størrelse på håndbagasje, tar oppgaven for seg to separate bokser med ulike mål. Forandringen resulterte i en oppgave med et enklere språk når ord som ≪tillatt≫ og ≪håndbagasje≫ ble fjernet. I tillegg gjøres konteksten enklere ved at oppgaven bygger kun på noe elevene ser, altså de to boksene, og ikke en mulig forandring i størrelse på håndbagasje. Den instruerende setningen, eller målet med oppgaven, blir også formulert som et spørsmål i stedet for å bruke imperativ form som ≪bestem≫ og ≪kontroller≫ i den modifiserte utgaven. Figur 4.9 viser den reviderte oppgaven i sin helhet.



Figur 4.9: Modifisert utgave av volumoppgaven, deloppgave a), gitt på eksamen i 2016.

I likhet med deloppgave a) ble konteksten og formuleringen av den instruerende setningen endret også på deloppgave b). På den orginale eksamensoppgaven tar oppgaven utgangspunkt i at avisen Aftenposten skriver om endringen av tillatt størrelse på håndbagasje, mens i den modifiserte utgaven er konteksten forandret til at en person, Adrian, mener at forskjellen på volumene til de to boksene er 40 %. I tillegg har den instruerende setningen blitt omformulert fra den imperative formen ≪kontroller≫ til et spørsmål. På begge oppgavesettene var denne deloppgaven adskilt fra den første deloppgaven for å begrense omfanget av informasjon for elevene. Figur 4.10 viser den ordinære eksamensoppgaven og figur 4.11 viser den modifiserte utgaven.

> Avisen Aftenposten skriver at endringen av målene betyr at største tillatte volum for håndbagasje vil bli nesten 40 % mindre enn i dag.
>
> Kontroller om det stemmer.

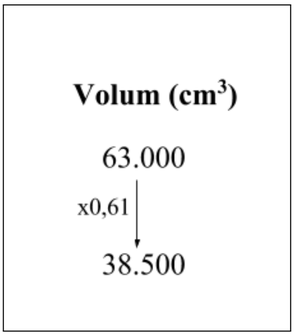
Figur 4.10: Ordinær utgave av volumoppgaven, deloppgave b), gitt på eksamen i 2016.

> Adrian mener at volumet av den blå boksen er nesten 40 % mindre enn volumet til den røde boksen.
>
> Har Adrian rett?

Figur 4.11: Modifisert utgave av volumoppgaven, deloppgave b), gitt på eksamen i 2016.

Det matematiske innholdet i volumoppgaven er utregning av volumet til to ulike rektangulære prismer, og deretter prosentvis differanse på volumene til disse to. Elevene må med andre ord kjenne til formelen for volumet av en rektangulær prisme og klare å anvende den riktig for å løse deloppgave a).

Når det gjelder å finne den prosentvise differansen på volumene, bygger det på en multiplikativ struktur. En skal nemlig avgjøre hvor mange ganger det største volumet går opp i det minste volumet, altså hvor stor del den minste volumet er av det største volumet. Dette er en multiplikativ situasjon som har kun et målrom, nemlig cm^3. Figur 4.12 viser hvordan Vergnaud (1983) sitt diagram kan brukes til å beskrive den multiplikative situasjonen i deloppgave b).



Figur 4.12: Den multiplikative situasjonen i deloppgave b).

Volumet av den største boksen er 63.000 cm^3 og volumet av den minste er 38.500 cm^3. Ettersom dette er størrelser med samme enhet utfører man en skalar operasjon for å gå fra den ene til den andre, det vil si ganger med et tall uten noe slags dimensjon. En må gange med $0,61$ for å gå fra 63.000 cm^3 til 38.500 cm^3. Noe som betyr at den minste boksen er 40 % mindre enn den største, og dermed stemmer påstanden i oppgaven.

4.4 Oljeoppgaven

Denne oppgaven er en eksempeloppgave fra 2008, se figur 4.13. Oljeoppgaven har to deloppgaver hvor deloppgave a) dreier seg om omregning fra en måleenhet for volum til en annen. Deloppgave b) etterspør høyden til en sylinder når volumet og diameteren er kjent.

Du har kanskje hørt på nyhetene at oljeprisen har vært for eksempel 108,33 dollar per fat (10. september 2008).

Et fat olje er 159 liter olje. 159 liter er det samme som 42 amerikanske gallon.

I Norge fyller vi oljen på sylinderformede beholdere som rommer 200 liter. Beholderne fylles bare med 159 liter olje.

a) Hvor mange gallon er 200 liter?

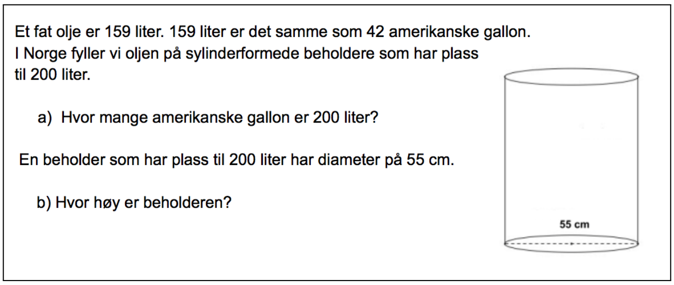
Kilde: StatoilHydro
Foto: Fredrik Beskow / StatoilHydro
Brukt etter tillatelse (18.09.2008)

Diameteren på beholderen som rommer 200 liter, er ca. 55 cm.

b) Hvor høy er da beholderen?

Figur 4.13: Ordinær utgave av oljeoppgaven, eksempeloppgave fra 2008.

Modifiseringer som har blitt gjort på denne oppgaven er forenkling av kontekst og bruk av figur som i større grad er ment å bidra positivt til å løse oppgaven. Det kan diskuteres hvorvidt det matematiske innholdet er forenklet ved å bruke figuren av en sylinder fremfor et bilde av sylinderformede fat stablet opp på hverandre, men jeg anså det som et større positivt bidrag til å løse oppgaven. Videre ble en del overflødig informasjon i oppgaven fjernet i tråd med Matematikksenterets anbefalinger (Andersen et al., 2015). Opplysninger om pris per fat med olje og at beholderne bare fylles med 159 liter selv om de rommer 200 liter anså jeg som unødvendig informasjon. Informasjonen har en sammenheng med oppgavene som gis ved å forklare hvorfor en opererer med et fat olje og hvorfor en skal regne ut hvor mange gallon 200 liter er, men jeg fant den unødvendig. Figur 4.14 viser den reviderte oppgaven i sin helhet.


Et fat olje er 159 liter. 159 liter er det samme som 42 amerikanske gallon.
I Norge fyller vi oljen på sylinderformede beholdere som har plass til 200 liter.

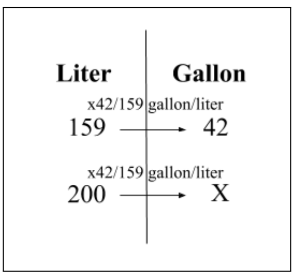
a) Hvor mange amerikanske gallon er 200 liter?

En beholder som har plass til 200 liter har diameter på 55 cm.

b) Hvor høy er beholderen?

Figur 4.14: Modifisert utgave av oljeoppgaven, eksempeloppgave fra 2008.

Det matematiske innholdet i oppgaven baserer seg med andre ord på omgjøring fra volumenheten liter til amerikanske gallon. Det oppgis at 159 liter tilsvarer 42 amerikanske gallon, og ut fra det spørres det etter hvor mange amerikanske gallon 200 liter tilsvarer. Dette er en multiplikativ situasjon på lik linje med overgangen fra fot til centimeter i båtoppgaven. Det som derimot er en større utfordring her er at sammenhengen mellom 1 $liter$ og $amerikanskegallon$, funksjonsoperatoren, er ikke gitt direkte, denne må beregnes. På bakgrunn av det er denne overgangen mer komplisert enn den i båtoppgaven. Den multiplikative strukturen slik Vergnaud (1983) representerer den er gitt i figur 4.15.



Figur 4.15: Den multiplikative situasjonen i oljeoppgaven.

Det matematiske innholdet i oljeoppgaven deloppgave a) baserer seg på den multiplikative strukturen som er gitt i diagrammet over. Her representerer x den størrelsen som er ukjent, det vil si hvor mange gallon 200 liter tilsvarer. Denne multiplikative situasjonen tar for seg en overgang fra en enhet til en annen, altså mellom to målrom, og derfor kalles den rate (Vergnaud, 1983). Denne multiplikative situasjon kan også betraktes som en likhet mellom to forhold:

$$\frac{x}{42} = \frac{200}{159}$$

I deloppgave b) blir elevene bedt om å finne høyden til en sylinder med diameter på 55 cm og volum på 200 liter. Her blir elevene testet i å bruke en formel og isolere den ukjente, som i dette tilfellet er høyden. Dessuten må elevene sette inn riktige størrelser og sørge for å operere med riktige enheter. I dette tilfellet må dermed liter i første omgang gjøres om til kubikkdesimeter, og deretter til kubikkcentimeter eller at enheten på radiusen gjøres om til desimeter. Når dette er gjort kan størrelsene settes inn i formelen hvor høyden er isolert, og regnes ut.

5. Analyse

I dette kapitlet vil jeg presentere resultater fra analysearbeidet, for å forsøke å svare på forskningsspørsmålet: *Hvilke aspekter ved tekstoppgaver i matematikk opplever 18 flerspråklige elever ved en grunnskole for voksne innvandrere som utfordrende?*

I det første delkapitlet presenterer jeg resultatene fra de skriftlige besvarelsene. Analysen av disse besvarelsene dannet både utgangspunkt for utvalget av elever til intervjuene, og for utvalg av oppgaver til andre intervjurunde.

I det andre delkapitlet presenterer jeg resultatene fra intervjuene, som er min primære datakilde i studien. Dette gjør jeg ved å ta for meg de tre kategoriene; *Språklige aspekter*, *visuelle aspekter* og *matematikkfaglige aspekter*, og eksemplifisere funnene med utdrag fra datamaterialet. Under hvert delkapittel om kategoriene vil jeg forklare de tilhørende kodene.

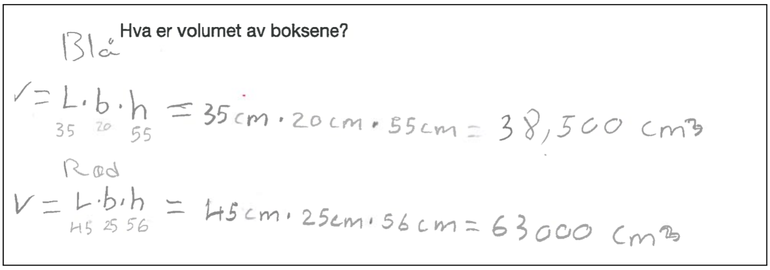
Avslutningsvis viser jeg også noen eksempler på løsingsstrategier som elevene valgte å bruke, og drøfter disse opp mot teori.

5.1 Skriftlige besvarelser

Etter å ha gjennomgått alle de ni skriftlige besvarelsene på hvert oppgavesett for seg, endte jeg opp med å dele besvarelsene på hver oppgave i fem ulike grupper. Disse er *riktig svar og fullstendig forklaring* (RF), *riktig svar, men mangelfull forklaring* (RM), *feil svar, men delvis riktig fremgangsmåte* (FD), *feil svar* (FS) og *blank besvarelse* (BB). I dette delkapitlet vil jeg først forklare og eksemplifisere hvilke besvarelser som har blitt plassert i de ulike gruppene. Deretter gir jeg en oversikt over antall besvarelser i hver gruppe, og forklarer hvilke tolkninger jeg har gjort på bakgrunn av grupperingene.

5.1.1 Grupperinger

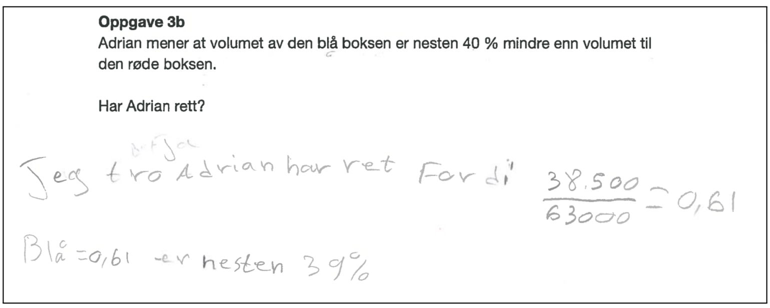
Gruppen *riktig svar og fullstendig forklaring* inkluderer besvarelser som både har endt opp med riktig svar og vist utregninger. I figur 5.6 er det et eksempel på en besvarelse som hører til i denne gruppen.



Figur 5.1: Eksempel på en besvarelse i gruppen *riktig svar og fullstendig forklaring*.

Figuren over viser en besvarelse på volumoppgaven, deloppgave a), hvor elevene ble bedt om å finne volumet til to ulike bokser. I denne besvarelsen har eleven skilt mellom utregningene til hver av boksene ved å skrive hvilken boks utregningene gjelder i hvert av tilfellene. Dessuten har eleven vist hvilken formel som blir brukt og inkluderer enhetene i beregningene, og i svaret. Dermed er dette et eksempel på en besvarelse som tilhører gruppen *riktig svar og fullstendig forklaring*.

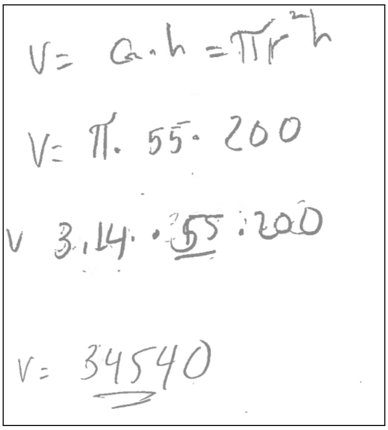
Hvilke typer besvarelser som har blitt plassert i de fire andre gruppene kan kanskje forstås av navnene de har fått. På deloppgave b) på volumoppgaven var det mange besvarelser som ble plassert i gruppen *riktig svar, men mangelfull forklaring*. Elevene ble bedt om å vurdere om en påstand var riktig, og noen har dermed bare svart ≪ja≫ eller ≪nei≫ uten videre begrunnelse, mens andre har forsøkt å gi en forklaring. Et eksempel på en slik besvarelse er gitt i figur 5.2.



Figur 5.2: Eksempel på en besvarelse i gruppen *riktig svar, men mangelfull forklaring*.

Figuren viser en besvarelse som har riktig svar ettersom påstanden om at den ene boksen er nesten 40 % mindre enn den andre boksen, er riktig. Men eleven har ikke lyktes med å komme helt i mål med forklaringen sin. Hun finner forholdet mellom volumene til boksene, og skriver at $0,61$ er nesten 39 % som en forklaring. Det kan tenkes at eleven i dette tilfellet har tenkt riktig, nemlig at $0,61$ er nesten 39 % mindre, men den skriftlige forklaringen er likevel mangelfull.

