



Høgskulen
på Vestlandet

MASTEROPPGAVE

Kritisk tenkning gjennom dialog og
matematisk modellering

Critical thinking through dialogue and
mathematical modelling

Anders Mjøs og Harald Skåland

Master i matematikk i Grunnskolelærerutdanningen 5-10

Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett

Institutt for språk, litteratur, matematikk og tolking

Veileder: Johan Lie

16.05.2022

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

Forord

Denne masteroppgaven i matematikdidaktikk representerer avslutningen på vår studenttilværelse, der vi har gjennomgått en femårig grunnskolelærerutdanning ved HVL i Bergen. For oss har dette vært fem spennende år der vi har tilegnet oss kunnskap, og etablert gode vennskap som vi tar med oss inn i læreryrket. Vi skal begge ut i fulltids lærerjobber til høsten, og er klare for å bruke kunnskapen vi har fått gjennom utdanningen. Samtidig skal vi lære fra andre etablerte, profesjonelle lærere, og bidra med ny, oppdatert kunnskap til skolene.

Vi er veldig takknemlige overfor vår veileder Johan Lie, og han fortjener en stor takk for arbeidet han har bidratt med. Vi takker deg for gode faglige samtaler underveis i masterprosjektet, der vi har fått verdifulle tips og innspill til veien videre. Men vi vil også takke deg for de morsomme og hyggelige samtalene, der alt annet enn masteroppgaven har vært diskutert. “Johan Lie” fikk, allerede etter første veiledning, kallenavnet “Hygge Lie”. Forskerne tilknyttet ARGUMENT fortjener også en stor takk, som har gjort denne oppgaven mulig å gjennomføre. Til våre felles studiekamerater: tusen takk! Takk for gode minner gjennom disse fem årene, og fellesskapet vi har hatt, selv under koronapandemien. En annen som må takkes er Idar Mestad, som var en stor inspirasjon for oss innen utforskende arbeid og samtaler i naturfag og som ledet oss inn mot ARGUMENT.

Våre familier skal også ha en stor takk. Dere har oppmuntret og støttet oss fra start til slutt. Nå skal vi bruke sommerferien på nettopp dere. Det er en god oppladning til høsten, hvor en ny retning i livet starter. Til slutt må vi takke hverandre. En stor del av denne oppgaven tar for seg samarbeid og utveksling av ideer gjennom dialog og utforskende oppgaver. Hele oppgaven er i bunn og grunn dialogisk, da vi gjennomgående har utforsket og diskutert teori, data og ideer underveis. Vi har fått eksponert våre egne svakheter, men også bygget på hverandres styrker, noe vi mener har bidratt til å styrke det ferdige produktet.

Harald Skåland og Anders Mjøs

Mai, 2022.

Sammendrag

Målet med denne studien er å identifisere ulike grep lærer kan ta for å tilrettelegge for elevers kritiske tenkning i matematikk. Kritisk tenkning er ofte nevnt som en viktig ferdighet i både forskningslitteratur og læreplaner, men det er ikke nødvendigvis gitt hvilke konkrete tiltak lærere kan gjøre for å tilrettelegge for nettopp dette. Fokuset i oppgaven har vært på to overordnede grep lærer kan ta i bruk for å fremme kritisk tenkning: matematisk modellering og matematisk dialog.

Datamaterialet i denne oppgaven stammer fra ARGUMENT. Gjennom dette har vi fått tilgang på lydklipp, videofiler og elevers skriftlige arbeid, tilhørende et tverrfaglig prosjektarbeid om søvn. Dette har gitt oss informasjon som har vært nyttig i vårt forsøk på å identifisere hvilke grep noen lærere som er med i ARGUMENT tar. Datamaterialet omfatter to ganger 15 undervisningsøkter der elevene arbeider med det tverrfaglige prosjektets tema - søvn.

Vi endte opp med en todelt analyse. I den første delen analyserte vi elevenes modellering etter Kaiser (1995) og Blum (1996) sitt rammeverk av modelleringsprosessen, og hvordan lærer kan tilrettelegge for dette. I den andre delen gikk vi inn i elevenes dialog for å få et innblikk i elevenes samtaler, argumentasjon og tenkning. Her brukte vi indikatorord og klassifisering av utforskende samtaler fra Mercer og Littleton (2007) som utgangspunkt for analyse. Studiens funn peker på en rekke grep lærer kan foreta seg for å utvikle elevenes kritiske tenkning. Eksempler på dette er å *sette grunnregler/diskusjonsrammer for elevers dialog, bruke utforskende oppgaver, modellere væremåten for kritiske tenkere og skape et klasseromsmiljø som oppfordrer til kritisk tenkning.*

På bakgrunn av funnene i studien mener vi at et undervisningsopplegg som ARGUMENT egner seg til å undervise elever i kritisk tenkning. Lærers rolle er viktig, og det er viktig at lærere har didaktiske strategier som kan tilrettelegge for at elever utvikler denne ferdigheten.

Abstract

The aim of this study is to identify different methods teachers can use to facilitate students' critical thinking in mathematics. Both in existing literature and the Norwegian curriculum, LK20, critical thinking is described as an important skill. However, it is lacking literature on which methods the teacher can use to enhance this skill. This thesis focuses on two overarching ways to promote critical thinking; mathematical modelling and dialogue.

The data that was used in this dissertation was provided through participation in the ARGUMENT project. We got access to audio and video recordings, and students' written texts, that documented their work in an interdisciplinary project regarding sleep. This gave us valuable information regarding our search for identifying teaching methods. The data was collected from two classes and their work over 15 lessons.

The analysis of the study is twofold. In the first part, we analyse the students' modelling using the framework of Kaiser (1995) and Blum (1996). We also look at how the teacher facilitates the students' modelling. In the second part, we investigate the students' dialogues to analyse their discourse, arguments and thinking. Here, we use the theories of Mercer & Littleton (2007), regarding indicator words and exploratory talk. The findings point to several methods to enhance students' critical thinking. For instance, to *set ground rules for students' discourse, the use of inquiry-based teaching, modelling the behaviour of a critical thinker and to create a learning environment that encourages critical thinking.*

Considering these findings, we see that this kind of project can be effective in supplementing the teaching of students' critical thinking. The role of the teacher is important, and it is therefore relevant that the teacher is aware of some didactic strategies to incorporate this to their teaching.

Innholdsfortegnelse

Forord	ii
Sammendrag	iii
Abstract	iv
Innholdsfortegnelse	v
Figurer	vii
Tabeller	vii
1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn for valg	1
1.2 Problemstilling	4
1.3 Avgrensning og begrepsavklaring	5
1.4 Studiens oppbygning	6
2. Teori og tidligere forskning	7
2.1 Tidligere forskning	7
2.2 Teori og litteratur	12
2.2.1 Kritisk tenkning	13
2.2.2 Undersøkende matematikkundervisning	17
2.2.3 Matematisk Modellering	18
2.4 Dialogens rolle i kritisk tenkning	26
2.4.1 Undersøkende matematikkundervisning gjennom dialog	27
2.4.2 Elev-elev-dialog	29
2.4.3 Lærer-elev-dialog	31
3. Metode	33
3.1 Kvalitativ metode	34
3.1.1 Kasusstudie	35
3.1.2 Metodetriangulering	35
3.1.3 Datainnsamling	36
3.1.4 Utvalg av data	37
3.2 Undervisningsopplegget	38
3.3 Videoanalyse og transkripsjon	40
3.4 Etske betraktninger	42
3.5 Rammeverk for analyse	43
3.5.1 Koding og kategorisering	45
3.5.2 Studiens kvalitet	45
3.5.3 Reliabilitet	45

3.5.4 Validitet	46
3.5.5 Generaliserbarhet/overførbarhet	46
4. Analyse	48
4.1 Matematisk modellering	49
4.1.1. Grep lærer gjør for at elever skal forstå problemet	49
4.1.2. Grep knyttet til å lage en matematisk modell	51
4.1.3 Lærergrep for å løse matematiske spørsmål	56
4.1.4 Lærergrep knyttet til å tolke de matematiske spørsmålene	58
4.1.5 Lærergrep knyttet til å validere løsninger	60
4.1.6 Oppsummering av funn	65
4.2 Elevenes dialog	68
4.2.1 Utdrag av elevdialoger	71
4.2.2 Oppsummering av funn	76
5. Diskusjon	77
5.1 Dialog	77
5.2 Matematisk modellering	84
6 Avslutning	90
6.1 Konklusjon	92
6.2 Studiens svakheter og begrensninger	96
6.3 Studiens betydning og veien videre	97
Litteraturliste	99
Vedlegg 1 – Oversikt over indikatorord i elevtekster	104
Vedlegg 2 – Samskrivingsdokument	105

Figurer

Figur 1 - Hentet fra ARGUMENT (2021, s. 1) sin prosjektbeskrivelse, og viser til ulike kompetanseområder ARGUMENT prosjektet skal utfordre.....	12
Figur 2 - Illustrasjonen viser modelleringsprosessen etter Kaiser (1995, s. 68) og Blum (1996, s. 18) presentert i Kaiser (2005, s.100).	21
Figur 3 - Visuell beskrivelse av elevers overgang fra intermental til intramental tenkning, etter Vygotsky (1978).	26
Figur 4 - Matrise som beskriver ulike typer dialoger i klasserommet (Mortimer & Scott, 2003, s. 35)	28
Figur 5 - Undersøgende samarbejde i matematikundervisningen: utvikling af IC-Modellen. Alrø, H., & Skovsmose, O. (2006). I Kunne det tænkes?: om matematiklæring (s. 112). Malling Beck.	31
Figur 6 - Hvor mange timer sover du hver natt? Elevarbeid fra ARGUMENT.....	54
Figur 7 - Føler du at du sover nok? Elevarbeid fra ARGUMENT.	54
Figur 8 - Hvordan mener du at du gjør det på skolen? Elevarbeid fra ARGUMENT.....	54
Figur 9 – Føler du at du sover nok? Elevarbeid fra ARGUMENT.	60

Tabeller

Tabell 3.1 – Oversikt over undervisningsopplegg (Klasse 2).....	39
Tabell 3.2 – Fornorskede indikatorord.....	44
Tabell 3.3 – Oversikt over indikatorord brukt i to gruppers elevtekster.....	45
Tabell 4.1 – Grep lærer gjør for at elever skal forstå problemet.....	49
Tabell 4.2 – Trene elever på å utarbeide påstander.....	50
Tabell 4.3 – Grep knyttet til å lage en matematisk modell.....	51
Tabell 4.4 – Elevers utforming av matematisk modell.....	53
Tabell 4.5 – Grep lærer gjør for å løse matematiske spørsmål.....	56
Tabell 4.6 – Elevers matematiske argumentasjon.....	56
Tabell 4.7 – Grep knyttet til å tolke matematiske spørsmål.....	58
Tabell 4.8 – Elevers tolkninger av matematiske spørsmål.....	59
Tabell 4.9 – Grep knyttet til å validere løsninger.....	60
Tabell 4.10 – Elevers validering av løsningene.....	62
Tabell 4.11 – Grep sett i lys av fem modelleringskompetanser.	67
Tabell 4.12 – Gruppens bruk av indikatorord i diskusjon om problemstilling.	68
Tabell 4.13 – Kodeskjema for analyse av dialog.	70
Tabell 4.14 – Resultat av samtaleanalyse.	76
Tabell 6.1 – Kritisk tenkning gjennom dialog og matematisk modellering.	95

«If the suggestion is at once accepted, we have uncritical thinking, the minimum of reflection. To turn the thing over in mind, to reflect, means to hunt for additional evidence, for new data, that will develop the suggestion, and will either, as we say, bear it out or else make obvious its absurdity and irrelevance.»