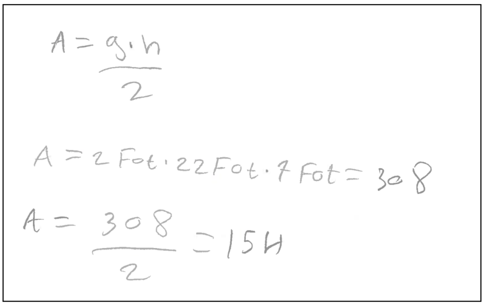
På de skriftlige besvarelsene var det også tilfeller hvor elevene hadde vært inne på riktig fremgangsmåte for å løse oppgaven, men endte opp med feil svar. Det kan eksempelvis være at eleven har vært inne på riktig setning eller formel for å løse oppgaven, men ikke klart å anvende den riktig. Disse besvarelsene har blitt plassert i gruppen *feil svar, men delvis riktig fremgangsmåte*. Et eksempel på en slik besvarelse er gitt i figur 5.3.



Figur 5.3: Eksempel på en besvarelse i gruppen *feil svar, men delvis riktig fremgangsmåte*.

Figuren over viser en besvarelse på oljeoppgaven, deloppgave b), hvor elevene ble bedt om å finne høyden til en sylinder med diameter på 55 cm og som rommet 200 liter. Her er eleven inne på å bruke formelen for volumet av en sylinder, men klarer ikke å gjøre riktig kobling mellom variablene i formelen og målene som er oppgitt i formelen. Vi ser at tallene 55 (diameteren) og 200 (volumet) har erstattet henholdsvis radius i andre (r^2) og høyden (h) i formelen. Ettersom eleven er inne på bruke riktig formel i oppgaven, men ikke klarer å anvende den riktig og finne riktig svar, er dette et eksempel på en besvarelse som tilhører gruppen *feil svar, men delvis riktig fremgangsmåte*.

De to siste gruppene er *feil svar* og *blank besvarelse*. Den sistnevnte gruppen omfatter oppgaver som ikke ble besvart. I gruppen *feil svar* er det besvarelser hvor elevene hverken har vært inne på riktig fremgangsmåte for å løse oppgaven eller kommet frem til riktig svar. Et eksempel en elev som har brukt formelen for arealet av en trekant for å finne høyden til masten i båtoppgaven, se figur 5.4.



Figur 5.4: Eksempel på en besvarelse i gruppen *feil svar*.

Figuren over viser hvordan eleven har gått frem for å løse båtoppgaven. I denne oppgaven skulle elevene finne en ukjent sidelengde i en rettvinklet trekant. I stedet for å bruke Pytagoras setning har eleven skrevet opp arealsetningen for en trekant og satt inn de målene som oppgis i oppgaven selv om disse ikke er riktig. Det er ikke mulig å bruke denne setningen for å finne riktig svar på oppgaven, da hverken høyden eller arealet til trekanten er kjent. Dermed er dette et eksempel på en besvarelse i gruppen *feil svar*.

5.1.2 Interessante funn

Tabell 5.1 viser en oversikt over antall besvarelser i hver gruppe. I tabellen er *gulloppgaven*, *båtoppgaven*, *volumoppgaven* og *oljeoppgaven* er referert til som henholdsvis oppgave 1, 2, 3 og 4. På hver av oppgavene skiller jeg mellom oppgavesett A og B, hvor A er den orginale eksamensoppgaven og B er den modifiserte utgaven av den samme oppgaven.

Tabell 5.1: Oversikt over antall besvarelser i hver gruppe.

	Oppg. 1		**Oppg. 2**		**Oppg. 3a**		**Oppg. 3b**		**Oppg. 4a**		**Oppg. 4b**	
Kategori	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**	**A**	**B**
RF	4	7	0	0	8	5	0	0	2	1	0	0
RM	0	0	0	0	1	0	3	5	1	1	0	0
FD	0	0	2	1	0	3	0	0	0	0	0	3
FS	5	2	5	7	0	1	5	4	5	4	6	4
BB	0	0	2	1	0	0	1	0	1	3	3	2

Av tabellen kan en se at det var aller flest besvarelser i gruppen *riktig og fullstendig forklaring* på volumoppgaven, deloppgave a). Åtte besvarelser på oppgavesett A og 5 besvarelser på oppgavesett B tilhører denne gruppen. Det at så mange fikk til denne deloppgaven, og at flere fikk til oppgaven på oppgavesett A, kan skyldes at elevene hadde jobbet med den orginale eksamensoppgaven i matematikktimen dagen før. Dette fikk jeg tilfeldigvis med meg da jeg var inne i klassen som hjelpelærer og for å hilse på elevene før datainnsamlingen. På dette tidspunktet hadde jeg allerede utformet oppgavene til datainnsamlingen, og valgte å beholde de til tross for at elevene jobbet med denne oppgaven. Lærere og elever var ikke kjent med at denne oppgaven var en del av oppgavesettet som skulle besvares dagen etter.

Mange elever svarte kun på én av deloppgavene på oljeoppgaven hvor det ikke var satt av plass mellom deloppgavene, mens de aller fleste svarte på begge deloppgavene på volumoppgaven hvor disse var adskilt. Av tabellen kan en se at alle utenom én svarer på begge deloppgavene i volumoppgaven, mens det var henholdsvis fire og fem blanke besvarelser på hver av deloppgavene på oljeoppgaven. Dette kan tyde på at avsatt plass til å besvare oppgaven har betydning for hvorvidt alle deloppgaver blir besvart. Den store forskjellen i antall blanke besvarelser (BB) på oljeoppgaven og volumoppgaven kan imidlertid være påvirket av det at elevene hadde arbeidet med volumoppgaven dagen før. Den visuelle utformingen av oppgavene diskuterer jeg nærmere i det neste delkapitlet i forbindelse med resultatene fra gruppeintervjuene.

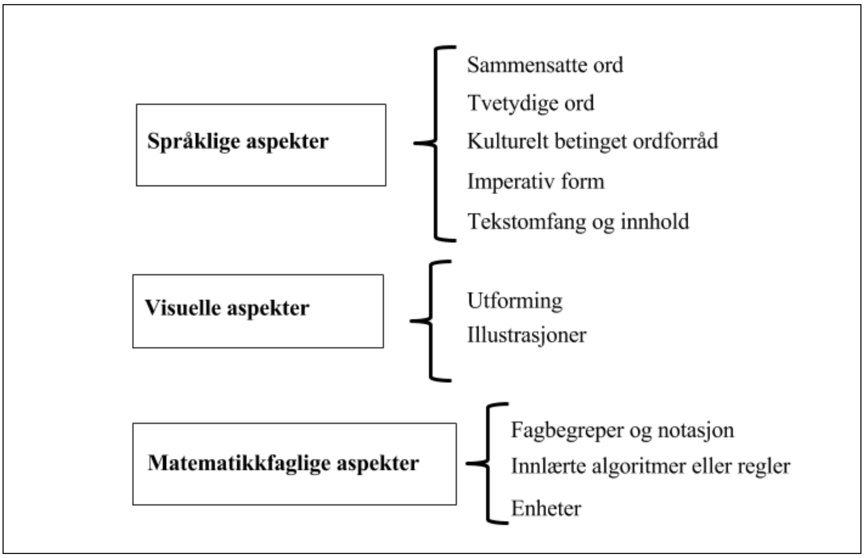
Det er ikke særlig forskjell på prestasjonene til elevene basert på hvilket oppgavesett de fikk, A eller B. Det var få som mestret oppgavene på begge oppgavesettene. Gulloppgaven var det mange som fikk til, fire på oppgavesett A og syv på oppgavesett B. En årsak til de gode prestasjonene på denne oppgaven kan være det at dette var en flervalgsoppgave. Elevene fikk oppgitt fire svaralternativer og skulle krysse av på en av disse. Som nevnt tidligere var det flere som fikk til oppgaven på oppgavesett B enn på oppgavesett A, det kan tyde på at de modifiseringene som ble gjort på denne oppgaven hadde betydning for hvorvidt elevene fikk til å løse den.

Båtoppgaven og oljeoppgaven var de oppgavene elevene presterte desidert dårligst på. Som vist i tabellen var det ingen besvarelser i de to første gruppene (RF og RM). Hvorvidt de dårlige prestasjonene skyldtes språkbruken i oppgaveteksten eller deres matematikkunnskaper søkte jeg å finne svar på gjennom intervju. På bakgrunn av resultatene som kom frem på de skriftlige besvarelsene valgte jeg ut elever til intervjurundene. Dessuten dannet de skriftlige besvarelsene utgangspunkt for diskusjonen i alle intervjurundene. I det følgende delkapitlet presenterer jeg resultatene fra alle de tre gruppeintervjuene.

5.2 Intervju

Den primære datakilden i denne studien er de tre intervjuene som ble gjennomført med fire elever av gangen. Som beskrevet i metodekapitlet ble de to første intervjuene hovedsaklig brukt til å diskutere de språklige forskjellene i oppgavetekstene på de to oppgavesettene. Det siste intervjuet hadde et større matematisk fokus, hvor vi hadde en muntlig samtale rundt hvordan elevene ville ha løst matematikkoppgaver som omhandlet Pytagoras' setning og omregning mellom enheter, da dette var temaer elevene strevde med på de skriftlige besvarelsene. Dessuten har jeg brukt den uformelle samtalen med lærer Per i enkelte tilfeller for å støtte de funnene som kom frem under intervjuene.

Kategoriene *Språklige aspekter*, *Visuelle aspekter* og *Matematikkfaglige aspekter* vil presenteres i de følgende avsnittene med forklaring av de tilhørende kodene. Figur 5.5 viser en oversikt over disse.



Figur 5.5: Kategorier og tilhørende koder.

5.2.1 Språklige aspekter

Kategorien *Språklige aspekter* inkluderer de språklige elementene i tekstoppgavene som på en eller annen måte har skapt utfordringer for elevene som skulle løse dem. Under intervjuene ble språket i oppgavene diskutert og elevene delte sine tanker om hvilke faktorer som gjorde det vanskelig for de å forstå og løse oppgaven. Vi snakket spesifikt om hvilke ord som elevene anså som særlig vanskelige. I tillegg tok jeg feltnotater under oppgaveløsingen, hvor jeg noterte hvilke ord elevene hadde spørsmål om. Dessuten var jeg oppmerksom på hvilke ord elevene slet med å lese høyt under intervjuene, da det kan være et tegn på at ordet er ukjent eller vanskelig. Typer ord som viste seg å være utfordrende var ord som jeg karakteriserer som *tvetydige ord*, *sammensatte ord* og ord fra *kulturelt betinget ordforråd*. Videre kunne verb skrevet i *imperativ form* skape utfordringer for elevene, og oppgavenes *tekstomfang* ble også pekt på som en utfordring.

En kombinasjon av alle disse faktorene i større eller mindre grad, gjør det både vanskelig for elevene å forstå konteksten i oppgaveteksten og hva som spørres etter. Det er spesielt avgjørende for elevenes prestasjon at den instruerende setningen er forståelig, slik at eleven i det minste forstår hva som er målet med oppgaven. Elevene var samstemte om at de foretrakk den modifiserte versjonen av alle oppgavene, og forklarte at der var det færre vanskelige ord og dermed lettere å forstå oppgaven.

5.2.1.1 Sammensatte ord

Koden *Sammensatte ord* ble til under de to første intervjuene hvor elevene fortalte hvilke ord som var vanskelige i teksten de ble bedt om å lese. Sammensatte ord som «massetetthet», «sylinderformede» og «håndbagasje» er eksempler på sammensatte ord elevene hadde problemer med å uttale, og som ble pekt på som spesielt vanskelige. Lærer Per nevnte også at sammensatte ord var noe elevene ofte strevde med.

Gulloppgaven handlet om massetetthet, og derfor var det ikke mulig å fjerne dette ordet under modifiseringen av oppgaven. Det som derimot kunne ha gått an var å forklare ordet på noe vis. Massetetthet er ikke et matematisk begrep, men noe elevene skal lære om i naturfag. Dermed kan det tenkes at en forklaring på begrepet ville vært oppklarende for elevene. Når det ikke stilles krav om at dette skal være et begrep elevene skal kunne i matematikkfaget, kan en forklaring eller et synonym være til hjelp slik som Heesch et al. (1998) foreslår, uten at vanskelighetsnivået i oppgaven senkes. Det kunne for eksempel stått ≪masse per volumenhet≫ i parentes som en forklaring på ordet massetetthet. Spørsmålet i oppgaven kunne også ha vært ≪Hvor mange gram veier 1 cm^3 gull?≫, for å unngå å bruke begrepet ≪massetetthet≫. Ettersom ≪massetetthet≫ er et begrep fra naturfag, hører det også til under koden ≪kulturelt betinget ordforråd≫.

På den annen side er ≪sylinderformede≫ et fagbegrep i matematikk. Sylinder er et romlegeme som elevene skal kjenne til. Det er dermed ikke mulig å forklare dette ordet på noe vis uten å påvirke det matematiske nivået i oppgaven. Formuleringen ≪formet som en sylinder≫ kunne allikevel ha blitt brukt fremfor ≪sylinderformede≫, for å unngå å bruke et sammensatt ord.

Når det kommer til ordet ≪håndbagasje≫ i volumoppgaven, var det et ord som enkelt kunne fjernes under modifiseringen. Det matematiske innholdet kunne bevares uten å bruke konteksten som omhandlet eventuelle forandringer i tillatt størrelse på hånbagasje på fly. I tråd med Andersen et al. (2015) sine anbefalinger er det fordelaktig at både konteksten og språket tilpasses målgruppen, og derfor kan det være til hjelp å endre en kontekst som medfører at sammensatte - og andre vanskelige ord fjernes.

5.2.1.2 Tvetydige ord

Koden *Tvetydige ord* ble også til under intervjuene da det ble klart for meg at noen av ordene i oppgavene hadde flere betydninger, og selv om det var opplagt for meg hva ordene betydde i den aktuelle sammenhengen, så var det ikke alltid slik for elevene. Ord som har flere betydninger viste seg å skape forvirring blant elevene. Eksempelvis ble ordet ≪masse≫ forstått som at det var mye av noe, altså omfang i mer allmenn betydning, og ikke det faglige begrepet. Noora sa følgende under intervjuet i forbindelse med diskusjon rundt massetetthet: ≪Masse, er det mye?≫.

I følge Andersen et al. (2015) er språk tilpasset målgruppa en faktor som er med på å sikre høy språklig kvalitet i tekstoppgaver. I den sammenheng nevnes det at ord som har flere betydninger skal brukes med varsomhet, da det gjør oppgaven spesielt vanskelig for flerspråklige elever. ≪Masse≫ er et ord som har ulik betydning innenfor ulike språklige register, nemlig i det hverdagsspråklige registeret og naturfaglige registeret.

Videre var lærer Per kritisk til å bruke formuleringen ≪Kontroller om dette stemmer≫ i volumoppgaven. Han sa at en slik formulering er vrien for elevene. Det begrunnet han med at elevene kanskje ikke forstår at det betyr at noe skal være riktig. ≪Å stemme≫ kjenner elevene til fra samfunnsfag som det å avgi stemme ved et valg. Dermed kan det tenkes at noen elever ikke oppfattet den instruerende setningen i volumoppgaven korrekt som følge av bruken av et tvetydig ord. Det var ingen elever som nevnte dette under intervjuet, men det kan allikvel hende at dette forvirret noen som ikke var med på intervjuene.