(Dewey, 1909, s. 13)

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for valg

Denne masterstudien har som mål å sette søkelys på hvordan lærer kan fremme kritisk tenkning hos elever gjennom et prosjekt basert på autentiske data. Det vi ønsker er at denne studien skal bidra til at både vi og andre matematikklærere får flere konkrete handlingsvalg når det kommer til å fremme kritisk tenkning hos elever. At dette er en viktig og relevant problemstilling støttes i Ferguson og Krangle (2020, s. 194) der det presiseres at kritisk tenkning er en nødvendig ferdighet, men at det er få som har kommet med konkrete tiltak for hvordan lærere kan tilrettelegge for elevers kritiske tenkning. Kritisk tenkning er beskrevet under overordnet del i læreplanverket, og er en del av matematikkfagets sentrale verdier (Kunnskapsdepartementet, 2019). Her går det frem at skolen skal tilrettelegge for at elevene er nysgjerrige, stiller spørsmål og utvikler vitenskapelig og kritisk tenkning. I tillegg skal elevene handle med etisk bevissthet. Overordnet del forklarer vitenskapelig og kritisk tenkning ved at man bruker fornuften på en undersøkende og systematisk måte. Dette gjelder når man møter konkrete, praktiske utfordringer, fenomener og kunnskapsformer (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 6). Vi ønsker å bidra til utvikling av skolen, og gjennom en utredning av NOU trekkes det frem fire kompetanseområder som kan inngå som en fornyelse av skolens innhold: fagspesifikk kompetanse, kompetanse i å lære, kompetanse i å kommunisere, samhandle og delta, samt kompetanse i å utforske og skape (NOU 2015: 8, s. 8). Dette er kompetanseområder vi ønsker å berøre og bidra til utviklingsarbeid gjennom studien.

Vi går begge på 5. året ved grunnskolelærerutdanningen på HVL, og gjennom praksiserfaringer har vi fått motivasjon til å undersøke hvordan undervisning kan gjennomføres for å fremme kritisk tenkning hos elever. Vi har gjennom praksis opplevd gode undervisningssituasjoner der elever får tenke individuelt, argumentere i grupper, og deler interessante ytringer for resten av klassen som lærer styrer gjennom helklassesamtale. Vi har også opplevd undervisning preget av instruksjoner, lite elevaktivitet, og stor grad av lærerstyring. Vår overbevisning er at undervisning basert på stor grad av lærerstyring fører til passive elever fordi elevene ikke får ta eierskap til undervisningen. Oppgaven bygger på

sosiokulturell og erfaringsbasert læringsteori, hvor vi har valgt å studere elevers utforskning gjennom matematisk modellering, argumentasjon og dialog.

Vi har fått mulighet til å studere hvordan lærere kan tilrettelegge for elevers kritiske tenkning, og studerer undervisningssituasjoner preget av høy elevinvolvering gjennom datamateriale fra ARGUMENT. Prosjektet er i regi av Bergen kommune, Universitetet i Bergen og Høgskolen på Vestlandet, og er ledet av Professor Stein Dankert Kolstø, UiB. ARGUMENT står for Allmenndannende Realfag Gjennom Utforskning Med Ekte og Nære Tall, der det brukes måledata fra virkeligheten. Gjennom ARGUMENT tilrettelegges det for elevers utforskning og det brukes autentiske data som elevene selv er med på å samle inn. Elevene arbeider med problemstillinger knyttet til samfunnskontroverser som elevene selv kan ha et forhold til, som for eksempel søvn, klimaendringer og antibiotikaresistens. I dette arbeidet får elever trent en rekke ferdigheter knyttet til kritisk tenkning, argumentasjon og dybdeforståelse (Argument, 2021, s.1). I forbindelse med dette blir undervisningen knyttet opp mot problemstillinger som har relevans utenfor skolen, og data som blir brukt åpner for faglig utforskning tilpasset elevenes nivå (Argument, 2021, s.1). I denne studien knytter vi datamaterialet til matematikdidaktikk ved at elevene arbeider med utforskning av tall, modelleringsprosesser og at de begrunner argumentene ved bruk av matematikk.

I prosjektbeskrivelsen (Argument, 2021, s. 1) har de, basert på Bailin et al. (1999) formulert fem kompetanseområder som prosjektet skal utfordre, og etter vår oppfatning vil innlæring av disse fem kompetanseområdene muliggjøre at elever kan opptre som gode kritiske tenkere. Elevene skal sammen med andre utforske problemstillinger og kritisk vurdere tolkninger av måledata. De skal diskutere, dele ideer og ved bruk av argumentasjon utvikle egen kunnskap i fag og kontroversen det arbeides med. Gjennom undervisningsforløpet skal de vurdere argument, tolke data og opparbeide kunnskap i både naturfag og matematikk. Eksempel på naturvitenskapelige ferdigheter kan her være å kunne skille mellom samvariasjon og årsakssammenheng. Gjennom deltakelse i diskusjon skal eleven se verdien av kunnskapsbaserte begrunnelser (Argument, 2021, s.1)

I datamaterialet vi bruker i ARGUMENT, arbeider elevene med selvvalgte problemstillinger knyttet til søvn. Elevene utforsker gruppevis disse problemstillingene ved å lese forskningsartikler, men også ved å utføre egen forskning. Eksempler på selvvalgte problemstillinger er: *Trenger man virkelig 8 timer søvn?* og *Gjør blått lys før leggetid at man sover dårligere om natten?* For å kunne besvare problemstillingen må elevene utarbeide egne

undersøkelser og tolke data, i tillegg til å bruke tidligere forskning for å sammenligne og vurdere data de får ut. I besvarelse av problemstilling skal elevene altså bruke både egen og andres forskning for å argumentere for sine påstander og løsninger. Elevarbeidet som kommer frem i dette datamaterialet knytter vi særlig til to kompetansemål for matematikk som inngår i læreplanverket, LK20: “Modellere situasjoner knyttet til reelle datasett, presentere resultatene og argumentere for at modellene er gyldige” og “Bruke funksjoner i modellering og argumentere for framgangsmåter og resultater” (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 14).

I ARGUMENT modellerer elevene en samfunnskontrovers som bygger på reelle data. Gjennom prosjektet får vi tilgang til et stort datamateriale basert på helklasseundervisning, elevsamarbeid og intervju med lærere som har gjennomført denne undervisningen. I dette læringsløpet skal elevene komme med påstander om en reell problemstilling og øve på å finne for- og motargumenter for disse. Elevene får vist seg i ulike situasjoner i samarbeid med medelever og presenterer gruppevis sine prosjektoppgaver for resten av klassen. De skal også skrive en individuell argumenterende tekst hvor de besvarer forskningsspørsmålene sine. I denne prosessen utarbeider og gjennomfører de spørreundersøkelser og tolker data fra informantene. Studien vår har inspirert oss til videre arbeid med tverrfaglig undervisning og reelle problemstillinger. Nøkkelbegreper for denne studien er kritisk tenkning, argumentasjon, modellering, dialog og autentiske problem.

1.2 Problemstilling

Vi ønsker altså at denne studien skal hjelpe matematikklærere med konkrete handlingsvalg for hvordan det kan tilrettelegges for at elever kan utvikle sin kritiske tenkning. Problemstillingen må åpne for at vi kan analysere læreres handlingsvalg i undervisningssituasjoner, samtidig som vi kan undersøke hvordan elevene responderer på de ulike grepene lærer, tar for at elevene skal utvikle kritisk tenkning. Problemstillingen vi ønsker å besvare er følgende:

Hvilke grep kan lærer ta for å tilrettelegge for elevers kritiske tenkning i matematikk?

Som vi tidligere har nevnt, er det beskrevet i læreplanen at elevene skal utvikle kritisk tenkning, og litteraturen har ulike definisjoner på hva kritisk tenkning i skolen faktisk innebærer; særlig hvordan dette kan undervises. I teorikapittelet gjør vi rede for ulike definisjoner av kritisk tenkning. Med *grep* menes det i denne sammenheng konkrete handlingsvalg for hva læreren kan gjøre i sin undervisning. For å få tak i elevenes tenkning ser vi det hensiktsmessig å både gå inn elevenes dialoger og skrevne tekster. I og med at dette er en masteroppgave i matematikkdiraktikk, ønsker vi også å se på elevenes kritiske tenkning ut fra et matematisk modelleringsperspektiv. Det vil si at vi undersøker hvordan elevene knytter matematikken til argumentasjonen sin. Dialog og modellering er to vidt forskjellige disipliner. Mens modellering er et av kjerneelementene i den nye læreplanen i matematikk, er dialog et videre begrep som favner mer tverrfaglig. Kommunikasjon er spesifikt nevnt som et av kjerneelementene i LK20, der “Elevene må få mulighet til å bruke matematiske representasjoner i ulike sammenhenger gjennom egne erfaringer og matematiske samtaler.” (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 3). Vi mener derfor at det er nødvendig å studere begge deler for å kunne gi en god besvarelse på problemstillingen vår.

1.3 Avgrensning og begrepsavklaring

Jegstad et al. (2019) skriver at kritisk tenkning handler om å øve elever i å benytte rasjonalitet på en undersøkende og selvstendig måte. Hensikten er at elevene kan forstå hva påstandene bygger på og vurdere de ulike påstandene. Kvernbekk (2021, s. 46) skriver at undervisning er en aktivitet som kan ha kritisk tenkning som målrettet aktivitet, men peker også på noen faremomenter. En fare er at dersom aktiviteten kun gjøres om til kritisk tenkning, kan resultatet bli negativisme og kverulering. I vår studie ser vi på elevers kritiske tenkning, der en undersøker utfordringer og ytringer, og kritisk vurderer metoder og resultater. Det betyr ikke at en nødvendigvis er negativ til andres forskning, men at en er observant på momenter som kan gjøre at forskningen ikke er pålitelig. På bakgrunn av dette knytter vi vår forståelse av kritisk tenkning, i matematikkundervisningen, til den i overordnet del av læreplanverket:

“Kritisk og vitenskapelig tenkning innebærer å bruke fornuften på en undersøkende og systematisk måte i møte med konkrete praktiske utfordringer, fenomener, ytringer og kunnskapsformer. Opplæringen skal skape en forståelse av at metodene for å undersøke virkeligheten må tilpasses det vi ønsker å studere, og at valg av metode påvirker det vi ser” og “Elevene skal kunne vurdere ulike kilder til kunnskap og tenke kritisk om hvordan kunnskap utvikles. De skal også kunne forstå at deres egne erfaringer, standpunkter og overbevisninger kan være ufullstendige eller feilaktige” (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 6).

En av avgrensningene vi gjør er at det matematikdidaktiske fokuset holder seg til matematisk modellering, som er ett av seks kjerneelement i den nye læreplanen i matematikk. Her går det frem at elevene skal ha kunnskaper om hvordan ulike aspekter ved dagliglivet kan beskrives gjennom matematiske modeller. I tillegg skal elevene kritisk vurdere om modellene stemmer, gitt den virkelige situasjonen den skulle beskrive (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 2-3). Begrepet modellering brukes også om hvordan lærer opptrer i klasserommet der en modellerer samtaleteknikker i klassesamtaler. Dette henger sammen med Vygotsky sin sosiokulturelle teori (1978), der elevene gjennom deling av tanker og ideer sammen med andre vil påvirke elevenes egen individuelle tenkning.

1.4 Studiens oppbygning

Innledning

I dette kapitlet gjorde vi rede for studiens relevans. I denne delen beskriver vi også oppgavens problemstilling. Avslutningsvis presenterer vi studiens avgrensninger og begrepsavklaringer.

Teori og tidligere forskning

Gjennom dette kapitlet legger vi fram tidligere forskning på kritisk tenkning i klasserommet. Læringsteorien bak ARGUMENT presenteres. Vi går grundig inn i hva kritisk tenkning er, og de ulike komponentene det innebærer. Det matematikdidaktiske fokusområdet som er modellering blir presentert i denne delen av oppgaven. I tillegg viser vi til tidligere forskning på dialog i klasserommet, og hvordan dette kan ha varierende læringseffekt - alt etter hvordan lærer tilrettelegger for dette. Et gjennomgående tema er å belyse didaktiske strategier som vi mener lærer kan bruke for å tilrettelegge for elevers kritiske tenkning.

Metode

I denne delen utdyper vi studiens forskningsdesign. Her begrunner vi metodevalg, og hvordan vi har analysert datamaterialet. Avslutningsvis forklarer vi de etiske vurderingene denne oppgaven krever, og gjør rede for studiens reliabilitet, validitet og generaliserbarhet.

Analyse

I dette kapitlet analyserer vi elevenes matematiske modellering og dialog, ved hjelp av analyseverktøyene vi har redegjort for i metodedelen. Vi presenterer her også funnene fra studien. Vi tar utgangspunkt i videofiler, lydklipp og skriftlig elevarbeid når vi analyserer. Lærergrepene vi identifiserer blir oppsummert og presentert.

Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres masterstudiens funn i lys av teori og tidligere forskning.

Avslutning

I det siste kapitlet konkluderer vi og forsøker å svare på oppgavens problemstilling. Avslutningsvis blir studiens svakheter og begrensninger presentert, sammen med studiens relevans og veien videre.

2. Teori og tidligere forskning

2.1 Tidligere forskning

Sampson et al. (2011) har gjennomført en intervensjonsstudie basert på metoden de kaller for Argument-Driven Inquiry (ADI). I denne studien undersøker de hvordan denne metoden kan hjelpe elever til å delta i vitenskapelige argumenter og utarbeide skriftlige argumenter. De studerte en gruppe elever bestående av tiendeklassinger. Resultatene som kommer frem i studien viser at ADI-modellen kan virke med den hensikt at elevene deltar i vitenskapelige argumenter og utarbeider skriftlige argumenter. I fem av seks grupper etter intervensjonen var det mer sannsynlig at elever ville diskutere nye ideer i nye samtaler, og de utfordret også andres ideer (Sampson et al. 2011, s. 248). I tillegg til at det kan tyde på bedre engasjement hos elevene, forklarer studien at elevene bruker faktorer som er ønsket i vitenskapen, som data og vurdering av gyldigheten til en forklaring oftere enn før intervensjonen. Samtlige grupper ble bedre til å utarbeide gode skriftlige argumenter etter intervensjonen. Gruppene utarbeidet en mer tilstrekkelig forklaring, og brukte i større grad bevis og forklaringer i argumentasjonen etter intervensjonen (Sampson et al. 2011, s. 248)

I et kapittel av en studie gjennomført av Kolstø (2020), som leder ARGUMENT, presenteres det to prosjekter i to forskjellige 8. klasser. Prosjektene kalles “Cress Project” og “Energy Project”. Hovedmålet er å diskutere hvordan man kan støtte elevers evne til å lage evidensbaserte argumenter basert på egne perspektiver. Ett av studiens forskningsspørsmål var å undersøke hvilke læringsaktiviteter elevene gjennomgår for å konstruere evidensbaserte argumenter som inneholder momenter knyttet til naturvitenskapelig og kritisk tenkning. Hovedessensen i nature of science er ifølge Ledermann 2007; Osborne et al. 2003, gjengitt i Kolstø (2020, s. 178) å basere påstander på bevis og skille mellom observasjoner og konklusjoner. I tillegg er viktige momenter testing, kreativitet, kritisk tenkning og kommunikasjon av argumenter.

En av læringsaktivitetene var at elevene ble servert en påstand som skulle vekke reaksjoner. *Dersom du sover mindre enn 7-8 timer hver natt så er det mer sannsynlig for at du blir forkjølet.* Etterfulgt av dette var det en helklassediskusjon og videre arbeidet elevene i små grupper, der de ble bedt om å diskutere om påstanden kunne være riktig. En skulle foreslå ideer om hvordan forskerne burde ha gjennomført undersøkelsen for at de skulle kunne tro på

resultatet. Elevenes forslag ble notert på tavlen. Et læringsmål fra “Cress project”, som skal bidra til å nå studiens hovedmål om å støtte elevens utvikling av kompetanser knyttet til kritisk tenkning og argumentasjon, er at elevene skal forstå hvordan IMRoD-modellen fungerer. Introduksjon, metode, resultater og diskusjon utgjør IMRoD-modellen, og denne modellen stiller krav til å skille mellom empiriske resultater og konkluderende påstander. Dette er viktig fordi en da kan kritisk vurdere en undersøkelses konklusjoner. I studien til Kolstø (2020) kommer det frem resultater som kan knyttes til dette læringsmålet. Alle gruppene utarbeidet en plan, laget sitt eget argument, stedfestet observasjoner og skrev en rapport. Alle rapportene inneholdt en diskusjonsdel, men her var det store forskjeller i antall ord (7-181) ord. Rapportene inneholdt også en begrunnet påstand. Studien til Kolstø (2020) indikerer at det er mulig å lage tverrfaglige prosjekter i matematikk, naturfag og sosiale fag som kan få elevene til å oppleve eierskap til oppgaven og bruke kunnskaper fra naturfag til å konstruere og presentere argumenter og utvikle kritisk tenkning.

Denne oppgaven tar utgangspunkt i sosiokulturell læringsteori, finner vi det naturlig å se på samtalekvaliteter. I teorikapittelet om dialog vil vi gå nærmere inn på ulike typer samtaler, hva som kjennetegner dem, og hvorfor vi mener disse kan ha varierende effekt på elevens læring. Det har blitt gjort mye forskning på samtalekvaliteter og hvilke grep lærer kan gjøre for å modellere utforskende samtaler. En ting som skiller Mercer fra annen litteratur vi har funnet rundt dialog (Alrø & Skovsmose, 2006; Artigue & Blomhøj, 2013; Barraza & Sanchez, 2020; Nystrand & Gamoran, 1997; Mortimer & Scott, 2003; Murphy C., 2016; Kazemi & Hintz, 2019; Larsen & Østergaard, 2019), er hans vektlegging av *grunnregler* for elevdiskusjoner. I Mercer og Littleton (2007) sitt Thinking Together-program, skal læreren modellere gode samtaleteknikker. I tillegg til dette skal læreren i fellesskap med klassen komme frem til grunnregler for hva som er gode gruppediskusjoner. Et eksempel på grunnregler som ble utarbeidet i samarbeid med elevene er:

1. *Vi deler ideene våre og lytter til hverandre.*
2. *Vi snakker én om gangen.*
3. *Vi respekterer andres meninger.*
4. *Vi grunngir påstandene våre.*
5. *Hvis vi er uenige, prøver vi å spørre “hvorfor?”*
6. *Vi prøver alltid å bli enige til slutt.*

(Mercer, 2019, s. 198, *egen oversettelse*)

Målgruppen og kontrollgruppen besto av henholdsvis 119 og 129 elever. Målgruppen gikk gjennom fem økter med lærerstyrt øving i diskusjon, hvor disse grunnreglene spilte en sentral rolle i denne øvingen. I de påfølgende sju øktene skulle elevene jobbe sammen med diskusjonsoppgaver. Både målgruppe og kontrollgruppe skulle utføre en ikke-verbal intelligensstest, Raven's Progressive Matrices (RPM), både før og etter intervensjonen. Funnene fra denne studien viser at målgruppen hadde en markant forbedring i resultatet på RPM-testen etter intervensjonen, og transkripsjonene viser at elevene brukte lengre setninger på slutten av intervensjonen. Ytringer bestående av mer enn 100 tegn gikk fra 1 gang, pre-intervensjon, til 46 ganger post-intervensjon. I tillegg ble indikatorordene "I think", "because", "would" og "should" kvalitativt valgt ut fordi de er kjennetegn på at elevene holder en utforskende samtale. Bruken av indikatorord for elever som diskuterte oppgaver økte fra 65 til 215 i denne intervensjonen (Mercer et al., 2004).