Enheten ≪fot≫ skapte også litt forvirring blant elevene, da ordet brukes både om en måleenhet og om en kroppsdel. Under intervjuet sa Noora følgende om båtoppgaven: ≪Men egentlig jeg forstår ikke hva er fot?≫. Til tross for at sammenhengen mellom enhetene fot og centimeter tydeliggjøres i en uthevet boks, så er det fremdeles usikkerhet rundt hva ≪fot≫ er. Det kan tenkes at elevene ikke har vært borti bruken av fot som en enhet før, da det ikke er vanlig å snakke om avstander i Norge i fot. Når det kommer til båt er det derimot vanlig å operere med fot som måleenhet, og dermed vil det utvilsomt være en fordel å ha erfaring med båt for å forstå oppgaven. Neste avsnitt handler om koden *Kulturelt betinget ordforråd*, som tar for seg denne erfaringsbaserte fordelen i møte med tekstoppgaver. På samme måte som ≪massetetthet≫ blir karakterisert som både sammensatt ord og som en del av kulturelt betinget ordforråd, blir ≪fot≫ karakterisert som både tvetydig ord og som en del av et kulturelt betinget ordforråd.

5.2.1.3 Kulturelt betinget ordforråd

Koden *Kulturelt betinget ordforråd* omfatter de ord og uttrykk som ikke kan forventes at skal være en del av ordforrådet til enhver person. Informantene i studien kommer opprinnelig fra andre land enn Norge, og har dermed en annen kulturell bakgrunn. Innad i Norge har vi også ulike kulturer. Dessuten vil alder være av betydning for hvilket erfaringsgrunnlag elevene besitter.

Uttrykk som er spesielt knyttet til båter vil eksempelvis være best kjent for de som har tilgang til sjø. Selv om elevene muligens har vært passasjerer på en seilbåt før, så er det ikke sikkert de har blitt presentert for terminologien en bruker om ulike komponenter på en seilbåt. Båtuttrykk som ≪masten≫, ≪baugen≫ og ≪linen≫ viste seg å være vanskelige ord for elevene. For å vite hva oppgaven spør etter er det ofte noen nøkkelord elevene er avhengig av å forstå, for eksempel subjektet i setningen. I båtoppgaven spørres det etter høyden til masten, og det er dermed avgjørende at elevene forstår hva masten er. Enten ved å få det forklart i oppgaveteksten eller at de kjenner ordet fra før.

Den ordinære utgaven av båtoppgaven inneholdt både ordene ≪masten≫ og ≪baugen≫. Det sistnevnte ordet ble fjernet da jeg anså det som unødvendig bruk av fagterminologi. Jeg prøvde også etter beste evne å forklare med ord hvilken del av båten masten var ettersom oppgaven gikk utpå å finne høyden til masten. Elevene uttrykte likevel under intervjuet at det ikke var opplagt utfra noen av oppgavesettene hvilken del av båten som var masten.

Mohammed:	Vi forstår ikke masten, derfor kan vi ha gjort feil her: Hvor høy er masten?
Sana:	Ja, jeg skjønte ikke hva masten var.
Mohammed:	Han spurte bare om 22 og denne 2.. om det, men vi plusser dem alle, men spørsmålet er hver av dem.
Noora:	Men masten jeg trodde var..
Mohammed:	På grunn av denne ord.. norsk.
Noora:	Jeg tror masten er her.
Margret:	Hele båten?
Noora:	Jeg tenker hele båten, den lang er båten. Men jeg skjønner nå, det er her.

Noen trodde linen var masten, mens andre trodde lengden på båten var masten. Som Mohammed påpeker selv, kan det faktum at elevene har misforstått ordet, ha vært en direkte årsak til at de ikke fikk til oppgaven. Dette støttes av det som kom frem under intervjurunde 2. Båtoppgaven dannet utgangspunkt for diskusjonen, og det viste seg at elevene hadde nokså god kjennskap til Pytagoras' setning. Når Noora og Mohammed ble presentert for en rettvinklet trekant med en ukjent side, kunne de umiddelbart fortelle hvordan oppgaven skulle løses. Det er dermed sannsynlig at manglende kunnskap om Pytagoras' setning ikke var årsaken til elevenes dårlige prestasjoner på oppgaven, men heller grunn til å tro at konteksten og således språket, var det som skapte den største utfordringen.

Båtoppgaven var ikke den eneste oppgaven som inneholdt ord som jeg karakteriserer som kulturelt betinget. Som nevnt tidligere er også begrepet ≪massetetthet≫ og enheten ≪fot≫ kulturelt betinget i den forstand at det ene er et fagbegrep og det andre er begrenset til et bestemt bruksområde. Massetetthet er et fagbegrep fra naturfag, og skolefag er kulturelt betingede. Bruk av ulike enheter varierer fra land til land, og mellom bruksområde. ≪Fot≫ er en hyppig brukt enhet i land som USA og England, men i Norge begrenses bruken stort sett til båtkulturen. Tilsvarende er volumenheten ≪amerikanske gallon≫ lite brukt i Norge. I følgende utdrag fra et av gruppeintervjuene forklarer Sana at hun får assosiasjoner til noe helt annet enn volum når hun leser amerikanske gallon.

Sana:	Hva er galen? [Forsøker å uttale gallon]
Margret:	Gallon, altså det er bare.. på samme måte som vi har centimeter og fot, så har vi liter og gallon.
Sana:	Ja, fordi jeg visste ikke hva gallon var. Jeg bare: Er det dollar? Jeg bare, nei, det er ikke det.

Senere i intervjuet fortsetter Sana å fortelle om forvirring hun opplevde rundt enheten.

Sana:	Nei, den amerikanske gallon skjønte jeg ikke.
Margret:	Nei.
Sana:	Så jeg trodde det var.. jeg bare tenkte, snakker vi nå om økonomi, er det dollar? Så jeg bare..

Første gangen Sana så oljeoppgaven fikk hun assosiasjoner til økonomi, og amerikanske dollar. Det kan skyldes at amerikanske gallon er en fremmed volumenhet, mens amerikanske dollar har hun større kjennskap til. Et annet viktig poeng er at den orginale eksamensoppgavne inneholdt informasjon om oljepriser, som kan ha støttet denne assosiasjonen til økonomi. Informasjonen om pris på oljen var irrelevant for å løse oppgaven, og som jeg kommer tilbake til senere i delkapitlet er det flere gode grunner til å utelate den typen informasjon.

Andersen et al. (2015) påpeker viktigheten av å bruke en kontekst som er tilpasset målgruppen i tekstoppgaver. Målet er at elevene skal kunne kjenne seg igjen i situasjonen i konteksten, da det bidrar til å skape trygghet. Som følge av det vil elevene i større grad kunne konsentrere seg om det matematiske innholdet i oppgaven, enn om konteksten er fremmed og krever unødvendig oppmerksomhet. En kjent kontekst vil dermed kreve mindre av arbeidsminnet til elevene, enn en fremmed kontekst. Som resultat av det vil elevene ha større kapasitet til å løse det matematiske problemet som ligger til grunn i oppgaven (Kempert et al., 2011).

5.2.1.4 Imperativ form

Som Gerofsky (1996) nevner er formuleringen av den instruerende setningen i tekstoppgaver av stor betydning for hvordan elevene løser oppgaven. Dette støttes av Andersen et al. (2015). De skriver at den instruerende setningen bør formuleres som et spørsmål for å gjøre den tydelig og direkte. Videre fraråder de fra å bruke imperativ form på verbet i den instruerende setningen.

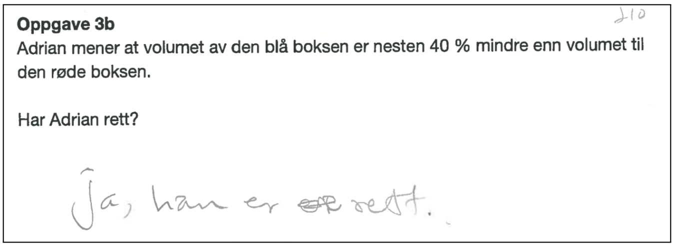
På den modifiserte utgaven av volumoppgaven fjernet jeg imperativ form av verbet i de instruerende setningene. I stedet formulerte jeg setningen som et spørsmål. «Bestem volumet» ble endret til «Hva er volumet?» og «Kontroller om det stemmer» ble endret til «Er det rett?».

Elevene fortalte at de foretrakk volumoppgaven fra oppgavesett B, og på spørsmål om hva som gjorde den lettere, fortalte de at de hadde merket seg at det var spørsmål på den ene utgaven (B) og ikke den andre (A).

Margret:	Hva er det som er lettere med den?
Laura:	Det er begge samme. Den her skriftlige spørsmålet: Hva er volum av boksene?
Margret:	Okei, står ikke det der (A)?
Laura:	Nei, det står ikke her.
Margret:	Hvordan vet du at du skal finne volumet der da?
Laura:	Her står det: Bestem volumet av håndbagasje etter fremtidens mål og dagens mål.
Margret:	Og er ikke det det samme som: Hva er volumet?
Mohammed:	Litt forskjellig skriver den ord.
Margret:	Men her er det et spørsmål.
Mohammed:	Ja, den oppgave er det samme, men den tekst er litt forskjellig. Den er litt vanskelig (A).
Laura:	Det er lurespørsmål den (A).

Som det kommer frem i dette utdraget fra intervjuet med Mohammed og Laura, oppleves imperativ form på verbet som vanskeligere enn et spørsmål. Laura kaller formuleringen ≪Bestem volumet..≫ for et lurespørsmål, og Mohammed forteller at han synes det er vanskelig.

På den annen side erfarte jeg at spørsmålsformulering kan føre til andre uheldige konsekvenser. For eksempel på deloppgave b) på volumoppgaven ble det stilt et spørsmål om en gitt påstand var riktig. En slik formulering oppfordrer til et ja/nei, og jeg ser i ettertid at jeg kunne i tillegg ha bedt elevene om å begrunne svaret sitt. Av tabell 5.1 kan en se at det var 5 besvarelser som ble karakterisert som *riktig svar, men mangelfull forklaring* (RM), og i de fleste tilfeller gjaldt det at elevene kun hadde svart på om påstanden var riktig eller ei, uten videre forklaring. Figur 5.6 viser et eksempel på en slik besvarelse.


Oppgave 3b
210
Adrian mener at volumet av den blå boksen er nesten 40 % mindre enn volumet til den røde boksen.

Har Adrian rett?

Ja, han er ~~er~~ rett.

Figur 5.6: Eksempel på en besvarelse med et ja/nei svar.

Som nevnt ovenfor foretrakk elevene spørsmålsformulering på den instruerende setningen, men det er viktig at en er klar over at spørsmålet som stilles ber om typen besvarelse en forventer å få fra eleven. Når det stilles et ja/nei-spørsmål, må en forvente å få noen ja/nei-svar. Derfor kan det være lurt å be om forklaring i tillegg. For å be om forklaring bruker en gjerne imperativ form på verbet, men det kan rettferdiggjøres når en allerede har stilt et spørsmål. Når det stilles et spørsmål, og således brukes et spørsmålstegn, kan elevene raskt identifisere hvor målet med oppgaven presenteres. Det blir dermed lettere for eleven å orientere i teksten, særlig i de tilfeller hvor tekstomfanget er stort. I det neste avsnitt går jeg nærmere inn på betydningen av oppgavenes tekstomfang.

5.2.1.5 Tekstomfang og innhold

Omfanget av informasjon som ble lagt frem i oppgavene, hadde betydning for hvordan elevene opplevde tekstoppgavene. På spørsmål om de foretrakk en oppgave fra oppgavesett A eller B, var svaret uten unntak oppgavene fra oppgavesett B. Begrunnelsen til elevene var konsekvent at oppgavene var lettere å forstå når det var mindre tekst. Dessuten er det en fordel at det ikke inkluderes irrelevant informasjon i teksten, det kan i verste fall være avledende for oppgaveløseren.

I det følgende utdraget forteller Laura hvilke tanker hun får når hun ser en lang oppgavetekst i en matematikkoppgave.

Margret:	Hva tenker dere når dere ser masse tekst i en oppgave?
Christina:	Det er litt forvirrende.
Laura:	For eksempel hvis det er stor for eksempel skriftlig, og det er for eksempel pluss, man tror det er veldig vanskelig. Det er litt vanskelig å jobbe, man blir..
Margret:	Skremt?
Laura:	Ja, litt sånn. Ikke stor skriftlig, det blir lettere å lese.

Laura forteller at hun tolker stort tekstomfang som at oppgaven er vanskelig. Hun forteller at en lang oppgavetekst i en oppgave som omhandler addisjon ville forvirret henne, da hun automatisk tenker at det må dreie seg om noe vanskeligere enn det. Hun trekker altså konklusjoner om vanskelighetsnivået i oppgaven basert på tekstomfanget.

Under intervjuet sa Mohammed følgende om hvorfor han foretrakk den modifiserte oppgaveteksten på oljeoppgaven: ≪Og spørsmålet her, den er kort. (..) Den samme er mange ord, færre ord. (..) Det handler om å forstå.≫. Spørsmålet i den modifiserte utgaven var ikke kortere enn i den ordinære eksamensoppgave, men Mohammed snakker om hele oppgaveteksten som spørsmålet. Det var betydelig mindre tekst i den modifiserte utgaven, og Mohammed var klar på at færre ord gjør det lettere for han å forstå teksten.

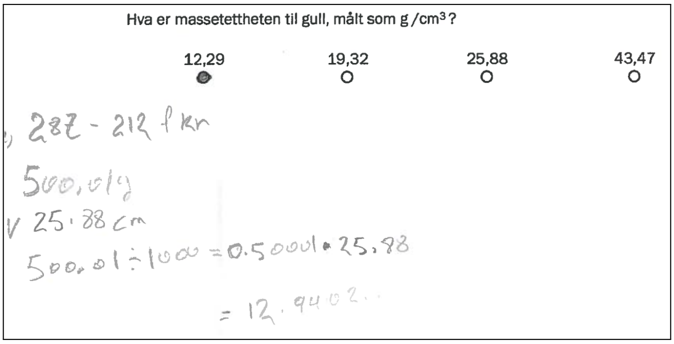
Lærer Per sa følgende om innholdet i tekstoppgaver generelt, og viser til gulloppgaven som et eksempel:

Lærer Per:	Mange norske oppgaver er laget sånn at det skal være artig å lese, tror jeg da. De sper på med helt irrelevante opplysninger, som ikke har noe med matematikken å gjøre, men som lager sånn bilde av det som foregår. (..) det bare forvirrer dem. Så sitter de og ser febrilsk da, ned i der, nå ser du, her er det tall. Med en gang de ser tall, så tenker dem at de skal regne, så du kan risikere at de begynner å gange med det der, årstallet. Eller dele. Og det er ofte det de sitter og tenker. Skal vi gange eller dele, og så skal de ikke gjøre noe av det. Fordi de skal bare ha det vekk. Det er jo helt irrelevant.

I likhet med Gerofsky (1996) er læreren kritisk til å inkludere ≪den første komponenten i tekstoppgaver≫, slik Gerofsky definerer det. Det gjelder særlig i de tilfeller hvor det inkluderes tall for å bygge opp oppgaven, men der disse ikke skal brukes videre i oppgaven. Som lærer Per nevner, tenker ofte elevene at alle tall er relevante for å løse oppgaven. Det skaper dermed usikkerhet når levetiden til Arkimedes oppgis i gulloppgaven ettersom det ikke er relevant for å finne massetettheten til gullkronen. Andersen et al. (2015) kaller den unødvendige informasjonen for ≪støy≫, og mener det bør unngås i størst mulig grad. De skriver at det er spesielt viktig for lesesvake elever å unngå støy.

Samtidig er det ikke slik at det kun er lengden på teksten som avgjør hvorvidt den er relevant eller vanskelig. Heesch et al. (1998) konkluderte med at korte tekster også kan være vanskelige dersom det settes store krav til ordforståelse, syntaks, tekstbinding og inferensforståelse. Men på den annen side vil lange oppgavetekster kreve mye av korttidsminnet til oppgaveløseren. Stort tekstomfang er altså ikke ensbetydende med at oppgaven er vanskelig, men vil kreve mer av arbeidsminnet. Som Kempert et al. (2011) poengterer, er dette spesielt vanskelig for flerspråklige elever. Disse elevene gjør mange overganger mellom register for å komme i mål med oppgaveløsingen. Tekstomfanget avgjør hvor omfattende denne prosessen vil være.

Figur 5.7 viser et eksempel på en besvarelse hvor eleven har oppfattet levetiden til Arkimedes (282–212 f.Kr.) som relevant for å løse oppgaven. Selv om ikke eleven har brukt årstallene videre i beregningene, er det grunn til å tro at de var et forstyrrelsesmoment i prossessen med å trekke ut relevant informasjon for å løse oppgaven.



Figur 5.7: En besvarelse hvor årstallene blir trekt ut som relevant for å løse oppgaven.

Tekstinnhold som er irrelevant for å løse oppgaven kan dermed virke avledende for oppgaveløseren. I tilfellet ovenfor ble ikke årstallene tatt med i beregningene, men det kan tenkes at det ville ha skjedd med andre elever. Som lærer Per nevner er elevene redde for å gå glipp av relevant informasjon i teksten, da spesielt tall. I oppgavene i denne studien var det både årstall i gulloppgaven som ikke hadde noe med løsningen på oppgaven å gjøre, og oljepris i oljeoppgaven. Dette er unødvendig støy og kompliserer forståelsesfasen for elevene. Som Andersen et al. (2015) poengterer bør en unngå unødvendig støy i oppgaven. Dette støttes av Gerofsky (1996) som mener at «den første komponenten» i mange tekstoppgaver kan fjernes, da denne ikke er relevant for løsningsfasen.

5.2.2 Visuelle aspekter

Kategorien *Visuelle aspekter* tar for seg elementer som omhandler hvordan teksten deles opp og hvilke illustrasjoner som brukes for å få frem innholdet i teksten.

5.2.2.1 Utforming

Under koden *Utforming* inngår oppsettet til teksten i oppgaven. Det viste seg på de skriftlige besvarelsene at det å sette av plass mellom to deloppgaver hadde betydning for hvor mange som svarte på begge deloppgavene. Når det var satt av plass til å besvare begge deloppgavene på volumoppgaven, var det kun én elev som svarte blankt på én av de (Tabell

5.1, oppgave 3b). Når det derimot ikke var satt av plass til å besvare begge deloppgavene på oljeoppgaven, var det fire som ikke svarte på deloppgave a) og fem som ikke svarte på deloppgave b). Antall blanke besvarelser er imidlertid også påvirket av andre faktorer enn avsatt plass til å besvare oppgaven. Elevenes kjennskap til volumoppgaven er en faktor, men forskjellig vanskelighetsgrad på oppgavene har selvsagt også betydning. Det er likevel interessant å merke seg denne betydelige forskjellen i blanke besvarelser.

Båtoppgaven er et eksempel på en flerstegsoppgave. Først skal elevene bruke Pytagoras' setning for å finne den ukjente kateten. Deretter skal de legge til avstanden til toppen, før de skal gjøre om fra fot til centimeter og angi svaret i meter. På denne oppgaven er det kun én deloppgave, så inndelingen av oppgaveteksten kan ikke sies å være til hjelp for å skille stegene fra hverandre. Jeg valgte å gå mer i dybden på elevenes matematikkfaglige forståelse for båtoppgaven i intervjurunde 2. Der valgte jeg å presentere stegene i oppgaven hver for seg, og se hvordan elevene responderte på det, se Vedlegg C. Ingen hadde fått til denne oppgaven på de skriftlige besvarelsene, og derfor var det overraskende at da jeg viste elevene en trekant med en ukjent sidelengde og spurte elevene hvordan vi kunne finne den, svarte samtlige umiddelbart at vi måtte bruke Pytagoras' setning. Når dette ble satt i sammenheng med båtkonteksten, innså elevene at dette var nøyaktig samme oppgave. Følgende utdrag fra intervjurunde 2 viser elevenes reaksjon når de oppdaget denne likheten.

Mohammed:	Men forrige gang jeg fikk feil på den. Jeg husker.
Margret:	Men du kan.
Mohammed:	Ja, ja.
Margret:	Er det lettere når man gjør det sånn? Er det lettere å løse en sånn oppgave enn den her? [Henviser til den skriftlige oppgaven].
Alice:	Det er samme.
Noora:	Egentlig den er letter, for den jeg fikk på prøve som du hadde, jeg vet ikke hva lengden er, men nå jeg ser. [Peker på trekanten] Jeg med en gang skjønner.
Margret:	Det var kanskje ikke så tydelig.
Alice:	Men det er samme, hvis du skjønner at det er samme, det er rett vinkel også.
Noora:	Og så var det masse tekst i den i fjor, husker du? Masse tekst.
Mohammed:	Vi fikk den feil på grunn av norsk og forståelse.
Joseph:	Mm.
Alice:	Ja, hvis man forstår ikke teksten, så er det feil. Det er lett å gjøre feil.
Noora:	Du ser båten eller jeg forstår ikke hva det er i teksten.
Mohammed:	Jeg tenker det spørsmål er den [peker på buen på seilet].

I dette utdraget kommer det frem at Alice synes ikke det var noe merkbar forskjell på å løse oppgaven i de to situasjonene. Noora, Mohammed og Joseph er derimot enige om at det var lettere for dem å løse den i intervjurunde 2. Mohammed mener at de ikke fikk vist kompetansen sin grunnet norskforståelsen. Alice støtter dette utsagnet, og legger til at man er avhengig av å forstå teksten for å ikke gjøre feil. På slutten av intervjuet sier

Noora følgende om hvorfor det var lettere å vite at hun skulle bruke Pytagoras' setning når oppgaven var uten båtkonteksten.

Noora:	Trekant vi forsto med en gang. Haha. Men den her vi tenker masse, den er lang, den som vi hadde. Hvor er det? Se her, den du ser med øyet ditt med en gang, den er trekant eller. Men her du tenker masse ting, skal vi gange her, skal vi tenke her.
Margret:	Ja, så når det var en båt, så så man kanskje ikke trekanten like godt?
Noora:	Ja, jeg tror det, men jeg vet ikke med andre. Men jeg synes den er, jeg finner masse..

Her forteller Noora at hun forsto umiddelbart at hun skulle bruke Pytagoras' setning når oppgaven dreide seg om en tilfeldig trekant uten båtkonteksten. Hun nevner også at det kan ha en sammenheng med at det var en lang oppgave, og hun derfor brukte lenger tid på å forstå hva oppgaven gikk ut på. Dermed var tekstomfanget også en faktor her.

Oljeoppgaven er et annet eksempel på en flerstegsoppgave. Der er det riktignok to deloppgaver, men disse har ingen sammenheng. I deloppgave b) skal elevene bruke formelen for volumet av en sylinder for å bestemme høyden til sylinderen. De har fått oppgitt diameteren i centimeter og volumet i liter. For å kunne bruke formelen må elevene dermed vite at de må gjøre om volumet til kubikkdesimeter, for deretter enten å gjøre om diameteren til desimeter eller kubikkdesimeter om til kubikkcentimeter. Her må elevene også passe på å finne radiusen ut fra diameteren, da det er denne som skal settes inn i formelen. Det er med andre ord en del momenter å ta hensyn til før formelen kan brukes, og elevene uttrykte at dette var en utfordring.

Ahmed sa følgende om oljeoppgaven hvor det er mye informasjon som må sorteres, og flere regneoperasjoner som må utføres for å komme i mål: ≪Da kan finne hvis man tar det med ro.≫. Han poengterer at det er viktig å beholde roen når man blir gitt såpass stor informasjonsmengde på en gang. I følge lærer Per er dette en stor utfordring for elevene.

Den betydelige forskjellen i prestasjonene på båtoppgaven på de skriftlige besvarelsene og i intervjurunde 2, viser at flerstegsoppgaver er utfordrende for elevene i skriftlig form. Det kan tenkes at det ville vært til hjelp å dele inn teksten i deloppgaver med en matematisk operasjon i hver, både for å begrense tekstopmfanget i hver av delene og for å sortere informasjonen som gis. Samtidig er dette noe Andersen et al. (2015) fraråder, da det ikke skal være slik at elevenes forutsetninger for å få til en deloppgave er påvirket av hvorvidt de har fått til den foregående oppgaven. Som resultat av dette vil jeg påstå at det at oppgavene ble diskutert muntlig i intervjurunde 2 var fordelaktig for elevene. På den måten forsikret jeg meg om at de forsto innholdet og målet med oppgaven, og i tillegg fikk de anledning til å dele tankene sine muntlig. Dette er også i tråd med Vygotsky sin sosiokulturelle læringsteori (Imsen, 2005).

5.2.2.2 Illustrasjoner

Alle tekstoppgavene som ble gitt i studien hadde en form for illustrasjon i tillegg til tekst. Under intervjuet kom det frem at figurer og illustrasjoner kan bekrefte for elevene at de har skjønt innholdet i tekstoppgaven riktig, hjelpe de med å forstå teksten og hjelpe til med å trekke ut essensiell informasjon fra oppgaveteksten.

På gulloppgaven var begge gruppene enige om at det var til hjelp å ha et bilde av det oppgaven handlet om. Gruppe 1 besto av Noora, Mohammed, Alice og Sana. Under er et utdrag fra intervjuet med de rundt bildet som tilhørte gulloppgaven.

Margret:	Hjelper det på noe måte å ha bilder?
Alice:	Ja.
Noora:	Ja, eksempel her, vi har gull eller, så vi vet.. vi skjønner hva snakker om hvis vi ser her gull og her er gull. Så det er bilder, så det stemmer.
Margret:	Så dere ser på bildene for å finne ut hva teksten.. det bekrefter at dere har skjønt det?
Mohammed:	Ja.
Noora:	Eller kan vise en del av teksten, ikke hele teksten da. Kan vise at ja, den teksten snakker om sånn og sånn, det her snakker om en historie.

Gruppe 2 bestående av Christina, Ahmed, Laura og Marion, var også samstemte når det gjaldt spørsmålet om bildene var til hjelp for å løse oppgaven.

Margret:	(..) Synes dere det hjelper å ha et bilde?
Ahmed:	Ja.
Christina:	Ja, ja. Når man ser det, så forstår man. For eksempel hvis dette bildet står ikke her, og det er gjenstand, så da jeg vet ikke hva er det. Når jeg ser, så vet jeg at det betyr det [peker på gullbarene på bildet].

Christina forteller at hun var usikker på hva ordet «gjenstand» betydde, og det at det var et bilde av en gjenstand av gull kunne bekrefte for henne at hun hadde forstått oppgaven riktig.

Heesch et al. (2000) og Andersen et al. (2015) er enige om at valg av illustrasjoner i tekstoppgaver bør bidra positivt i prosessen med å tolke oppgaveteksten. Bildet eller figuren skal støtte det som framkommer i teksten, og motsatt.

Én elev nevnte at dersom en hadde skrevet ordet *masten* på figuren med en pil bort til masten, ville forvirringen blitt unngått. Dette er i tråd med Heesch et al. (2000) og Andersen et al. (2015) sine anbefalinger om å bruke illustrasjoner til å gjøre teksten meningsfull for elevene. I et slikt tilfelle ville det matematiske innholdet i oppgaven blitt uforandret, og en ville fjernet all tvil om hva en mast er. Igjen ville en da kunne forsikret seg om at elevene kom til å forstå subjektet i den instruerende setningen. En slik illustrasjon eller tegn er det Peirce (1998) omtaler som indeks, og som gir mening til objektet, i dette tilfellet masten, ved å trekke oppmerksomhet mot den i form av en pil.

Illustrasjonene viste seg også å være til hjelp for å trekke ut essensisell informasjon fra oppgaveteksten. På oljeoppgaven ble bildet av mange oljefat stablet opp på hverandre byttet ut i den modifiserte utgaven av oppgaven. I stedet valgte jeg å bruke en figur av en sylinder som viste at diameteren var 55 cm. Av tabell 5.1 kan en se at det var tre besvarelser i gruppen *feil svar, men delvis riktig fremgangsmåte* (FD) på deloppgave b), og dette kommer av at elevene var inne på å bruke formelen for volumet av en sylinder. Ingen av elevene som fikk den orginale eksamensoppgaven viste tegn til å ha vært inne på å bruke formelen. Dette tyder på at figuren bidro til at elevene klarte å identifisere hvilken formel som var egnet for å løse oppgaven. Det kan imidlertid diskuteres hvorvidt denne endringen var med på å senke den matematikkfaglige vanskelighetsgraden i oppgaven ettersom begrepene ≪sylinder≫ og ≪diameter≫ bør i følge læreplanen være kjent for elevene.

Når det gjelder omgjøring mellom enheter, ble det nevnt at det foretrekkes å ha en boks som viser forholdet mellom enhetene. Det var tilfellet i båtoppgaven, men ikke i oljeoppgaven, og ble påpekt som en vesentlig forskjell på oppgavene. Dette kommer frem av utsagnet til Sana nedenfor.

Sana: Og så var det ikke binde sånn som der [peker på båtoppgaven]. Kunne jeg kanskje skjønt at det var sånn eller jeg visste ikke.

Sana forteller at hun kanskje ville ha forstått at amerikanske gallon også var en volumenhet dersom det hadde vært en boks med som viste likheten mellom amerikanske gallon og liter, på samme vis som likheten mellom fot og centimeter ble fremhevet i båtoppgaven.

Samtidig kan illustrasjonene enkelte ganger trekke for mye oppmerksomhet, slik som i tilfellet med oljeoppgaven. Der var figuren av en sylinder utvilsomt til hjelp for å få elevene inn på sporet av formelen for volumet til en sylinder. Men ettersom det kun var tegnet inn diameter på figuren og ikke mengden volum, fikk enkelte elever for seg at det kun var diameteren som var kjent og ikke volumet til sylinderen i den modifiserte utgaven. På samme måte fikk boksen som viste forholdet mellom fot og centimeter i båtoppgaven mye oppmerksomhet, og de fleste elevene startet med omgjøringen fra fot til centimeter selv om hovedmålet med oppgaven var å finne en ukjent sidelengde i en rettvinklet trekant.

Disse funnene tyder på at det er grunn til å gjøre gode vurderinger i arbeidet med å velge illustrasjoner til tekstoppgaver. Som Andersen et al. (2015) og Heesch et al. (1998) påpeker bør illustrasjonene og oppgaveteksten utfylle hverandre.