I litteraturstudiet vi utførte som forarbeid til denne oppgaven, så vi at det ofte ble pekt på lignende grep for å initiere helklassesamtaler, hvor fokus er på lærers modellering av essensen i disse grunnreglene (Mercer & Littleton, 2007; Skovsmose & Alrø, 2006; Kazemi & Hintz, 2019). Et funn var, at selv om læreren modellerer disse resonneringsteknikkene og poengterer viktigheten av argument og begrunnelser, bruker ikke nødvendigvis elevene disse teknikkene i diskusjoner seg imellom (Mercer og Littleton, 2007). Det kan tenkes at en bevisstgjøring av slike grunnregler vil være formålstjenlig for produktiviteten av gruppearbeidet deres. Hvor mange tar ordet? Hvor mange deler sine ideer? Blir ideer utfordret? Blir alle ideer møtt med aksept? Barn kan ha lært dette hjemmefra, og fra å ha sett hvordan læreren kommuniserer, men er dette nok for alle? Howe og Mercer diskuterer at barn har ulike sosiale erfaringer fra livet utenfor skolen, og derfor kan ha ulike behov for veiledning i hvordan å bruke språket til å resonnerer og kommunisere produktivt i klasseromsdialoger (2007, s. 14-15). Tanken bak grunnreglene for utforskende samtaler er ifølge Mercer at mange elever ikke *vet* hvordan man holder gode, utforskende samtaler, i tillegg til at lærere ofte *tror* at elevene *vet* det. Det er altså ikke tilstrekkelig å bare forme gode oppgaver og modellere kommunikasjon - man må aktivt inn og trene elevene i hva god kommunikasjon egentlig innebærer (Howe & Mercer, 2007). Dette illustreres i en metastudie av 39 kvantitative studier som undersøkte effekten av klasseromsdiskusjoner på leseforståelse. Selv om elevdeltakelse i samtalene gikk opp, bar det ikke nødvendigvis frukter i form av elevers resonnering og kritiske tenkning (Murphy et al., 2009). Mercer og Littleton sitt forskningsprosjekt har resultert i hyppigere bruk av utforskende samtaler, mer samarbeid og dybdelæring i gruppeaktiviteter, bedre *felles*

problemløsning, bedre *individuell* problemløsning (basert på ikke-verbale evnetester) og bedre resultater i matematikk og naturfag (Mercer & Littleton, 2007).

Når elevene arbeider matematisk med samfunnskontroverser, kan det å tilrettelegge for modelleringsaktivitet være et fornuftig grep av lærer, fordi elevene får arbeide med å undersøke et problem, sette opp en matematisk modell, og løse de matematiske spørsmålene modellen utfordrer. En slik modelleringsprosess legger også opp til at elevene skal vurdere kritisk og reflektere over løsningene. Likevel er det slik at elevene har utfordringer med ulike deler av modelleringsprosessen. En studie av Galbraith og Stillman (2006) presenterer utfordringer elever ved ungdomstrinnet møter i de ulike stegene i modelleringsprosessen når elevene skal løse oppgaver basert på ekte problemer. Det første trinnet i modelleringsprosessen, der en skal lage seg en antagelse knyttet til den ekte situasjonen, er en utfordring for mange elever er å forstå oppgavens kontekst, og det pekes på teknikker som kan hjelpe elevene med dette. Det kan for eksempel være nødvendig å bruke videorepresentasjon for at elevene skal forstå situasjonen. For at elevene skal utforme et matematisk spørsmål til situasjonen, kan en tilnærming være å forenkle oppgaven. Eksempler på hvordan dette kan gjøres er å minimere en lengde eller maksimere en vinkel, dersom det er en geometrioppgave (Galbraith & Stillman, 2006, s. 143-162). I denne studien arbeider ikke elevene med lengder og vinkler, men de arbeider med statistikk og utarbeidelse av selvvalgte undersøkelser. En måte å forenkle situasjonen på når en arbeider med egne spørreundersøkelser kan være å endre på antall informanter.

En av de mest utfordrende delene av modelleringsprosessen, ifølge Galbraith og Stillman (2006), er når elevene skal gå fra et ekte problem til modell, fordi denne prosessen krever at elever har nødvendige bakgrunnskunnskaper. Elevenes kompetanse knyttet til graftegning og beregning spiller inn her, og at de kan skille mellom ulike fremstillinger, som funksjonsgrafer og dataplott. Kunnskaper på dette området er avgjørende om elevene skal utvikle modeller for å håndtere problemet. Det tredje steget, når elevene skal finne de matematiske løsningene tilknyttet den matematiske modellen, beskrives det i studien at det er viktig at ikke elevene bare vet hvilke operasjoner kalkulatorer og datamaskiner kan utføre, men også hvordan en bruker de riktig. For eksempel i oppgaver der en brukte flere data, var det nødvendig å bruke LIST funksjonen tilhørende grafkalkulatoren, funksjonsregning og regneark. Dersom elevene ikke mestret dette vil det føre til utfordringer for elevene, og de vil trenge veiledning fra lærer eller elevene. Neste steg i prosessen er tolkning, og her er det store variasjoner. Det enkleste

er gjerne å finne ett element fra de matematiske resultatene som passer med den virkelige situasjonen. Mer avansert er det når en matematisk løsning krever at en sammenligner flere ulike verdier som må beregnes. I noen tilfeller krever dette at noen av verdiene må modelleres på nytt igjen. Studien viser også at elevenes tolkninger har ytterpunkter, som varierer fra gjetninger uten matematisk belegg til argumenter som bygger på matematiske resultater. Den siste overgangen i modelleringsprosessen er evaluering og dette må hovedsakelig vurderes ut fra to forhold, lokalt og globalt. Vil resultatene på et lokalt nivå kunne gi mening til problemet? Vil modellen på et globalt nivå kunne forklare alle spørsmål knyttet til spørsmålsformuleringen? En utfordring kan her være at elevene ikke mestrer å kontrollere alle prosedyrer, og derfor må akseptere løsninger fra ufullstendige modeller (Galbraith & Stillman, 2006, s. 143-162).

Vi undersøker et prosjektarbeid der lærer har bestemt et tema som elevene skal arbeide med, gjennom ARGUMENT. Temaet for undervisningsopplegget er søvn. Selv om tema for arbeidet er bestemt på forhånd, har elevene stor frihet til å velge problemstilling og forskningsmetode innenfor temaet som blir gitt. Uthus (2020) har undersøkt hvilke erfaringer elever har når det kommer til selvbestemmelse i læringsaktiviteter. Studien baserer seg på tre ulike skoler, som deltok i et utviklingsprosjekt. Det var 14 lærere og 115 elever som deltok, fra 3.-7. trinn. Funn fra studiet til Uthus forteller at selvbestemmelse var et positivt innslag for elevene, og at det hadde positive effekter for trivsel, innsats og læring i skolehverdagen. I tillegg viser funnene at selvstendigheten i undervisningen gjorde at elevene fikk tro på at de kunne håndtere sine liv som voksne. Studiet presiserer også at det er behov for ytterligere kunnskap om hvordan lærere kan tilrettelegge for at skolens elever kan oppleve selvbestemmelse. Det forklares i studiet at elevene liker friheten til selvbestemmelse i læringsaktivitetene. Eksempler på utsagn er *Vi slipper at læreren bestemmer over oss, vi får litt frihet, Jeg føler meg mer fri denne dagen. Når vi har en vanlig time, så får vi gjøre bare en ting, og den er det læreren som bestemmer og Jeg liker at jeg har egenkontroll og føler at jeg ikke blir tvunget: det gir meg frihet* (Uthus, 2020, s. 196).

2.2 Teori og litteratur

De fem kompetanseområdene som ARGUMENT skal utfordre er illustrert i figuren, og redegjøres for i prosjektbeskrivelsen av ARGUMENT (2021, s. 1). Hovedkompetansen er markert i blått, og denne kompetansen skal utvikle elevenes utforskning og kritiske vurderinger knyttet til påstander og kontroversielle problemstillinger. De tre oransje feltene viser til kunnskapsområder som er momenter i utforskning og kritisk vurdering av argumenter. Det spesifiseres her at kompetansene ikke kan trenes hver for seg, men at elevene blir trent gjennom arbeidsformer hvor de skal utforske og vurdere data, argumenter og sak. Det grønne feltet utvikles ved diskusjoner i grupper og felles klasse (Argument, 2021, s.1).



Figur 1 - Hentet fra ARGUMENT (2021, s. 1) sin prosjektbeskrivelse, og viser til ulike kompetanseområder ARGUMENT-prosjektet skal utfordre.

Professor Kolstø har den faglige ledelsen for prosjektet. Hans arbeid er sterkt inspirert av Dewey (1909) sine teorier om erfaringsbasert læring og reflektiv tenkning (Kolstø, 2016; Thorsheim et al. 2016). For å forstå den pedagogiske grunntanken som ligger bak prosjektet, finner vi det derfor hensiktsmessig å greie ut om disse to begrepene.

Teorien om erfaringsbasert læring innebærer en idé om at læring skjer gjennom aktivitet og et møte med erfaringer en ikke umiddelbart kan gjenkjenne og forstå. Erfaringen bryter med våre etablerte handlings- og tankemønstre, og gjør dermed at en intuitivt ønsker å skape sammenheng mellom erfaringen og ens egen forståelse av situasjonen. Denne sammenhengen vil også være første steg av den refleksive tenkningen, den induktive tenkningen, som han legger frem i *the double movement of reflection*. I det andre steg, den deduktive tenkningen, vil man teste ut gjennom nye eksperimenter om ideen stemmer med virkeligheten (Dewey,

1909, s. 79-81). Dewey deler i sitt eget rammeverk, *complete act of thought*, inn fem ulike steg for refleksjon:

- (i) a felt difficulty; (ii) its location and definition; (iii) suggestion of possible solution;
- (iv) development by reasoning of the bearings of the suggestion; (v) further observation and experiment leading to its acceptance or rejection; that is, the conclusion of belief or disbelief (Dewey, 1909, s. 72).

I Deweys egen forklaring skriver han at “Observasjoner eksisterer i begynnelsen og på nytt ved slutten av prosessen” (1909, s. 77, *egen oversettelse*). Man observerer/erfarer altså et følt problem og definerer problemets natur, kommer med tentative ideer om hvordan dette kan løses, resonnerer ut ideen og ser om den virker plausibel, før man til slutt gjør nye eksperimenter og observasjoner som kan bekrefte eller avkrefte ideen.