5.2.3 Matematikkfaglige aspekter

Kategorien matematikkfaglige aspekter omfatter de matematikkfaglige hindringene elevene møtte på ved å løse tekstoppgavene i studien. Det er klart at språkbruken er av stor betydning for hvordan elevene tolker og forstår oppgaven, men for å lykkes med å løse oppgaven er de nødt til å beherske matematikken bak også. I de følgende avsnittene vil jeg gjøre rede for hvilke utfordringer av matematisk karakter elevene møtte på i arbeidet med tekstoppgavene i studien.

5.2.3.1 Fagbegreper og notasjon

Fagbegreper skaper også utfordringer for elevene. Det kom frem under lesingen av oppgavene og i samtalen etterpå. Begreper som «volum», «massetetthet», «amerikanske gallon» og «sylinderformede» ble oppfattet som vanskelige. Utfordringer knyttet til fagbegreper i matematikk kan også betraktes som et språklig aspekt, men jeg har valgt å se på de som et matematisk aspekt. Begrepsinnlæring er en essensiell del av matematikkfaget, og derfor velger jeg å la fagbegreper høre til under denne kategorien. Dessuten er det mange notasjoner fra det matematikkfaglige registeret som kan være utfordrende å forstå seg på. På bakgrunn av det har jeg valgt å inkludere notasjoner også i denne koden.

Elevene hadde problemer med å uttale enheten g/cm^3. Noen uttalte skråstreken mellom gram og kubikkcentimeter som «slash», som er det engelske uttrykket for en skråstrek og brukes ofte for å indikere at to ord er synonymer. Dette er altså en form for tvetydighet, ettersom et og samme tegn har ulik betydning avhengig av hvilket semiotisk register en befinner seg i (Peirce, 1998). Dette tyder på at elevene ikke er helt fortrolig med bruken av skråstrek i denne sammenhengen. Det samme gjaldt bindestrek mellom årstallene i den orginale gulloppgaven. Der var det enkelte elever som uttalte årstallene som «287 minus 212» i stedet for «fra 287 til 212». Dette viser at en må være oppmerksom på at også tegn kan ha ulike betydninger, på samme måte som ord kan være tvetydige.

Lærer Per fortalte at de har stort fokus på innlæring av begreper i undervisningen, men at begrepsinnlæring er utfordrende for elevene. Han fortalte at de sliter med å huske begrepenes betydning over lengre tid.

Heesch et al. (1998) argumenterer for at ved å bruke synonymer til matematiske begreper i oppgavene kan man gjøre det enklere for flerspråklige elever å få de til. Som et eksempel nevner de at begrepet «symmetrilinje» kan forklares ved å skrive «speilingslinje» i parentes bak. Matematikkfaglige begreper som viste seg å være vanskelig for elevene, stemmer godt overens med de som Heesch et al. (2000) identifiserte som vanskelige i deres studie. Det kan imidlertid diskuteres hvorvidt man senker det matematiske nivået i oppgavene ved å bruke synonymer. Dette vil være avhengig av hva som er forventet kunnskap til enhver tid. Innlæring av matematiske begreper er tross alt et mål i seg selv i matematikkopplæringen, og derfor må en være forsiktig med å legge til synonymer i ordene. Samtidig vil jeg tro at en muntlig vurderingssituasjon i matematikk ofte åpner opp for at faglærer og sensor bruker synonymer til å forklare oppgaven, men i disse tilfellene kan vurderingen skje på bakgrunn av hvor mye forklaring det har vært behov for å gi eleven.

5.2.3.2 Innlærte algoritmer eller regler

Elevene forklarte flere ganger under intervjuene at de ikke fikk til oppgaven fordi de ikke husket regelen, eller at de ikke hadde lært å løse den type oppgaver. Elevenes matematikkunnskaper kom til kort når de skulle løse oppgaver i en ny kontekst. Et eksempel er bruken av Pytagoras' setning i båtoppgaven. Når elevene ikke forstår i hvilke situasjoner setningen gjelder, blir det vanskelig for de å anvende den i nye kontekster.

I båtoppgaven skulle elevene bruke Pytagoras' setning for å finne høyden til båtens mast. Denne oppgaven fikk ingen til på de skriftlige besvarelsene, men noen få var inne på å bruke setningen. Når jeg derimot på intervjurunde nummer to viste elevene en rettvinklet trekant med en ukjent sidelengde, visste de umiddelbart at den kunne de finne med Pytagoras' setning.

Noe som også var interessant var at på spørsmål om hvilke trekanter Pytagoras' setning gjelder for, var det ingen som var sikker på det. Marion sa at hun hadde glemt når hun kunne bruke setningen. Jeg fulgte opp med å tegne en likebeint trekant og spurte om vi kunne bruke setningen til å finne en ukjent side i denne trekanten. Elevene trodde ikke de kunne det, eller de hadde i det minste ikke lært å bruke setningen på en sånn trekant.

Den samme oppgaven hadde Noora løst ved å bruke arealsetningen for en trekant. I det følgende utdraget forklarer Noora hvordan hun har tenkt når hun løser oppgaven.

Noora:	Okei, jeg har gjort det fordi.. det er litt dumt det jeg gjorde, det er feil. Men jeg gjorde alle med gang.
Margret:	Gange alle sammen?
Noora:	Ja, haha. Så jeg tar høyde.. g ganger høyde dele med to. Så jeg tar areal fordi jeg ser her trekant, så jeg tenker at det er da areal.
Margret:	Men hva skal du finne? Hva er spørsmålet?
Noora:	Jeg gjorde som jeg kan gjøre areal, fordi jeg gjorde fotene ganger. 22 ganger 2 ganger 7. Så er lik 308, jeg deler. Jeg fikk 154.
Margret:	Ja vel, 154 hva da?
Noora:	Med fota.
Margret:	Fot?
Noora:	Fot ja. Det er feil, men når jeg er ferdig da finner jeg at det var feil.
Margret:	Okei, hvordan vet du at det er feil da?
Noora:	Fordi den er 30,48 centimeter. Og her teksten de sier vi vil ha meter, men jeg bare finner fot, hva er det. Så jeg skjønner det er feil. For jeg har ikke noe meter eller jeg ikke delte.

Her kommer det frem at Nooras første tanke når hun ser en trekant er at hun skal bruke arealsetningen for å løse oppgaven. Hun forteller likevel at hun skjønte etterhvert at det var feil av henne å bruke denne setningen. Da jeg spurte hvordan hun visste at det var feil svarte hun at det var fordi svaret ikke hadde meter som enhet, men fot. Hun skjønte med andre ord ikke at det å bruke arealsetningen var feil fremgangsmåte.

Disse to eksemplene jeg viste til ovenfor; bruk av Pytagoras' setning i en ny kontekst og bruk av arealsetningen, er eksempler på det Skemp (1976) definerer som instrumentell forståelse. Når forståelsen av en setning består av en memorert regel og erfaring med å bruke den, kan en si at eleven har instrumentell forståelse av setningen (Skemp, 1976). Elever som har instrumentell forståelse har ofte problemer med å løse oppgavetyper de sjeldent eller ikke har vært borte i før. Konteksten i båtoppgaven var ukjent for elevene og ettersom de hadde en instrumentell forståelse av Pytagoras' setning, klarte de ikke å anvende den riktig i den nye situasjonen. Når jeg derimot presenterte en vanlig rettvinklet trekant for elevene i intervjurunde 2, mestret de setningen godt.

5.2.3.3 Enheter

Ukjente enheter skapte utfordringer for elevene, og enkelte enheter var vanskeligere enn andre. Det var tydelig at g/cm^3 var vanskeligere for elevene å håndtere enn for eksempel cm^3, da enheten er en rate og massetetthet var et begrep elevene hadde liten kjennskap til. Dette kom frem når elevene leste oppgavene under intervjuet og de hadde problemer med å uttale gram per kubikkcentimeter. Mellom ikke sammenlignbare målrom, som volum og masse, utføres det en funksjonsoperator som har enhet i form av en rate (Vergnaud, 1983). Dette er mer komplisert enn der målrommene er sammenlignbare, det vil si at begge målrommene representerer den samme størrelsen. Det kan være en forklaring på at g/cm^3 var vanskeligere enn cm^3.

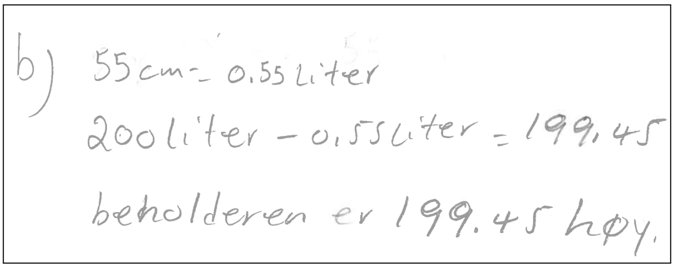
Når det gjaldt begrepet volum, var vi innom *liter*, cm^3, dm^3 og *amerikanske gallon* som enheter i studien. Selv om elevene var tydelig på at volum var noe tredimensjonalt ettersom formelen er lengde ganger bredde ganger høyde, så var overgangen fra cm^3 til *liter* utfordrende. Enheten cm^3 støttes av formelen for volum som er produktet av tre lengder, mens *liter* har ikke den samme støtten som enhet for volum. Derfor kan det være utfordrende å forstå at både cm^3 og *liter* er enheter for samme begrep. På samme måte var *amerikanske gallon* vanskelig for elevene å håndtere. Enheten vekket assosiasjoner til økonomibegrepet hos én elev, ettersom amerikanske dollar var noe hun hadde kjennskap til. Som nevnt har enheten cm^3 støtte i formelen for volum, men hverken *amerikanske gallon* eller *liter* har det.

Årsaken til at overgangen mellom cm^3 og *liter* var utfordrende kan også ha vært det at elevene ikke kjente til likheten mellom liter og kubikkdesimeter eller det faktum at dette er en overgang mellom to målrom. Elevene må både huske definisjonen på $1\ liter$, det vil si at det tilsvarer $1\ dm^3$, og i tillegg klare overgangen fra cm^3 til dm^3. Denne situasjonen er ifølge Vergnaud (1983) en multiplikativ situasjon, og siden multiplikative situasjoner bygger på additive situasjoner, vil multiplikative situasjoner være mer utfordrende enn additive situasjoner.

Enheten *fot* var også ukjent for elevene, og de lurte på hva det betydde. Det kan ha en sammenheng med at ordet fot har flere betydninger, slik som jeg har vært inne på tidligere i kapitlet.

Elevenes manglende erfaring med enhetene fot og amerikanske gallon er en viktig årsak til deres usikkerhet. Når det er sagt, så er det ikke bare erfaring med en enhet som gjør den enklere å håndtere. Det er visse egenskaper ved enheter som kan oppleves som mer utfordrende enn andre. Dette gjelder spesielt enheter som representerer en relasjon mellom to størrelser, slik som det var i tilfellet med g/cm^3. Slike enheter bygger på multiplikative situasjoner og som begrunnet tidligere er slike situasjoner noe vanskeligere enn additive situasjoner.

Både på gulloppgaven og på oljeoppgaven skulle elevene utføre regneoperasjoner på tall som hadde ulik enhet. I gulloppgaven måtte vekten i gram deles på volumet i kubikkcentimeter, og i oljeoppgaven skulle elevene finne høyden til sylinderen utfra diameteren i centimeter og volumet i liter. Det oppsto litt forvirring rundt dette. Noen elever mente at i slike oppgaver måtte de begynne med å få en felles enhet på alle målene. Et eksempel på det er Ahmed sin besvarelse på den deloppgave b) på oljeoppgaven (Figur 5.8).


b) 55cm = 0,55 Liter
200liter − 0,55Liter = 199,45
beholderen er 199.45 høy.

Figur 5.8: Ahmed sin besvarelse på deloppgave b) på oljeoppgaven.

Her gjør Ahmed centimeter om til liter for å kunne regne med det videre i oppgaven. Da har han fått begge målene i liter, og utfører subtraksjon for å finne høyden til sylinderen. Følgende utdrag fra intervjuet viser diskusjonen mellom meg og Ahmed rundt denne besvarelsen.

Margret: (..) men siste spørsmål er hvor høy er beholderen?
Ahmed: Jeg forstår ikke den, er det pluss eller er det minus? Siste jeg gjorde det.
Margret: Du skal finne høyden i den der.
Ahmed: Jeg jobber med den minus [Margret: Okei], jeg tror det er liter minus 0,55..
Margret: Men kan man gjøre om centimeter til liter?
Ahmed: Det er 0,55 liter.
Margret: Er det det?
Ahmed: Jeg har gjort sånn.
Margret: Kan man gjøre om en lengde til liter? Hva er liter?
Ahmed: Liter er liter.
Margret: Ja, men vi måler volum i liter, ikke sant. Volum er centimeter i tredje. Det er tre dimensjoner, men centimeter er bare en strek. Så det er ikke det samme som volum, det er en strekning.
Ahmed: Centimeter.. meter, det er ikke i andre, ikke i tredje.

Som det kommer frem i dette utdraget, vil Ahmed gjøre enheten på diameteren om til liter slik at han kan subtrahere den fra volumet til sylinderen i oppgaven. Jeg prøvde å forklare han at man ikke kan gjøre om centimeter til meter, men Ahmed spurte likevel senere i samtalen om 55 cm er det samme som $0,55$ $liter$. Her kan det tenkes at Ahmed forveksler liter og meter, da han var såpass overbevist om at denne omgjøringen var riktig.

I tillegg er liter og meter nokså like ord, begge slutter på ≪-ter≫ og har en vokal og en konsonant foran. Det kan også være at Ahmed forveksler denne multiplikative situasjonen som består av to målrom, *liter* og cm^3, med en additiv situasjon hvor en jobber innenfor et og samme målrom og derfor må ha samme enhet på de størrelsene som skal sammenlignes.

I det andre intervjuet kom samme tema opp i forbindelse med gulloppgaven. På spørsmål om hvordan Noora løste oppgaven med å finne massetetthet svarte hun at hun egentlig ikke forsto oppgaveteksten.

Margret:	Okei, hva er det du ikke forstår av teksten?
Noora:	Rent gull.. finner ut at den veier, det er 500,01 gram, ikke sant. Mens volum er 25,88 cm. Så det er gram og centimeter. Så før jeg lærte hvis det er centimeter og meter, jeg kan ikke finne noen. Hvis jeg har meter eller centimeter, jeg kan ikke gange eller jeg kan ikke dele. De er forskjellig familie.

Noora forteller at hun tidligere har lært at man ikke kan utføre regneoperasjoner på tall som har ulik enhet, eller som hun selv kaller for ≪forskjellig familie≫. Hun har med andre ord memorert en regel om at hun alltid må ha samme enhet på alle mål før hun kan utføre en regneoperasjon på målene. Det tyder på at hun har en instrumentell forståelse av den multiplikative strukturen som ligger til grunn, og som kommer til kort når hun i dette tilfellet blir bedt om å finne rate og ikke forhold. Det kan tenkes at Noora har vært eksponert for et overtall av eksempler på multiplikative situasjoner som bygger på forhold. I slike situasjoner er en avhengig av å ha samme enhet på størrelsene som skal sammenlignes, og det samme gjelder additiv sammenligning. Når en derimot beregner rate, slik som i gulloppgaven, skjer det en overgang mellom to ulike målrom, nemlig masse og volum. Dette ser ut til å være i konflikt med Nooras tidligere kunnskap om enheter. Det kan også tenkes at Noora gjør en overgeneralisering ut fra de additive situasjonene hun kjenner til fra før, hvor sammenligningen handler om å finne differanse og man således er avhengig av samme enhet på alle mål (Thompson, 1994).