Disse tankene har klare likhetstrekk med naturvitenskapelig tenkning, som innebærer å observere, utforme hypoteser og teste disse. En ser det også igjen i ARGUMENT, hvor elevene skal møte samfunnskontroverser, samle inn data og lese forskning rundt emnet og kritisk vurdere resultatene de kommer frem til. Et element i naturvitenskapen og ARGUMENT har, som Dewey ikke tar for seg, er *kollektiv refleksjon*; deling av ideer og dialog for i fellesskap oppnå høyere forståelse. I lys av dette finner vi det naturlige å ha dialog som et gjennomgående tema for vår oppgave. Kapittelet om dialog tar for seg to andre av Kolstø sine inspirasjonskilder: Lev Vygotsky og Mikhail Bakhtin.

2.2.1 Kritisk tenkning

I denne studien er kritisk tenkning et sentralt begrep. Kvernbekk (2021, s. 43) forklarer viktigheten ved kritisk tenkning ved å hevde at det nesten ikke finnes universiteter som ikke har kritisk tenkning som overordnet mål for både studenter og ansatte. Det vises til Max Horkheimer (1895-1973), som var en av Frankfurterskolens grunnleggere, der kritisk teori motsetter seg tradisjonell teori ved at den kritiske teorien har en hensikt. Den skal skape en verden som sikrer menneskers behov og evner (Kvernbekk, 2021, s. 49). Skovsmose, som er en av bærebjelkene i den kritisk-demokratiske matematikdidaktiske forskningen, har laget en sekstrinns modell som kan brukes til å reflektere hvordan man bruker matematikk, og det vises til seks nøkkelspørsmål som oppsummerer modellen (Skovsmose, 1992). I denne studien mener vi at spørsmålene i Skovsmoses sekstrinns- modell egner seg til å øve elever i kritisk tenkning:

- “1. Har vi brukt algoritmene på korrekt måte?
2. Har vi brukt den riktige algoritmen?
3. Kan vi stole på resultatene fra algoritmen?
4. Kunne vi funnet ut av dette uten bruk av formelle utregninger?
5. Hvordan påvirker bruken av en algoritme, passende eller ikke den spesifikke konteksten?
6. Kunne vi ha utført evalueringen på annet vis?” (Skovsmose, 1992, s. 8-9, *egen oversettelse*).

Kvernbekk (2021, s. 45) viser til Sørensen (1904-1992) som skiller mellom kritisk tenkning og kritisk holdning. Kritisk holdning står i motsetning til ukritisk holdning. Kritisk tenkning derimot står ikke til noen klar motsetning. Eksempler kan være ukritisk tenkning, treg eller ulogisk tenkning. Indoktrinering er noe som motsetter seg kritisk tenkning. Indoktrinerte elever har en bevissthet der de ikke selv vurderer begrunnelser for fasiter de har blitt servert. Kvernbekk (2021, s. 46) skriver at tankemessig latskap også kan resultere i manglende kritisk tenkning og holdning. Undervisning er en aktivitet som kan ha kritisk tenkning som målrettet aktivitet. Men hvis det gjøres om til kun kritisk tenkning i seg selv, kan resultatet bli negativisme og kverulering. Dette er noe vi kan finne igjen i ulike kommentarfelt på sosiale medier og nettaviser. I denne oppgaven finner vi momenter i den kritiske pedagogikken interessante. Kvernbekk (2021, s. 50) skriver om den “skjulte læreplanen” som kan ha et kritisk potensial. Her vises det til de aspekter som skjer utenom det elever skal lære gjennom kompetansemål i fagene; det som læres basert på hvordan vi organiserer undervisning og måten vi kommuniserer på. En kritisk pedagogikk skal ikke skje gjennom en kunnskapsoverføring til elevene. De skal ha mulighet til å finne egne svar (Kvernbekk, 2021, s. 50). Dette ser vi i sammenheng med Jürgen Habermas, en sentral skikkelse i Frankfurterskolen, der en søker etter det beste argumentet: “Idealet hos Habermas er det sokratiske, det vil si en åpen og herredømmefri dialog mellom fornuftige mennesker som lar seg overbevise av kraften i det beste argument” (Helle, 2019).

Gjennom ARGUMENT øver elevene seg blant annet på å konstruere argumenter, både for og imot en sak. I denne studien ser vi på hvilke grep lære kan ta for å tilrettelegge for elevers kritiske tenkning, uten direkte kunnskapsoverføring og med aktive elever som forsøker å finne svar på selvvalgte problemstillinger.

Komponenter og kjennetegn av kritisk tenkning

Bailin et al. (1999, s. 286-288) forklarer i sin teori hvordan personer som blir kritiske tenkere innehar ulike komponenter av kunnskaper, og hvordan man på best mulig måte kan undervise i kritisk tenkning. De ulike komponentene innebærer *bakgrunnskunnskap, kunnskaper om standarder av kritisk tenkning, innhold av kritiske konsepter og kunnskaper om strategier*. Forfatterne beskriver videre hvordan undervisere forstår kritisk tenkning og at denne type tenkning kan forklares gjennom minst tre faktorer. Det første er at det handler om hva en skal tro eller gjøre. Det andre er at den kritiske tenkeren gjør dette på en måte som er tilstrekkelig og nøyaktig nok. Det tredje er at den kritiske tenkningen skal oppnå bestemte resultater. Videre peker de på at problemløsning er et bruksområde for kritisk tenkning. Et problem kan løses på en kritisk og en ukritisk måte. Kritisk tenkning krever at man ser på mulige konsekvenser, tilnæringsmåter og ulike perspektiver. Det legges her til at kreativitet er et viktig moment i kritisk tenkning (Bailin et al. 1999, s. 286-288).

Bakgrunnskunnskap

En av faktorene som avgjør om det er kritisk tenkning eller ikke, avhenger av hva personen vet, eller hva den klarer å finne ut om et problem som skal løses. I hvilken grad man har kunnskaper om et bestemt område avgjør i hvilken grad man kan tenke kritisk (Bailin et al., 1999, s. 290). Gjennom ARGUMENT blir elevene utfordret på områder som klimaendringer og søvn. Dette er områder elevene gjerne allerede har erfaringer med, og ved å aktivere elevenes forkunnskaper kan det være enklere for elevene å klare å finne ut hvordan et problem skal løses. Et eksempel på aktivering av forkunnskaper er *tenk-par-del*, først utviklet av Frank Lyman og hans kolleger ved University of Maryland i 1981. Her aktiveres elevenes forkunnskaper ved at (1) lærer fremmer et spørsmål eller en observasjon og elevene får tid til å tenke selv. De skal deretter (2) dele sine tanker med sidekamerat eller læringspartner og bli enige om et svar de skal dele. Til slutt skal de (3) dele sine tanker og ideer med resten av klassen (McTighe & Lyman, 1988, s.19-20). Thorsheim et al. (2016, s. 155) skriver at en fordel med en tilrettelegging i *tenk-par-del* er at elevene får tid til å tenke gjennom egne ideer, og få tilbakemeldinger fra en medelev. Elevene har gjerne ikke tenkt på de samme ideene, og dette kan gjøre at de fortsetter tenkningen. Ved å dele for klassen, kan lærer få kunnskaper om elevenes ideer, som igjen kan bli diskutert videre.

Standarder for kritisk tenkning

Bailin et al. (1999, s. 291) trekker frem tre prinsipper som kan knyttes til når en gjør vurderinger til et problem. (1) En skal vurdere så mange mulige alternativer som mulig innenfor rimelighetens grenser. (2) Man skal undersøke og ta innover seg så mye relevant informasjon om konsekvensene for hvert alternativ som mulig. (3) En skal være bevisst på sine meninger og antagelser, og hvordan dette påvirker hvordan en tenker. Bailin et al. (1999, s. 294) skriver om væremåte for kritiske tenkere. Det gjelder å ha respekt for begrunnelser og sannheter. I tillegg skal en kritisk tenker prøve å forstå andre mulige synspunkter. Samtidig skal man ha styrke til å stå opp for sine meninger selv om det kan være press til å gjøre det motsatte. Gjennom ARGUMENT der elevene arbeider med samfunnskontroverser som klimaendringer, kan det være vanskelig å følge disse prinsippene. Elevene må sette en grense for hvor mange alternativer en skal vurdere knyttet til klimaendringer innenfor rimelighetens grenser. Eksempler på alternativer som kan vurderes er havstigning, temperaturendringer, klimaflyktninger og biologisk mangfold. Muligens er dette noe som kan tilrettelegge for differensiering i prosjektarbeidet, der høyt-presterende elever kan ta innover seg flere alternativer enn lavt-presterende elever.

Kunnskap om strategier

Bailin et al. (1999, s. 299) foreslår komponenter som bør inngå i undervisningen av kritisk tenkning. (1) Gi elevene oppgaver som krever overveielser og vurderinger. (2) Hjelp studentene til å utvikle de intellektuelle ressursene som kreves for å arbeide med de gitte oppgavene, og (3) lage et miljø der kritisk tenkning er verdsatt. Dette kan gjøres ved at studenter blir oppfordret og støttet i deres forsøk på kritisk tenkning og deltakelse i slike diskusjoner. Et eksempel på en strategi kan brukes kan være å skrive opp en liste der man tar hensyn til argumenter for og imot, dersom en skal gjøre seg opp en mening. Det er også nyttig å diskutere et problem med en person som har mye kunnskaper på området. En prosedyre som Flavel (1976) gjengitt i (Bailin et al., 1999, s. 294) beskriver er at det er nyttig å dobbeltsjekke før man godtar noe som fakta.

Å konstruere et miljø der kritisk tenkning er verdsatt kan være utfordrende, og noen aspekter ved dette kan forklares utfra de sosiomatematiske normene i klasserommet. Cobb og Yackel (1996, s.458) skriver at de sosiomatematiske normene skiller seg fra de vanlige normene i klasserommet ved at det retter seg mot elevenes matematiske aktivitet. De argumenterer videre for at læreren spiller en viktig rolle for å etablere de sosiomatematiske normene i

klasserommet. Lærerens egen overbevisning om hva som er viktig av matematiske konsepter i klasserommet kommer til syne i etableringen av disse normene (Cobb & Yackel, 1996, s. 475). Det betyr at dersom det skal skapes et matematisk miljø i klasserommet der kritisk tenkning er verdsatt har læreren en avgjørende rolle. De sosiomatematiske normene i klasserommet har også et aspekt i retning av hvilken aktivitet som anses å være matematisk, som at en utforskende tilnærming til matematikken er akseptert i klasserommet.

2.2.2 Undersøkende matematikkundervisning

En kan skille mellom instrumentell og relasjonell forståelse av matematikk. Skemp (1976) forklarer at den instrumentelle forståelsen krever at en husker hvilke problemer en bestemt metode kan fungere på, og at det samtidig her er nødvendig å lære nye metoder for å løse nye utfordringer. For eksempel kan en vite at $(-5) \times (-5) = 25$, og være fullt i stand til å gjøre multiplikasjonen og samtidig ikke vite hvorfor det er slik. Gjennom den relasjonelle forståelsen kan eleven, i tillegg til å vite hvilken metode som fungerer, knytte metoden til problemet og tilpasse metoden til andre problemer. Det kan være enklere for elever å lære formelen for areal for trekkanter enn å forstå hvorfor formelen er slik. En slik instrumentell forståelse krever at elevene må lære nye formler når en skal regne ut areal for rektangler, trapes, og parallellogrammer. Den relasjonelle forståelsen går ut på å forstå hvordan et matematisk konsept henger sammen med et annet matematisk konsept i matematikken, og vil i dette eksempelet forstå hvordan formel for trekant henger sammen med areal av et rektangel (Skemp, 1976, s. 9). Det å kunne forstå hvordan matematiske konsepter henger sammen er fordelaktig når en skal løse nye problemer og utfordringer, som en blir utfordret på i tverrfaglig arbeid som ARGUMENT. Samtidig er det viktig at elevene også er i stand til å gjøre spesifikke beregninger når de dukker opp. En måte en kan legge til rette for at elever har mulighet til å se sammenhenger mellom matematiske konsepter er gjennom undersøkende matematikkundervisning og problemløsning. Knyttet til relasjonell og instrumentell forståelse ser vi likheter med det Schoenfeld (2016, s. 2) skriver om problemløsning i matematikk. Her forklares det at matematikk er basert på regler som må læres, men at det er viktig for elevenes motivasjon å gå dypere enn dette. Undervisning basert på problemløsning kan rette fokuset mot tre prinsipper, som er at (1) elevene skal søke etter løsninger, og ikke kun memorere fremgangsmåter, (2) utforske mønstre og ikke kun formler og (3) formulere antagelser, og ikke kun gjøre oppgaver.

Skovsmose (2003) skriver om undersøkelseslandskapet. Et kjennetegn på et slikt landskap er at lærerens “hvad nu hvis...?” erstattes av elevens “hvad nu hvis...?” (Skovsmose, 2003, s. 147). Dersom eleven blir invitert til en oppgave og må stille slike spørsmål, befinner eleven seg i et undersøkelseslandskap. Her er det elevenes undring som blir det sentrale. Samtidig argumenterer Skovsmose (2003) for at det kun er et undersøkelseslandskap dersom elevene godtar invitasjonen. For å få elevene med inn i undersøkelseslandskapet er det derfor viktig at læreren planlegger undervisning ut fra elevenes interesser, alder og andre hensyn. I denne studien tar vi utgangspunkt i den undersøkende matematikkundervisningen, fordi det legges opp til at elevene må bruke matematisk kunnskap for å løse problemer fra virkeligheten, og der det finnes flere mulige løsninger. I naturfag er BSCS 5E-modellen et utbredt didaktisk verktøy for å planlegge undersøkende undervisning (Inquiry-Based Learning). Denne modellen består av fem ulike faser, der E-ene står for *engage, explore, explain, elaborate og evaluate*. Læringssyklusen er inspirert av Deweys (1909) tidligere nevnte *complete act of thought* (Bybee et al., 2006). I denne studien ser vi på tverrfaglig, undersøkende prosjektarbeid, og fasene fra BSCS 5E-modellen kan brukes for å legge til rette for dette.

Kolstø (2020, s. 194) presenterer didaktiske prinsipper som kan gjøre at elevene blir deltakende og opplever motivasjon i læringsarbeidet, og der kritisk tenkning og argumentasjon vektlegges. Lærer kan tilrettelegge for at elever arbeider med en oppgave som er basert på et problem fra virkeligheten. For å trigge elevens deltakelse, kan oppgaven inneholde omstridte evidensbaserte argumenter. Et annet prinsipp er å konstruere spørsmål som elevene selv ønsker å finne ut av. Dette kan være spørsmål basert på elevenes interesser, eller noe som er tett opp til elevenes hverdag. Stein et al. (2008, s. 314) argumenterer for at lærere som legger opp til undersøkende undervisning også møter andre utfordringer, utover det å lage gode oppgaver, og hvordan undervisningen organiseres. En utfordring i forbindelse med undersøkende undervisning kan være at elevene utarbeider egne løsningsmetoder, som kan være spesielle og uforventede. Lærerne må da forsøke å forstå hvordan elevene har tenkt, men også tilpasse elevenes ideer og tilnærminger til matematikken.

2.2.3 Matematisk Modellering

I den matematikdidaktiske litteraturen finnes det mange definisjoner på hva matematisk modellering er, og hvordan modellering på best mulig måte blir gjort til en del av matematikkundervisningen. Ferri (2018, s. 13) forklarer matematisk modellering ved at en går frem og tilbake mellom matematikk og virkelighet. Matematisk modellering byr på

utfordringer for de fleste elever ved at en arbeider med virkelige problemstillinger, som en skal knytte matematikk til. En tilsvarende forklaring er at modellering muliggjør at man på systematisk vis kan arbeide med matematikk i en problembasert situasjon, og at man bygger bro mellom matematikk og aspekter man møter i dagliglivet (Blomhøj & Artigue, 2013). Det har alltid vært klager over at en ikke ser meningen med matematikkundervisningen, men modellering kan hjelpe elever å se mer mening med matematikk (Blum, 1993, s. 6). Med innføring av nye læreplaner i den norske skolen, har viktigheten av matematisk modellering blitt understreket ved at det inngår i kjerneelementet “Modellering og anvendelser” som er ett av seks kjerneelementer i matematikk. Dette kjerneelementet omhandler blant annet om at elevene skal ha kunnskaper om hvordan aspekter ved dagliglivet kan beskrives gjennom matematiske modeller. I tillegg skal elevene kritisk vurdere om modellene stemmer gitt den virkelige situasjonen den skulle beskrive (Kunnskapsdepartementet, 2019). Dette samsvarer med det vi finner i Opplæringsloven (1998 §1-1), der det kommer frem at elevene skal utvikle utforskertrang, engasjement og skaperglede for å lære seg å tenke kritisk. Slik vi forstår både opplæringsloven og kjerneelementene i den nye læreplanen egner matematisk modellering seg til å lære elevene i å tenke kritisk gjennom problemløsning. Artigue og Blomhøj (2013) argumenterer for at matematisk modellering kan gi elevene kortere avstander mellom matematikk og virkelighet:

“From a learning perspective, modelling can thus be a bridge between the mathematical concepts and ideas and real-life experiences. Through modelling activities the learner can make sense of the concepts as well as gain new insights into the problem situations modelled” (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 805).

Modelleringsaktiviteter som ARGUMENT baserer det tverrfaglige prosjektarbeidet på er virkelighetsnære temaer som søvn, antibiotika og klimaendringer. For eksempel er det mange måter å regne på et lands (eller en skoles) utslipp av klimagasser, og dette er måter som kan modelleres sammen med elevene. I tillegg kan modellering brukes til en rekke andre situasjoner elever møter i hverdagen som kan vekke interesse; for eksempel skjermtid, fotballresultater, antall treningsdager i året eller forventet inntekt ved å ha en ekstrajobb. Vår forståelse er at elevene kan danne seg en forståelse av viktige konsepter i matematikken, samtidig som elevene får innsikt i klimaproblemet. Blum (1993, s. 5) argumenterer for at matematisk modellering har en viktig plass i matematikkundervisningen. Det argumenteres for at matematisk modellering kan hjelpe elever med å forstå autentiske problemer fra

virkeligheten. Ved å bruke matematisk modellering i undervisningen kan en hjelpe elever til å utvikle viktige kompetanser som å håndtere nye problemer. Matematiske emner bør bli undervist slik at det er naturlig med refleksjon, og her passer det med matematisk modellering. Det argumenteres også for at matematisk modellering har en motiverende effekt på elevene når de skal lære matematiske konsepter. Elevene kan da få en dypere forståelse og kanskje en endret holdning til matematikk.

Matematisk modellering som matematikkompetanse

I denne studien knytter vi det matematikdidaktiske fokuset i oppgaven til matematisk modellering. Kaiser skriver at et allment mål for matematikkundervisning er at elevene skal tilegne seg ulike kompetanser innenfor matematikken, og bruke kunnskapen videre i livet (Kaiser, 2005). I forbindelse med dette mener Kaiser at matematikkundervisning burde fokusere mer på å gi eleven forståelse av matematikkens betydning i hverdagslivet, og hvordan matematikken kan brukes til å løse utfordringer. For å klare dette mener at matematisk modellering er et nyttig verktøy (Kaiser, 2005, s. 100). Blum og Ferri hevder at matematisk modellering er viktig fordi vi møter det i hverdagslivet, og matematiske modeller er overalt. Likevel pekes det på at modelleringskompetanse klargjør elevene på demokratisk deltakelse. Matematisk modellering skal hjelpe elevene til å bedre forstå verden. Den skal støtte matematisk læring gjennom blant annet motivasjon og begrepslæring. Matematisk modellering skal også bidra til å utvikle varierte matematiske kompetanser, og bidra til det blir dannet et tilstrekkelig bilde av matematikk (Blum & Ferri, 2009, s. 47).

Perspektiver på matematisk modellering

Det er mulig å ha ulike syn på matematisk modellering i matematikkundervisningen. Berget og Bolstad (2019) viser til tre perspektiver. Modellering som innhold, modellering som fartøy og modellering som kritikk (Barbosa, 2006; Hana, 2013; Julie 2002). Modellering som innhold er når modelleringen i seg selv er hovedmålet. Det handler om å utvikle modelleringskompetanse. Slik kompetanse er å løse problemer med matematikk, der problemet i utgangspunktet ikke er matematisk (Berget & Bolstad, 2019, s. 87). Når det snakkes om modellering som fartøy, skjer dette når modellering blir brukt for å lære noe annet enn modellering. Et eksempel på dette er når elevene skal lære om likninger, da kan likningene modelleres i GeoGebra. Modellering som kritikk kan gjennomføres ved at en kritisk vurderer presenterte modeller. En måte å gjennomføre dette på er å undersøke hvordan de som har laget modellen har gjennomført modelleringsprosessen. Når en undersøger

hvordan andre har kommet frem til sine resultater, kan dette hjelpe elevene til å tenke kritisk. Modellering som kritikk kan bidra til at man forstår samfunnet (Berget & Bolstad, 2019, s. 93). I denne oppgaven ser vi på modellering både som innhold, kritikk og fartøy, og vi ser på hvordan lærer kan bruke matematisk modellering i undervisningen for å tilrettelegge for elevers kritiske tenkning. Sett i lys av vår problemstilling hvor vi fokuserer på hvilke grep lærer kan ta for å tilrettelegge for elevers kritiske tenkning i undervisningen, gjør at vi har valgt en didaktisk tilnærming.