For å oppsummere hvilke utfordringer elevene har med enheter og multiplikative strukturer, viser det seg at funksjonsoperator er vanskelig. Det kan være fordi denne tar for seg relasjonen mellom to størrelser med forskjellig enhet, noe som ser ut til å være i strid med elevenes tidligere kunnskap om enheter. Dessuten er det vanskeligere for elevene å få til oppgaver hvor funksjonsoperatoren ikke er gitt direkte, slik som i oljeoppgaven. Her er relasjonen mellom liter og gallon gitt i form av en brøk, mens relasjonen mellom fot og centimeter er gitt direkte i båtoppgaven. Dette ble bekreftet under intervjurunde 2 hvor elevene mestret oppgave 1 om valutaregning godt, mens oppgave 2 var mye mer utfordrende for de.

5.2.4 Løsningsstrategier

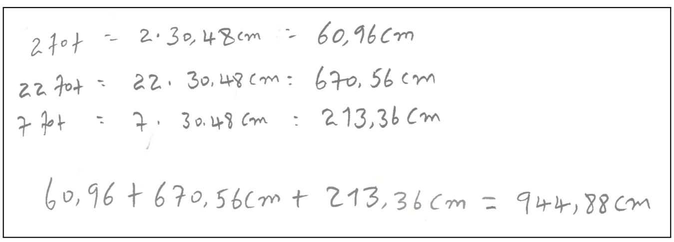
I tillegg til å besvare forskningsspørsmålet om hvilke aspekter som er utfordrende for flerspråklige elever i møte med tekstoppgave, vil jeg i dette delkapitlet si noe om hvilke løsningsstrategier elevene tyr til når de ikke lykkes med forståelsesfasen.

På spørsmål om hvordan elevene løser en tekstoppgave dersom de ikke forstår konteksten, var det flere elever som sa at de identifiserte tallene i oppgaven og prøvde å utføre regneoperasjoner på tallene for å få et svar på oppgaven. Når det gjaldt gulloppgaven kunne elevene prøve seg frem med ulike regneoperasjoner og sjekke svaret mot de svaralternativene som var gitt i oppgaven. Laura var en av de som hadde prøvd å både gange og dele tallene som var oppgitt, så jeg spurte henne hva hun ville ha gjort dersom det ikke hadde vært noen svaralternativer i oppgaven.

Margret:	Hvis du bare hadde fått spørsmålet: Hva er massetettheten? Og ingen svaralternativer.
Laura:	Jeg prøver det sånn som jeg har gjort
Margret:	Men da vet du ikke om tallet er stort eller lite.
Laura:	Men hvis for eksempel den her, den jeg vet ikke om det er riktig eller feil, men jeg brukte at forskjellig svar jeg fikk, men det jeg er enig med den.
Margret:	Okei, tenker du at det er realistisk? Tenker du at det kan hende at det stemmer i virkeligheten?
Laura:	Ja, jeg tenker sånn. Ja, stemmer det er ca. riktig.

Laura påstår at hun ville ha gått frem på samme måte selv om oppgaven ikke var en flervalgsoppgave. Hun forteller at hun ville ha prøvd å tenke realistisk for å vurdere svaret sitt. Hvorvidt hun ville ha lyktes med det er vanskelig å si, men det er positivt at hun forsøker å vurdere gyldigheten av svaret sitt.

Gulloppgaven var den oppgaven elevene presterte best på, og det var også den eneste flervalgsoppgaven. På den typen oppgaver er det muligheter for å prøve og feile for å finne riktig svar, eller i det minste utelukke mange svar. Dette var ikke mulig på de andre oppgavene, men elevene valgte allikevel nokså tilfeldige regneoperasjoner i arbeidet med de andre oppgavene. På båtoppgaven var det flere som hadde addert størrelsene som var oppgitt i oppgaven og oppgitt summen som høyden til masten. Ahmed var en av de som valgte å addere størrelsene, se besvarelsen i figur 5.9.



Figur 5.9: Ahmed sin besvarelse på båtoppgaven.

I utdraget under forteller Ahmed hvordan han går frem for å finne høyden til masten.

Margret: Men du skal finne høyden av den stanga der [peker på masten].
Ahmed: Ja, vi skal plusse den.
Margret: Plusse hva da?
Ahmed: Først vi skal finne hvor mye 2 fot er, 22 fot og 7 fot.
Margret: Okei, så den pluss den pluss den?
Ahmed: Ja, den pluss den pluss den. Jeg tror.
Margret: Hva finner du da? Er det da høyden?
Ahmed: Høyden, men med centimeter. Til slutt jeg byttet til meter.

Av figuren over og utdraget fra intervjuet kan en se at Ahmed innleder med å gjøre om målene fra fot til centimeter. Deretter velger han å addere målene for å finne høyden til masten, og forteller at han avslutter med å gjøre svaret om til meter. For meg ser det ut til at Ahmed velger en tilfeldig regneoperasjon for å besvare oppgaven, og inkluderer alle størrelsene som oppgis i oppgaveteksten. Dette kan sees på som et forsøk på direkte oversetting slik Hegarty et al. (1995) definerer det. Nemlig at eleven ser etter tall i oppgaveteksten og oversetter nøkkelord i teksten til en matematisk regneoperasjon. Dette er imidlertid ikke mulig å få til da det ikke er et nøkkelord i teksten som kan oversettes direkte til den regneoperasjonen som skal utføres. Båtoppgaven er en flerstegsoppgave, og som Nortvedt (2013) nevner er det desto vanskeligere å lykkes med direkte oversetting for å løse slike oppgaver.

Det kom frem under intervjuene at dersom elevene ikke forstår konteksten i oppgaven eller hva som spørres etter, så ser de ofte etter tall i teksten og forsøker å regne med disse.

Margret: Mm, så hvis det er noen ord dere ikke skjønner, er det sånn at dere ikke klarer å forstå matten?
Laura: Jeg prøver å forstå matten hvis jeg forstår ikke ord, og bare for å lese og forstå å løse oppgave. Tall, 2 og sånn. For eksempel 1 fot er 3,48 centimeter og man ser fot og bytte meter. Og man tenker.
Margret: Mm, så du prøver å se etter tall i teksten?
Laura: Ja, hvis jeg ikke forstår teksten.
Margret: Så først prøver du å forstå teksten [Laura: Ja] og så hvis du ikke gjør det, så ser du bare på tallene?
Laura: Ja, som et alternativ jeg ser det.

Her forteller Laura at dersom hun ikke forstår oppgaveteksten, så identifiserer hun tall i oppgaven og regner videre med disse. Det tolker jeg som at regneoperasjonen som blir brukt er mer eller mindre tilfeldig slik som det var tilfellet med Ahmed i båtoppgaven. Noora forteller at hun har brukt en tilsvarende strategi for å løse oljeoppgaven.

Noora: For eksempel for meg, i går jeg forsto ikke masse av teksten som er her, men jeg regner bare hvordan jeg kan finne det.
Margret: Hva gjør du da?
Noora: Eksempel på den, jeg fikk den ikke sant (B). Så jeg skjønner det er diameter, jeg finner hvordan jeg kan finne høyde. Hvor mye er høyde. Så bare jeg tar talla og ganger eller finner hvor mye er høyde. Men egentlig jeg forstår ikke teksten.

Disse utdragene og noen av elevenes besvarelser tyder på at kombinasjonen av de ulike utfordringene jeg har presentert tidligere i dette kapitlet, fører til at elevene ofte utfører en tilfeldig regneoperasjon på de tallene som oppgis i oppgaven. Som nevnt tidligere er dette forsøk på direkte oversetting av oppgaven (Hegarty et al., 1995), noe som svært ofte ender med feil svar. En positiv side ved dette er at elevene forsøker å vurdere svaret sitt til slutt opp mot det oppgavene etterspør, og på den måten gjøre en realistisk vurdering. Dette er lettere å få til i de tilfeller hvor det gis svaralternativer, men er vanskeligere i åpne oppgaver som båtoppgaven.

6. Diskusjon

I dette kapitlet blir resultatene fra studien oppsummert og satt i sammenheng med den teorien som ble presentert innledningsvis. Jeg forsøker å se en sammenheng mellom resultatene i studien, og diskutere hvordan disse stemmer overens med tidligere forskning på området. Deretter ser jeg på forskningsmetoden som studien baserer seg på med et kritisk blikk.

6.1 Resultatene sett i lys av teori

I samsvar med det Lunde (2015) og Kempert et al. (2011) skriver, viser også denne studien at tekstoppgaver er utfordrende for flerspråklige elever. Det er mange enkeltfaktorer, og kombinasjonen av disse, som skaper utfordringene.

Det er kanskje ikke så overraskende at konteksten, og dermed språket i oppgaven, må være forståelig for eleven som løser den. Koedinger og Nathan (2004) og Hegarty et al. (1995) skiller mellom den første fasen i arbeidet med å løse oppgaven, forståelsesfasen, og løsningsfasen som kommer etter. For flerspråklige elever er det mange hensyn å ta i denne første fasen. For det første må det skje en transformasjon mellom to ulike semiotiske register; naturlig språk og matematisk symbolspråk. En slik transformasjon definerer Duval (2006) som en omdannelse, og det sier han er krevende. Det er imidlertid ikke utelukkende denne transformasjonen flerspråklige elever må foreta seg i forståelsesfasen. I følge Gorgorió og Planas (2001) og Schleppegrell (2007) foretar elevene seg mange ulike overganger mellom register av språk. For å forstå konteksten som gis i oppgaven må elevene ofte begynne med å oversette teksten til sitt førstespråk. Hvorvidt de lykkes med denne oversettingen er avhengig av språket som brukes i oppgaven. Denne studien viser at ord som er tvetydige, sammensatte og/eller kulturelt betingete, er spesielt utfordrende å forstå. Videre er omfanget av tekst også av betydning, hvor elevene foretrekker at det er minst mulig tekst.

Studien viser imidlertid at illustrasjoner og utformingen av oppgaven kan bistå elevene i forståelsesfasen. Informantene fortalte at illustrasjoner kan bekrefte at de har forstått teksten korrekt, hjelpe med å forstå teksten og hjelpe med å trekke ut essensiell informasjon fra teksten. Bruken av ikoner, indekser og symboler slik Peirce (1998) definerer det kan være av betydning for elevenes prestasjoner. Eksempelvis ble det nevnt at dersom det hadde blitt brukt en pil til å peke ut hvilken del av båten i båtoppgaven som var masten, ville det vært enklere for elevene å løse oppgaven. Her kunne altså et tegn i form av en indeks, bistått elevene i forståelsesfasen. Samtidig er det viktig å være klar over at dersom illustrasjonen trekker for mye oppmerksomhet, kan essensiell informasjon fra teksten bli utelatt. Hvorvidt elevene lykkes med forståelsesfasen vil dermed være påvirket av mange faktorer, og som Hegarty et al. (1995) nevner er elevene avhengig av å lykkes med den for å kunne konstuere riktige matematikkspesifikke representasjoner. Det vil si lage en *problemmodell* av informasjonen som ligger i teksten, og ikke gjøre en *direkte oversetting* av teksten. Dette er som Nortvedt (2013) påpeker spesielt viktig i arbeidet med flerstegsoppgaver da direkte oversetting sjeldent fører til riktig svar.

Gerofsky (1996) er kritisk til at det hun definerer som den første komponenten i tekstoppgaver inkluderes i det hele tatt. Det er i denne komponenten konteksten presenteres, og ifølge Gerofsky er denne komponenten ofte irrelevant for å utføre løsningsfasen. Dersom denne komponenten begrenses eller fjernes, vil prosessene med oversetting og omdannelse bli mindre omfattende. Igjen vil det medføre at en mindre del av arbeidsminnet blir belastet i forståelsesfasen, og kan i stedet benyttes i større grad i løsningsfasen (Kempert et al., 2011). På bakgrunn av dette er det grunn til å vurdere hensikten bak denne komponenten.

På de skriftlige besvarelsene var det ingen klar forskjell på besvarelsene fra de ulike oppgavesettene. Det har både språklige og matematiske forklaringer. Forenkling av språket i oppgavene kan gjøre det lettere for elevene å forstå konteksten som presenteres og hva som spørres etter, men det er imidlertid ikke nok dersom elevene ikke har tilstrekkelig matematikkunnskaper for å løse oppgaven som gis. Da vil de møte på hindringer i løsningsfasen, det vil si matematikkfaglige utfordringer.

Tekstoppgaver kommer i mange ulike former, og elever møter dermed ofte ukjente kontekster og problemstillinger. Relasjonell forståelse av det matematiske innholdet som oppgaven søker å teste gjør elevene bedre rustet til å løse oppgaver i nye og ukjente situasjoner (Skemp, 1976). Instrumentell forståelse, som ofte innebærer pugging av regler, kommer til kort når disse skal anvendes i en ukjent kontekst. Studien viser at mange av elevene hadde instrumentell forståelse av Pytagoras' setning, og dermed lyktes de ikke med å løse båtoppgaven. Når de derimot ble vist en rettvinklet trekant med ukjent sidelengde og fri for kontekst, visste de umiddelbart at de skulle bruke Pytagoras' setning for å løse oppgaven. De kunne likevel ikke fortelle meg hvorfor setningen var gyldig for akkurat denne trekanten, noe som også er et tegn på en instrumentell forståelse.

Videre var det flere eksempler på at elevene i studien brukte formler og setninger som ikke var egnet for å løse de aktuelle problemstillingene. Eksempelvis ble arealsetningen for en trekant brukt i et forsøk på å finne høyden til masten i båtoppgaven. I tillegg kom det frem at elevene hadde lært at de var nødt til å ha samme enhet på alle mål som inngår i et regnestykke for å ha lov til å utføre regneoperasjoner på disse. Dette resulterte i at noen elever forsøkte å gjøre centimeter om til liter. Således er dette et eksempel på en memorert regel og dermed instrumentell forståelse. Samtidig så kan dette være et tegn på at eleven har et begrenset begrepsbilde av begrepet volum, og av den grunn ikke forstå at det finnes mange ulike volumenheter.

På samme måte som instrumentell forståelse av et matematisk begrep kan hindre elevene i løsningsfasen, kan også et begrenset begrepsbilde skape utfordringer (Tall og Vinner, 1981). I alle oppgavene i studien var det en eller annen form form multiplikativ struktur som lå til grunn. Rate viste seg å være noe mer utfordrende for elevene enn forhold, da det innebærer en kombinasjon av flere enheter, som for eksempel gram per kubikkcentimeter.

Elevene nevnte at de hadde lært at de måtte ha samme enhet på de størrelsene de opererte med uten å forstå i hvilke situasjoner dette gjaldt. De hadde med andre ord problemer med å skille mellom det Vergnaud (1983) kaller for multiplikative situasjoner i form av forhold og multiplikative situasjoner i form av rate, og det Thompson (1994) kaller for additative situasjoner. Elevenes manglende matematikkforståelse kan til en viss grad forklares av deres svært ulike utdanningsbakgrunn, og at de ikke har fulgt et tiårig skoleløp slik som de aller fleste elever som tar avsluttende eksamen for 10. trinn. Noen av elevene fortalte at de hadde ingen skolegang fra hjemlandet sitt, mens andre hadde opptil 11 år.

Koedinger og Nathan (2004) snakker om at tekstoppgaver ikke nødvendigvis er vanskeligere enn rene algebraiske oppgaver, da elever i utgangspunktet har en bedre forståelse av et allmennt ordforråd enn matematiske symboler. En er likevel avhengig av å forstå teksten som oppgaven baserer seg på, og for flerspråklige elever er språket en barriere. Dersom situasjonen er forståelig kan tekstoppgaver være lettere å få til. Dermed kan det tenkes at muntlig vurderingsform ville vært mer rettferdig, da det i mindre grad fordrer god leseforståelse. Dette støttes også av Vygotskys' sosiokulturelle læringssyn (Imsen, 2005). Kempert et al. (2011) viser til studier hvor elever med dårlige leseferdigheter i større grad fikk vist matematikkforståelsen sin når oppgavene ble presentert muntlig. Dette var også tilfellet i denne studien hvor båtoppgaven i intervjurunde 2 ble presentert muntlig, og elevene umiddelbart visste at de skulle anvende Pytagoras' setning. Det må allikevel poengteres at båtkonteksten ble fjernet på starten av intervjurunde 2, og det var dermed også til hjelp for elevene.

Matematikksenteret (Andersen et al., 2015) nevner at den instruerende setningen med fordel kan skrives med uthevet skrift for å gjøre den mer synlig, i tillegg til at den bør være formulert som et spørsmål. Dette ble også trukket frem som viktig av elevene. Noen oppfattet den instruerende setningen i volumoppgaven som et lurespørsmål ettersom den var formulert i imperativ form. Men dersom en stiller et «ja/nei-spørsmål» er det nødvendig å bruke imperativ form i tillegg til å stille et spørsmål for å be om en forklaring på oppgaven. Dessuten tar Andersen et al. (2015) opp viktigheten av at konteksten i oppgavene er kjent for elevene. I den sammenheng nevner Heesch et al. (2000) at lærere bør fokusere på å bli kjent med elevenes kulturelle bakgrunn for å kunne gi oppgaver som bygger på deres erfaringsgrunnlag.

Hva som er forklaringen på at elevene i mange tilfeller tilsynelatende velger en tilfeldig regneoperasjon, er vanskelig å si for sikkert. I noen tilfeller skyldes det nok at de ikke lykkes i forståelsesfasen, mens andre ganger er det manglende matematikkunnskap som er årsaken. Tidligere studier gjennomført av Kempert et al. (2011) og Abedi og Lord (2001) viser at språket er av betydning for hvorvidt elevene lykkes i møte med tekstoppgaver i matematikk. De skriftlige besvarelsene som denne studien baseres på, viser derimot liten forskjell på prestasjonene på ordinære oppgavene og på de modifiserte utgavene av samme oppgaver. Ut fra dette konkluderer jeg med at effekten av å modifisere språket er liten dersom matematikkunnskapen ikke er tilstrekkelig for å gjennomføre løsningsfasen. Dersom matematikkunnskapen som oppgaven søker å teste ikke er til stede, sier det seg selv at eleven ikke vil lykkes med å løse oppgaven. Det er derimot mange faktorer en lærer og oppgaveforfatter bør være bevisste på i matematikkundervisningen og oppgaveutformingen for å legge til rette for at elevene får vist det de faktisk kan i faget. Dessuten er det viktig å jobbe systematisk med tekstoppgaver som sjanger i matematikkfaget slik Nortvedt (2013) påpeker, og i den forbindelse kan man benytte seg av prosessnotatet som Skrivesenteret (2014) har utformet.

6.2 Studiens kvalitet

Forskere argumenterer ofte for kvaliteten på kvantitative studier gjennom kriterier som reliabilitet og validitet (Robson, 2011). I kvalitative studier bruker man gjerne begrepet troverdighet. Troverdighet i kvalitativ forskning bygger på fire kriterier: kredibilitet, overførbarhet, avhengighet og bekreftbarhet (Guba, 1981; Lincoln og Guba, 1985).

Faktorer som styrker *kredibiliteten* til en kvalitativ studie er at forskningen foregår i en naturalistisk situasjon for informantene, altså en situasjon informantene kan kjenne seg igjen i og dermed føler seg trygge i. Som begrunnet i metodekapitlet, påstår jeg at intervjusituasjonen var så naturalistisk som mulig ettersom jeg hadde etablert en god relasjon til elevene på forhånd. Videre er det viktig at det er en sammenheng mellom forskningsspørsmålet som stilles, datainnsamlingen og det teoretiske rammeverket som legges til grunn for forskningen. Ettersom jeg har utformet studien ut fra forskningsspørsmålet jeg stiller og på bakgrunn av faglitteratur jeg har lest, er det en klar sammenheng mellom disse aspektene. Dessuten er det en styrke dersom det benyttes flere kilder i datainnsamlingsprosessen.

Yin (2013) beskriver flere viktige prinsipper ved datainnsamling i casestudier. Han nevner blant annet triangulering som et prinsipp for å styrke kvaliteten til en slik studie (Yin, 2013). Triangulering av datakilder er en prosess hvor man samler informasjon fra flere kilder med den hensikt å bekrefte de samme funnene. Triangulering av datainnsamlingsmetoder innebærer at det brukes flere metoder for å samle datamaterialet fra de ulike kildene. I denne studien har både datatriangulering og metodetriangulering blitt tatt i bruk. Datakildene som ligger til grunn for denne studien er skriftlige besvarelser, feltnotater, lyd - og filmopptak av gruppeintervju og lydopptak av samtale med lærer. Alle disse datakildene er med på å danne et bilde av elevenes utfordringer i møte med tekstoppgaver i matematikk. Metodene som har blitt brukt for å samle inn disse er oppgaveløsing og intervju.

Overførbarhet er et kriterie som sier noe om hvorvidt funnene fra forskningen kan anvendes i andre situasjoner. Ettersom denne studien bygger på en case-studie av en unik elevgruppe, vil funnene ikke kunne brukes direkte i en annen case. Det er imidlertid mulig å trekke ut relevant informasjon fra en case til en annen dersom det gis en detaljert beskrivelse av konteksten. På bakgrunn av dette har jeg beskrevet casen etter beste evne under overskriften «Valg av skole og informanter» i dette kapitlet. Det samme har jeg gjort for fremgangsmåten for datainnsamling og analyse under overskriftene «Datainnsamlingsmetoder» og «Bearbeiding og analyse av datamaterialet». En detaljert beskrivelse av disse prosessene er med på å styrke avhengigheten til studien. *Avhengighet* sier noe om hvorvidt andre forskere ville endt opp med samme resultat om de hadde gjennomført den samme studien.

Det siste kriteriet er *bekreftbarhet*. Det innebærer hvorvidt funnene ville blitt repetert dersom studien ble gjentatt i en tilsvarende kontekst og med tilsvarende deltakere. Faktorer som bidrar til bekreftbarhet er fordomsfrie og nøytrale forskere, og således åpenhet om ekstisterende forståelser. Dette kravet har jeg forsøkt å etterkomme ved å være åpen om hva som er mine tolkninger av resultatene, samt å begrunne disse. Ovenfor har jeg gjort rede for hvilke faktorer som er med på å øke kvaliteten i studien, men det er allikevel viktig å rette et kritisk blikk mot egen forskningsmetode og være åpen om hva som kunne blitt gjort annerledes.

Første gangen jeg opplevde å tenke at jeg skulle ha gjort noe annerledes, var da jeg begynte å analysere de skriftlige besvarelsene. Da oppdaget jeg at jeg ikke hadde tatt kopi av besvarelsene til elevene som var valgt ut til intervju i forkant av intervjuene, og elevene hadde fortsatt å skrive på besvarelsene sine under intervjuet. I ettertid innså jeg at jeg skulle ha tatt kopi av alle besvarelsene før intervjuene. Konsekvensene var allikevel små ettersom jeg hadde gått nøye gjennom besvarelsene til elevene som ble utvalgt til intervju, og laget meg en oversikt over hva dem hadde fått til.

Under analysen av de skriftlige besvarelsene ble jeg også klar over at formuleringen min på den modifiserte utgaven av volumoppgaven (deloppgave b) var litt uheldig. Der stilte jeg et «ja/nei-spørsmål» og fikk en del besvarelser deretter. Slike svar gir naturligvis svært begrenset innsikt i elevenes tankegang og fremgangsmåte, og i ettertid ser jeg at jeg burde ha bedt elevene om en forklaring i tillegg.

Gjennomføringen av intervjuene gikk fint for seg, men endte opp med å ta nokså lang tid (over én time). Jeg opplevde en del ganger at jeg ønsket å gå mer i dybden på elevenes ytringer, men tiden strakk ikke til. I ettertid tenker jeg at det muligens ville ha vært fordelaktig å ha planlagt å gjennomføre to separate intervju med hver av gruppene. Et intervju med fokus på de språklige - og visuelle forskjellene på oppgavesettene, og et med fokus på deres matematiske forståelse av oppgavene. Det ville ha gitt mer tid til hver av fokusområdene, og dermede åpnet for å grave dypere i elevenes ytringer og meninger. Slike ting er det vanskelig å forutse, men jeg velger likevel å nevne det som en mulig forbedring på metoden.

7. Avsluttende refleksjoner

I begynnelse av denne oppgaven stilte jeg forskningsspørsmålet:

> Hvilke aspekter ved tekstoppgaver i matematikk opplever 18 flerspråklige elever ved en grunnskole for voksne innvandrere som utfordrende?

I det foregående kapitlet har jeg oppsummert resultatene fra studien min, og diskutert opp mot relevant teori og forskningslitteratur. Målet med oppgaven var å belyse hvilke aspekter som oppleves som utfordrende for flerspråklige elever i møte med tekstoppgaver. Jeg har identifisert en rekke faktorer som ser ut til å være vanskelige i arbeidet med tekstoppgaver, og av disse er det noen funn som har vært mer overraskende enn andre.

De funn som jeg anser som særlig interessante er betydningen av illustrasjon og utformingen av oppgaven for elevenes prestasjon. Bilder og figurer kan både bekrefte forståelsen av en tekst, bidra til å øke forståelsen og hjelpe eleven å trekke ut essensiell informasjon for å løse oppgaven. Samtidig kan en illustrasjon tiltrekke for mye oppmerksomhet, og informasjon som fremkommer i teksten kan bli utelatt i løsningsfasen. Et annet funn jeg anser som spesielt interessant var den betydelige forskjellen i prestasjoner på båtoppgaven på de skriftlige besvarelsene og under intervjurunde 2. Kombinasjonen av at konteksten var ukjent, at det var stort tekstomfang og at den ble gitt i skriftlig form resulterte i at ingen fikk til oppgaven på de skriftlige besvarelsene. Når elevene derimot ble presentert for en rettvinklet trekant med en ukjent sidelengde, var de skråsikre på hvordan de skulle anvende Pytagoras' setning for å løse den. Det siste funnet er elevenes utfordringer knyttet til forståelsen av ulike enheter. Ikke overraskende er det utfordrende for elever å arbeide med ukjente enheter, det vil si enheter de sjeldent eller aldri har hørt om. Dette er spesielt utfordrende når elevene ikke har et rikt begrepsbilde knyttet til det matematiske begrepet enheten tilhører. Når det er sagt viser det seg at enheter som baserer seg på rate, som for eksempel g/cm^3, skaper større utfordringer enn enkle enheter som meter.

På bakgrunn av disse funnene vil det være naturlig å gå tilbake til det som var motivasjonen for valg av tema i oppgaven, nemlig å finne ut hvordan jeg som faglærer i matematikk og andre lærere kan tilpasse undervisningen for denne elevgruppen.

Faglærere i matematikk kan tilpasse tekstoppgaver for flerspråklige elever ved å være bevisste på hvilke ord og kontekster som brukes i oppgaven, og prøve å velge kontekster som elevene kan relatere til. Dessuten kan utformingen av teksten og bruk av illustrasjoner være av stor betydning for elevenes prestasjon, særlig i forståelsesfasen, og dette bør lærere ha kjennskap til. Til syvende og sist er en allikevel avhengig av at elevene har den matematikkfaglige kompetansen som oppgaven har som mål å teste. Her viser det seg at fagbegreper, notasjoner, instrumentell forståelse og enheter skaper utfordringer for elevene, og bør derfor rettes fokus mot.

Som fremtidig lærer i den norske skolen er jeg opptatt av å utforske handlingsrommet mitt, og således hva jeg kan gjøre innenfor de rammene som gis av mine overordnede. Den nasjonale vurderingsformen er det vanskelig å gjøre noe med, eller det vil i det minste ta lang tid. Det jeg derimot kan gjøre er å rette blikket mot min egen vurderingspraksis og undervisning, og se på hvilke tiltak som kan gjøres. Gjennom undervisningen kan man forsøke å utruste elevene med de kunnskapene som trengs for å mestre den nasjonale vurderingsformen med fokus på de aspektene jeg har identifisert som utfordrende.

Det er ingen tvil om at det er flere tiltak som kan gjøres for å tilpasse tekstoppgaver for flerspråklige elever, men som med alt annet vil tiltakene måtte tilpasses hver enkelt elev. Resultatene fra studien viser at det er mange enkeltfaktorer som gjør tekstoppgaver utfordrende for denne elevgruppen, og som ikke nødvendigvis må inkluderes i denne oppgavesjangeren. Som Gerofsky (1996) har poengtert er det ikke nødvendig å la det matematiske problemet bygge på en virkelig historie. Hennes argument er at det sjeldent vil treffe alle elevene som relevant for hverdagen deres. Dessuten bygger de fleste oppgavene først og fremst på en matematisk algoritme eller regel, hvor det diktes opp en historie rundt. Gerofsky er med andre ord kritisk til å inkludere tekstoppgaver i skolematematikken slik det gjøres i dag, mens Koedinger og Nathan (2004) er opptatt av å få frem et motperspektiv. De argumenterer for at en bør begynne innlæringen i problemløsing i form av tekstoppgaver og dermed verbalt språk ettersom barn er kjent med naturlig språk på et mye tidligere stadium, enn med matematisk symbolspråk.

På bakgrunn av disse motperspektivene, stiller jeg meg selv spørsmålet om løsningen kan ligge i vurderingsformen. Det vil si at tekstoppgaver nærmest utelukkende presenteres og besvares skriftlig. Ville man i større grad kunne forsikret seg om at oppgavekonteksten og problemet ble oppfattet korrekt av oppgaveløseren dersom det ble gitt muntlig? Og vil det være lettere for en flerspråklig elev å gjøre rede for fremgangsmåten sin muntlig enn skriftlig? Dette synes jeg er interessante tanker, og derfor ønsker jeg foreslå dette som et tema for videre forskning.