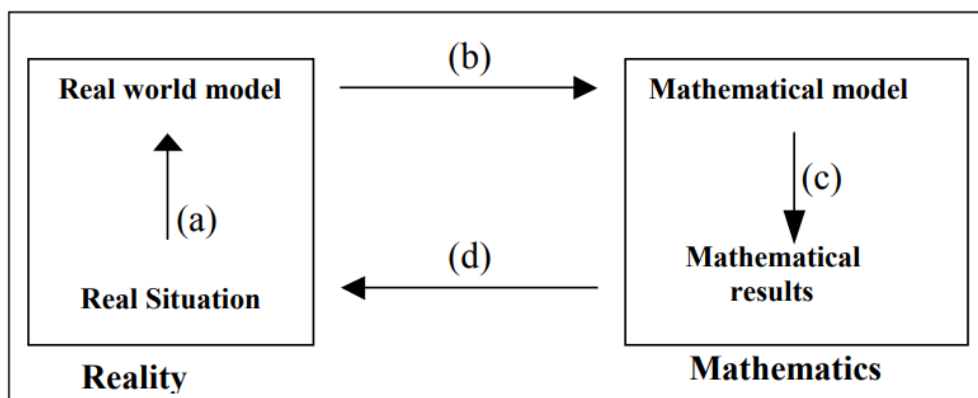
Modelleringsmodell

Matematisk modellering kan beskrives som en syklisk prosess, der en gjerne starter med et problem som skal løses, og en forsøker å finne en løsning på problemet. Et eksempel på et problem fra det virkelige liv, som kan modelleres for å finne riktig svar er:

Hvilket selskap kan levere den billigste monteringen av solcellepanel? Det finnes flere ulike modeller som tar for seg denne prosessen fra problem til matematisk løsning. Et eksempel er modellen presentert i Kaiser (2005, s.100), der en trinnvis (a-d) forklarer

modelleringsprosessen etter Kaiser (1995) og Blum (1996) sin forståelse. I denne studien ser vi på modelleringsprosessen i et didaktisk perspektiv, og når modelleringsprosessen blir brukt som et verktøy for å fremme elevenes kritiske tenkning, kan det føre til at elevene utvikler en rekke andre kompetanser knyttet til de ulike trinnene i modellen. Kaiser og Blum (1997) har laget en liste av kompetanser som passer med deres forståelse av modelleringsprosessen.

Denne listen gjengis i Maaß (2006). De fem hovedkompetansene som knyttes til modellen er *å forstå problemet, bygge en matematisk modell, løse matematiske spørsmål knyttet til modellen, tolke de matematiske resultatene og validere løsningene* (Maaß, 2006, s. 116-117).



Figur 2 - Illustrasjonen viser modelleringsprosessen etter Kaiser (1995, s. 68) og Blum (1996, s. 18) presentert i Kaiser (2005, s.100).

Modelleringsprosessen starter med (a) at en situasjon blir omformet til en modell som passer med virkeligheten (Kaiser, 2005, s. 100). Her kan vi knytte kompetansen om å forstå problemet, og en skal kunne lage antagelser til problemet og forenkle situasjonen. Det er viktig å identifisere mengder som påvirker problemet og finne viktige variabler. I forlengelsen av dette skal en lage sammenhenger mellom variablene. Når en skal forstå problemet er det viktig å finne tilgjengelig informasjon og skille mellom relevant og irrelevant informasjon (Maaß, 2006).

Modellen til elevene må i neste steg (b) matematiseres, slik at det passer den opprinnelige situasjonen, og at det kan bli en matematisk modell som passer med den originale situasjonen (Kaiser, 2005, s. 100). Når en skal bygge en matematisk modell på den ekte situasjonen, skal en matematisere mengdene og sammenhengen mellom dem. Når en utarbeider den matematiske modellen kan en forenkle mengdene og deres sammenheng, og redusere antall og kompleksitet. Å lage en matematisk modell basert på passende matematiske notasjoner og representere situasjonen grafisk er en del av denne kompetansen (Maaß, 2006). Den matematiske modellen inneholder noen matematiske resultater (c), som blir tolket i sammenheng av den opprinnelige situasjonen (Kaiser, 2005, s. 100). For å løse matematiske spørsmål knyttet til den matematiske modellen kan en bruke løsningsstrategier som å bryte ned problemet til mindre delproblemer, se det i sammenheng med andre lignende problemer, omformulere problemet, se problemet fra en annen vinkel, variere mengder og tilgjengelig data. I tillegg må en kunne bruke matematisk kunnskap til å løse problemet (Maaß, 2006). For å løse matematiske spørsmål knyttet til den matematiske modellen kan en utvikle en rekke matematiske kompetanser.

Matematiske vurderinger en får gjennom den matematiske modellen må bli oversatt til den ekte situasjonen (d). I tillegg er et sentralt poeng at en må undersøke om resultatene er tilstrekkelige, og hvis de ikke er det, må hele prosessen gjentas (Kaiser, 2005, s. 100). Ved dette stadiet får en utviklet kompetanser knyttet til å tolke de matematiske resultatene. Gjennom modelleringszyklusen skal en tolke de matematiske resultatene i den ekte situasjonen. Tolkningen kan innebære generalisering av løsninger, som egentlig var laget for en spesiell situasjon eller se på et problems løsninger ved å bruke passende matematisk språk og kommunisere om løsningene. Kompetansene knyttet til å validere løsningene handler om å kritisk sjekke og reflektere over løsningene. Dette handler også om å vurdere noen av delene av modellen på nytt, eller gå gjennom modelleringsprosessen på nytt dersom løsningene ikke

stemmer med situasjonen. Å validere løsningene åpner for å reflektere over andre måter å løse problemet, eller om løsningene kan bli utviklet på andre måter (Maaß, 2006). I modelleringsmodellen presentert i Kaiser (2005, s.100) finner vi likheter med Deweys *complete act of thought* (1909), som også er en syklisk modell, der en skal observere eller erfare et problem, definere problemet og komme med foreløpige ideer om hvordan problemet kan løses. Denne ideen kan testes ut og se om den virker rimelig, før en gjør nye eksperimenter, og observasjoner som kan bekrefte eller avkrefte ideen.

Andre ferdigheter knyttet til modelleringsprosessen

For å mestre en slik modelleringsprosess hevder Kaiser (2005, s. 101) at det kreves en rekke ferdigheter. Det kreves innsikt å se sammenheng mellom matematikk og virkelighet, og det er viktig å se på matematikk som en prosess og ikke kun et produkt. Å kommunisere gjennom matematikk og kunne arbeide i grupper er fordelaktig ettersom man i en modelleringsprosess ofte arbeider sammen med andre. Å formulere presise forskningsspørsmål og klargjøre for hva som er relevant for problemstillingen kan regnes som en sentral ferdighet å mestre i en modelleringsprosess (Kaiser, 2005, s. 101). Et eksempel på hvordan en kan se sammenheng mellom hverdagsituasjon og matematikk, er hvordan antall mellomlandinger med fly påvirker total reisetid. I ARGUMENT veileder lærer elevene gjennom modelleringsprosessen og elevene vurderer kritisk de resultatene en kommer frem til.

Utfordringer ved modelleringsprosessen

Blum og Ferri (2009, s. 48) viser til PISA-resultatene fra 2006, der det kommer frem at studenter har utfordringer med modelleringsoppgaver, og det vises til hvilke utfordringer elever har på ulike steg i modelleringsprosessen. Når det kommer til å forenkle et problem, klarer elevene å lage en passende modell, men sliter med å utarbeide antagelser. I det elevene skal validere de matematiske resultatene er det vanlig at elevene ikke undersøker om resultatene er tilstrekkelige og fornuftige. Det virker som at det er utelukkende lærers oppgave å vurdere gyldigheten av løsningene. Elevene gjennomfører modelleringsprosessen på ulike måter. For eksempel kan elevene starte på modelleringstrinnet etter eget ønske og manøvrerer seg på denne måten gjennom modelleringsprosessen på ulike måter. Elevene fokuserer på enkelte momenter og utelukker andre. En av årsakene til at elevene bruker modelleringssyklusen forskjellig kan forklares ut fra elevens ulike tenkemåter. Det trekkes frem tre ulike tenkemåter som er analytisk-, visuell-, og integrert tenkemåte. Visuelle tenkere liker billedlige forestillinger, og ser matematiske sammenhenger gjennom eksisterende

illustrasjoner. I modelleringsoppgaver fokuserer gjerne den visuelle tenker mer på situasjonen fra virkeligheten. Analytiske tenkere derimot fokuserer mer på den matematiske delen av prosessen, og de foretrekker en mer trinnvis fremgangsmåte. Analytiske tenkere kan forstå og uttrykke matematiske fakta gjennom symbolske og verbale representasjoner. Den integrerte tenkeren kjennetegnes ved at den har en kombinasjon av analytisk- og billedlig tenkemåte (Blum & Ferri, 2009, s. 51).

Lærers rolle i matematisk modellering

For å kunne si noe om hvilke grep lærer kan gjøre for å fremme elevers kritiske tenkning, er det vesentlig å undersøke hvordan lærer kan opptre i klasserommet. Gjennom Cobb og Yackel (1996, s. 475) forklares det at læreren spiller en avgjørende rolle når det kommer til å skape et ønsket matematisk miljø i klasserommet. Blum og Ferri (2009, s. 52) skriver at det er viktig at lærer finner den riktige balansen mellom elevaktivitet og lærerveiledning. Under modelleringsprosessen kan det være nyttig at lærer gjør strategiske intervensjoner ved å gi elevene noen hint. Lærer kan spørre elevene om hva som mangler for å løse oppgaven, eller om resultatet passer den virkelige situasjonen. Det vanlige er at lærerintervensjoner som regel er innholdsrelatert og sjelden slik at elever må tenke selvstendig, gjennom strategiske hint. Det kommer frem at lærers personlige favorittløsning ofte presenteres. Som nevnt tidligere har elever ulike læringsstiler, og det er da essensielt å tilby ulike løsningsmetoder som kan passe for analytiske-, billedlige og integrerte tenkere. Lærer behøver kunnskaper om de kognitive kravene oppgaven stiller. Det pekes på fire grep lærer kan gjøre som kan virke fremmende på undervisning om modellering;

1. Det må lages en balanse mellom minimal innblanding av lærer og maksimal selvstendighet hos elever, og modelleringsoppgavene må være passende.
2. Elevene må støttes i deres individuelle modelleringsvei, og det må gis ulike løsninger. Her må lærer være bevisst på oppgavens muligheter og på egne foretrukne løsninger.
3. Lærer må ha kunnskaper om ulike intervensjoner som for eksempel strategiske intervensjoner.
4. Lærer må kunne metoder for å støtte elever i modelleringsprosessen (Blum & Ferri, 2009, s. 54, *egen oversettelse*).