Informantene i denne studien har svært forskjellig skolegang fra hjemlandet sitt og er mellom 16 og 37 år. De er dermed ikke et representativt utvalg for alle flerspråklige elever i den norske skolen, men jeg tror allikevel at mye av det som har fremkommet i denne studien kan være relevant for de fleste elevgrupper. Særlig de som inkluderer flerspråklige elever og elever med lese - og skrivevansker. Dessuten vil jeg påstå at man kan dra nytte av denne studien i forbindelse med undervisning av fag som naturfag og IT. Disse fagene bruker ofte skriftlige tekstoppgaver som vurderingsform, og dermed kan funnene i denne studien ha relevans der også.

Avslutningsvis har jeg lyst til å sitere en særdeles klok mann, Albert Einstein.

> The formulation of the problem is often more essential than its solution, which may be merely a matter of mathematical or experimental skill.

Som Einstein sier, så er det å formulere et matematisk problem ofte minst like krevende som å løse det. Det krever gode matematiske og eksperimentelle ferdigheter. På bakgrunn av dette tenker jeg at elevenes modelleringsferdigheter kunne blitt utfordret i større grad ved at de fikk muligheten til å utforme egne oppgaver. En slik tilnærming ville også forsikret at konteksten og språket var kjent for elevene, og dermed kunne man forsikret seg om at forståelsesfasen slik Hegarty et al. (1995) definerer det, ikke var en hindring lenger.

Referanseliste

Abedi, J., & Lord, C. (2001). The language factor in mathematics tests. *Applied Measurement in Education*, *14*(3), 219–234.

Andersen, T., Berg, U. S., Dahl, K. R., Ravlo, G., & Wæge, K. (2015). *Vurdering av eksamen i matematikk*. Hentet fra: http://www.matematikksenteret.no/content/5769/Vurdering-av-eksamen-i-matematikk.

Brinkmann, S., & Kvale, S. (2008). Ethics in qualitative psychological research. I C. Willig, & W. Stainton-Rogers (Red.), *Qualitative Research in Psychology* (s. 263–279). London: Sage Publications.

Brinkmann, S., & Kvale, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju* (2. utg.). Oslo: Gyldendal.

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, *61*(1), 103–131.

Gerofsky, S. (1996). A linguistic and narrative view of word problems in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, *16*(2), 36–45.

Gorgorió, N., & Planas, N. (2001). Teaching mathematics in multilingual classrooms. *Educational Studies in Mathematics*, *47*(1), 7–33.

Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational Technology Research and Development*, *29*(2), 75–91.

Halliday, M. A. K. (1978). *Language as social semiotic. The social interpretation of language and meaning*. Baltimore, MD: University Park Press.

Heesch, E. J., Storaker, T., & Lie, S. (1998). *Språklige minoriteters prestasjoner i matematikk og naturfag: En komparativ studie av TIMSS-resultatene i matematikk og naturfag til språklige minoriteter og barn av norske foreldre*. Universitetet i Oslo, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling.

Heesch, E. J., Storaker, T., & Lie, S. (2000). *Språklige minoritetselever og realfag: komparative analyser av resultatene i matematikk og naturfag til språklige minoritetselever og barn av majoritetsbefolkningen i Norge, Sverige, Danmark, Nederland og Spania*. Universitetet i Oslo, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling.

Hegarty, M., Mayer, R. E., & Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, *87*(1), 18.

Imsen, G. (2005). *Elevenes verden*. Oslo: Universitetsforlaget.

Kempert, S., Saalbach, H., & Hardy, I. (2011). Cognitive benefits and costs of bilingualism in elementary school students: The case of mathematical word problems. *Journal of Educational Psychology*, 103(3), 547–561.

Koedinger, K. R., & Nathan, M. J. (2004). The real story behind story problems: Effects of representations on quantitative reasoning. *The Journal of the Learning Sciences*, *13* (2), 129–164.

Kunnskapsdepartementet (2007). *Likeverdig opplæring i praksis!* Hentet fra: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/KD/Vedlegg/Grunnskole/Strategiplaner/UDIR_Likeverdig_opplaering2_07.pdf.

Lave, J. (2001). Word problems: A microcosm of theories of learning. I P. Light, & G. Butterworth (Red.), *Context and cognition: Ways of learning and knowing* (s. 74–92). London: Routledge.

Lidén, H. (2001). Underforstått likhet. Skolens håndtering av forskjeller i et flerkulturelt samfunn. I M. E. Lien, H. Lidén, & H. Vike (Red.), *Likhetens paradokser: Antropologiske undersøkelser i det moderne Norge* (s. 68–85). Oslo: Universitetsforlaget.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage Publications.

Lunde, O. (2015). Påfører vi minoritetsspråklige elever lærevansker i matematikk i skolen. *Tangenten*, *26*(4), 25–31.

Moschkovich, J. (2007). Using two languages when learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, *64*(2), 121–144.

Nathan, M. J., & Petrosino, A. (2003). Expert blind spot among preservice teachers. *American Educational Research Journal*, *40*(4), 905–928.

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

Norén, E. (2010). *Flerspråkiga matematikklassrum: Diskurser i grundskolans matematikundervisning* (Doktoravhandling, Stockholms universitet). Hentet fra: http://su.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A357471&dswid=5626.

Nortvedt, G. A. (2013). Leseforståelse og matematikk. *Bedre skole*, (1), 27–31.

Peirce, C. S. (1998). *The essential Peirce. Selected philosophical writings*, Vol. 2 (1893-1913). Bloomington, IN: Indiana University Press.

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

Robson, C. (2011). *Real world research* (3. utg.). Chichester: Wiley.

Schleppegrell, M. J. (2007). The linguistic challenges of mathematics teaching and learning: A research review. *Reading & Writing Quarterly*, *23*(2), 139–159.

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, *77*(1), 20–26.

Skrivesenteret (2014). Prosessnotat i matematikk. Hentet fra: http://www.skrivesenteret.no/ressurser/prosessnotat-i-matematikk/.

Stake, R. (2000). Case studies. I N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Red.), *Handbook of Qualitative Research* (2.utg.) (s. 127–174). Thousand Oaks: Sage Publications.

Steinbring, H. (2006). What makes a sign a mathematical sign? – An epistemological perspective on mathematical interaction. *Educational Studies in Mathematics*, *61*, 133–162.

Svendsen, L. F. H. (2011). Semiotikk. *Store norske leksikon*. Hentet fra: https://snl.no/semiotikk.

Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, *12* (2), 151–169.

Thompson, P. W. (1994). The development of the concept of speed and its relationship to concepts of rate. I G. Harel, & J. Confrey (Red.), *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics* (s. 179–234). Albany, NY: State University of New York Press.

Tjora, A. (2012). Analyse av kvalitative data. I A. Tjora (Red.), *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (s. 162–173). Oslo: Gyldendal.

Vergnaud, G. (1983). Multiplicative structures. I R. Lesh, & M. Landau (Red.), *Acquisition of mathematics concepts and processes* (s. 127–174). New York: Academic Press.

Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and methods* (5. utg.). Los Angeles, CA: Sage Publications.

Vedlegg

Vedlegg A

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

"Tilpassede tekstoppgaver i matematikk"

Bakgrunn og formål
Formålet med dette forskningsprosjektet er å undersøke hvorvidt det er mulig å tilpasse tekstoppgaver i matematikk for flerspråklige elever gjennom å endre på oppgaveteksten, men samtidig teste den samme matematiske kunnskapen. Forskningsprosjektet gjøres i forbindelse med en masteroppgave i matematikkdidaktikk ved NTNU.

Ettersom du/ditt barn er flerspråklig elev, ønsker jeg herved å forespørre deg/ditt barn om å delta i forskningsprosjektet.

Hva innebærer deltakelse i studien?
Dersom du samtykker å bli med i studien vil du/ditt barn i første omgang få utdelt et ark med tekstoppgaver i matematikk i en matematikktime på skolen. På bakgrunn av svarene på disse oppgavene vil noen elever bli valgt ut til personlig – eller gruppeintervju som blir filmet. Jeg vil dermed måtte kreve at de skriftlige besvarelsene merkes med navn for å vite hvilke elever som skal intervjues. I de tilfeller hvor jeg velger å bruke gruppeintervju vil elevene få se hverandres besvarelser. Utover det vil ingen andre få innsikt i hver enkelte elevs besvarelse eller uttalelser. Alt datamateriale anonymiseres før det brukes i masteroppgaven. Hensikten med intervjuene er å få elevene til å utdype sine skriftlige besvarelser for å søke dypere innsikt i deres tankeprosesser og forståelse av utvalgte matematiske emner.

Foresatte kan både få se oppgavesettet og intervjuguiden som skal brukes dersom de måtte ønske det.

Hva skjer med informasjonen om deg?
Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Undertegnede og min veileder i masterprosjektet vil være de eneste som får tilgang på datamaterialet som innsamles. Alle deltakere får pseudonymer i transkripsjonsprosessen, og vil dermed ikke være mulig å identifisere verken i datamaterialet eller i den publiserte masteroppgaven.

Prosjektet skal etter planen avsluttes 1.juni 2017. På dette tidspunktet vil alle opptak og besvarelser slettes.

Frivillig deltakelse
Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn.

Dersom du ønsker å delta eller har spørsmål til studien, ta kontakt med masterstudent Margret Osk Vidisdottir (tlf. 95977633) eller veileder Frode Rønning (tlf. 73550256).

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

Samtykke til deltakelse i studien

Jeg har mottatt informasjon om studien, og er villig til å delta/la mitt barn delta

----

Trondheim, 31.01.17.

Margret Osk Vidisst .

Vedlegg B

Intervjuguide - gruppe 1

Informerer om filming av intervjuet og at det kun skal brukes av meg og min veileder. Filmen blir slettet når jeg er ferdig med masteroppgaven. Forteller at de har lov til å trekke seg fra undersøkelsen underveis dersom de måtte ønske det.

Del 1 - Språklig fokus

Elevene får utdelt det oppgavesettet som de ikke har løst selv. Én og én blir bedt om å lese oppgavene høyt, én elev leser første oppgave på oppgavesett B og deretter én annen elev samme oppgave på oppgavesett A. Fortsetter slik til alle oppgavene er lest og diskuterer underveis forskjeller i oppgavene.
Merke meg hvor lesinga stopper opp, da det kan være tegn på at ordet er vanskelig.

Spørsmål

- Hvordan er disse to oppgavene forskjellige?
- Hvilken oppgavetekst likte dere best? Hvorfor?
- Hvilke ord er vanskelige?
- Hva tenker dere om bildene? Hjelper de?

Del 2 - Matematisk fokus

Her får elevene utdelt besvarelsene sine og vi gjennomgår disse med tanke på matematisk innhold.

Spørsmål:

Oppgave 1.

- [redacted]: Hvordan har dere løst oppgaven? Hvordan får dere svaret 12,29?
- Hva forteller benevningene dere?
- Hva er volum?
- Hva er massetetthet?

Oppgave 2.

- [redacted]: Du har tegnet en trekant. Kan du forklare hvorfor? Hva er h? Og hvordan finner du h? Hva med 2 fot?
- [redacted]: Kan du forklare hva du har gjort? Du har gjort om til fot? Hva forteller svaret ditt?
- [redacted]: Kan du forklare hva du har gjort? Hva står “k” for i formelen? Hvorfor blir det cm^2? Hva med 2 fot på toppen?
- [redacted]a: Hva var det som gjorde at du ikke har skrevet noe?

Oppgave 3.

- Alle har fått samme svar på a) oppgaven.
- Hva har dere gjort på b) oppgaven?

Oppgave 4.

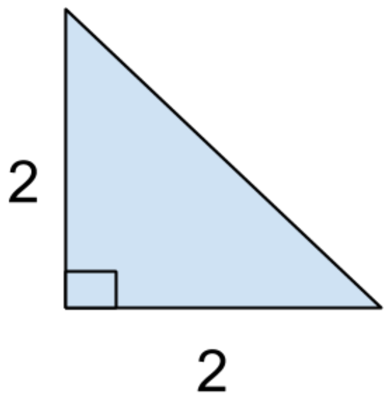
- Kan dere fortelle hva dere har gjort på her?
- [redacted]: Du har en formel på b) oppgaven, kan du fortelle hvordan du bruker den?
- [redacted]: Hvordan har du løst oppgaven?
- [redacted]: Du har regnet mye på siden, kan du fortelle litt om det?

Vedlegg C

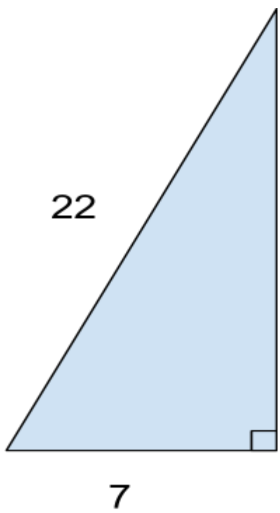
Oppgaver til intervjurunde 2

Pytagoras' setning

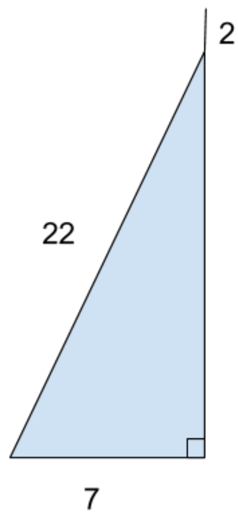
Oppgave 1



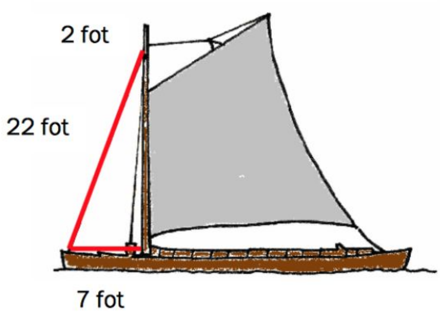
Oppgave 2



Oppgave 3

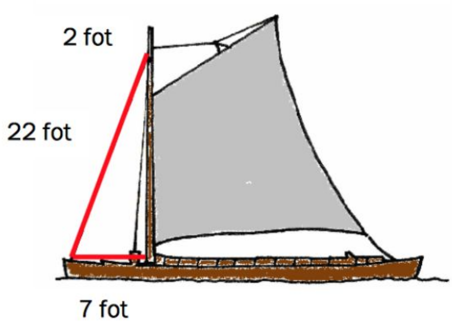


Oppgave 4



Oppgave 5

1 fot = 30,48 cm



Valutaregning

Oppgave 1

1 euro koster 9,31 i banken.
Hvor mange norske kroner koster
780 euro?

Oppgave 2

1450 svenske kroner koster 1326 norske kroner. Hvor mange svenske kroner får man for 1000 norske kroner?

Vedlegg D

Hva skal vi finne ut?		
Hva vet vi?		
Vet vi noe mer		
Tegning		
Regneoperasjon	Addisjon +	
	Subtraksjon -	
	Multiplikasjon ×	
	Divisjon :	
Regnestykke		
Svar		
Vurdering av svaret		

Vedlegg E

Transkripsjonsnøkler

..	Setning avbrytes
(A)	Henviser til oppgavesett A
(B)	Henviser til oppgavesett B
[ ]	Forklaring av hva som foregår
(..)	Fortsettelse på en setning