Didaktiske strategier

Til nå har vi vist til ulike didaktiske strategier som kan fremme kritisk tenkning. Blant annet dialog og grunnregler (Mercer, 2019), elevers selvbestemmelse (Uthus, 2020),

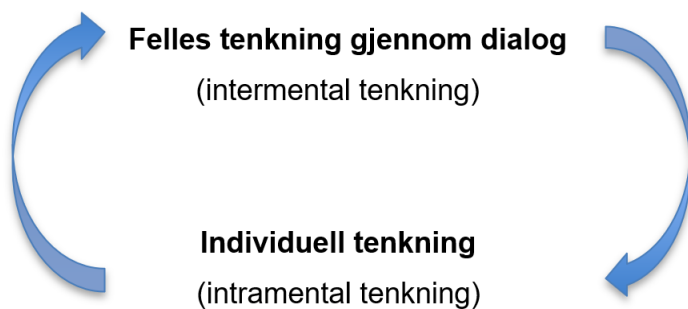
undersøkelseslandskap (Skovsmose, 2003), strategier som kan knyttes til undervisning (Bailin et al., 1999), tenk-par-del (Thorsheim et al., 2016) og modelleringsoppgaver (Kaiser, 2005). Disse strategiene suppleres med ytterligere grep fra Elder og Paul (2008) og Kolstø (2020), som kan tyde på å ha effekt på elevers utvikling av kritiske tenkning. Grepene vi avslutningsvis presenterer handler om å *knytte læringen til faktiske situasjoner, kritisk lesing* og lære elever i hvordan å *vurdere egne ytringer og lytting i klasserommet*.

For at elever skal lære et nytt konsept er det viktig at det knyttes et problem til konseptet slik at de forstår nytten ved å forstå det. Kolstø (2020, s.194) argumenterer for at det må tilrettelegges for at elevene får arbeide med en situasjon fra virkeligheten, som kan virke meningsfull for dem, og at argumenter bør basere seg på reelle data. I tillegg kan en mulighet for å trigge elevenes deltakelse være å legge frem ulike argumenter basert på data, der det også kan stilles spørsmål ved troverdigheten. Når det kan stilles spørsmålsteget ved troverdigheten, kan det bli naturlig for elevene å lage evidensbaserte argumenter og gjennomgå argumentene kritisk. Elder og Paul (2008, s.32) peker på at det er viktig å øve elevene i kritisk lesing, der de arbeider med å lese og forklare momenter de ikke forstår. Lærer går rundt og observerer i hvilken grad de stiller kritiske spørsmål. Når elevene får trening i dette, begynner de å stille spørsmål til seg selv om hva de ikke forstår.

Det er ønskelig at elever bidrar i helklassediskusjoner fordi her forklarer elever, gir eksempler og tolker informasjon. Det finnes ulike strategier for hvordan elever kan vurdere egne ytringer. For eksempel kan elever lære et tema av andre elever. Hvis de sliter med å forklare hva som er tema, kan det bety at de ikke har tema helt klart for seg. Elevene kan få en gruppeoppgave de skal løse. Tanken her er at elevene korrigerer hverandre og på denne måten da også må korrigere seg selv. Læreren kan med jevne mellomrom ansvarliggjøre elever ved at de må stille spørsmål, og formulere det de tenker i undervisning av et tema, eller gi et sammendrag av det som skal læres. En annen strategi kan være at elevene blir bedt om å skrive ned det mest grunnleggende de kunne ha trengt svar på. Lærer kan samle inn og sette elevene i nye grupper som skal prøve å besvare hverandres spørsmål. Det understrekes viktigheten av at lærer roser elever for å stille spørsmål når noe blir sagt som eleven ikke forstår (Elder & Paul, 2008, s.34). Det pekes her på strategier som innebærer dialog, og dette vil vi utdype videre i kapittelet som tar for seg dialog mellom lærer-elev og elev-elev.

2.4 Dialogens rolle i kritisk tenkning

I elevenes utvikling av kritisk tenkning spiller dialogen en sentral rolle. Dette kan være i form av lærer-elev-dialog eller elev-elev-dialog. En vesentlig del av kritisk tenkning er å kunne se problem og løsninger fra ulike perspektiver, og da vil elevenes evne til metakognitiv tenkning være viktig. Metakognitiv tenkning vil si at elevene er bevisste sin egen tenkning. Dette gjelder både å være bevisst sine egne tankestrategier, men også å være overordnet bevisst over at ens antagelser og viten ofte er mangelfull, som jo er en vesentlig del av kritisk tenkning. Vi argumenterer derfor for at i læring av kritisk tenkning, må den metakognitive tenkningen trenes opp. En arbeidsmetode kan da være samarbeid og dialog. Tanken bak dette, er at dialogen mellom flere individer kan ses på som en felles tenkning rundt en idé. Ved bruk av språket vil det komme nye ideer og innfallsvinkler som kanskje ikke oppstår ved individuelt arbeid. Dette er hva Vygotsky kaller *intermental thinking* - at flere individer tenker sammen for å øke antall perspektiver og ideer en blir eksponert for. Som ved alle typer evner vil graden av elevens metakognitive tenkning variere fra individ til individ. I tråd med Vygotsky sin sosiokulturelle teori (1978) tror vi at elevene gjennom deling av perspektiver og meninger, *intermental tenkning*, kan oppnå økt læring gjennom det Vygotsky kaller *intramental tenkning*, eller internalisering. Dette vil si at løsningsstrategier, tanker og ideer en tidligere har erfart gjennom samarbeid med andre, vil manifestere seg i enkeltelevens egen, individuelle tenkning.



Figur 3 - Visuell beskrivelse av elevers overgang fra intermental til intramental tenkning, etter Vygotsky (1978).

2.4.1 Undersøkende matematikkundervisning gjennom dialog

Flere som har forsket på klasseromssamtaler (Kolstø, 2018; Nystrand & Gamoran, 1997; Mortimer & Scott, 2003) henviser til Bakhtin (1981) sine teorier om dialogisme og at ideer er *flerstemmige* (Dysthe, 2001, s. 109), fordi de blir påvirket av både avsender og lytterens perspektiver. Hvert individ i en dialog har ulike perspektiver, forståelse og tolkninger av hva som blir ytret. I praksis betyr dette at all kommunikasjon er dialogisk av natur ifølge Bakhtin, da den er “overfylt” med andres intensjoner:

Language is not a neutral medium that passes freely and easily into the private property of the speaker's intentions; it is populated— overpopulated— with the intentions of others. Expropriating it, forcing it to submit to one's own intentions and accents, is a difficult and complicated process.

(Bakhtin, 1981, s 294)

Nystrand og Gamoran (1997), som har blitt inspirert av Bakhtin sine ideer om flerstemmighet, peker på viktigheten av at lærer stiller *autentiske* spørsmål. Dette er åpne spørsmål som ikke har et forhåndssvar læreren ønsker. Læreren inviterer derimot elevene til å respondere med sine egne tanker, ideer og tolkninger. Bakhtin skriver at det i enhver dialog er gjennom responsen at forståelse kommer til liv, og at samtalen blir levende. Uten en mottakers respons blir det ingen felles forståelse, og omvendt. “In the actual life of speech, every concrete act of understanding is active [...] Understanding comes to fruition only in the response. Understanding and response are dialectically merged and mutually condition each other, one is impossible without the other.” (Bakhtin, 1981, s. 282). Dette bunner i det Bakhtin (1981) kaller interanimering (Interanimation); når flere individer sammen utforsker en idé. En samtale hvor læreren legger seg på elevenes nivå og utforsker en problemstilling sammen vil ha en høy grad av interanimering, mens det i en tradisjonell forelesning vil være en lav grad av interanimering mellom lærer og elev. En lytter altså aktivt etter hva den andre sier, responderer og prøver i fellesskap å skape en felles, høyere forståelse. Samtaler med en høy grad av interanimering vil altså inneha kvaliteter som ligner det man kaller utforskende samtaler (Alrø & Skovsmose, 2006; Dawes et al., 2000; Mortimer & Scott, 2003).

Fra et klasseromsperspektiv vil dette si at læreren legger samtalen på elevenes nivå, og utforsker ideer i fellesskap med elevene, uten et klart mål for hvilke konklusjoner en skal ende opp med. Som Mortimer og Scott (2003, s. 34-36) forklarer, er det fullt mulig å holde en

diskusjon med mange responser fra elevene, hvor det er lærerens idé som er det eneste rette. Da har en ikke fått innsikt i elevenes egne ideer og tanker. Dette er også i tråd med Mercer og Littleton (2007), som sier at dialog ikke er nok i seg selv for å oppnå læringseffekt. Den må i tillegg inneha visse kvaliteter som gjør at tanker og ideer blir delt og hørt. En samtale slik Mortimer og Scott beskriver, kan være en dialog, men vil ikke være dialogisk. De deler lærer-elev-dialoger inn i en matrise bestående av 4 ulike kjennetegn. Disse består av *interaktiv* og *ikke-interaktiv* dialog, og *dialogisk* og *autoritativ* dialog. Interaktiv betyr i denne sammenheng hvorvidt det foregår en samtale mellom flere individer. På den andre siden vil det i en ikke-interaktiv dialog bare være læreren som prater. Dialogiske samtaler vil si at læreren sammen med elevene utforsker ideer, mens det i en autoritativ dialog er læreren som leder elevene mot en bestemt konklusjon. I figuren under ser vi matrisen som viser de 4 ulike samtaletypene:

	INTERACTIVE	NON-INTERACTIVE
DIALOGIC	A Interactive/ dialogic	B Non-interactive/ dialogic
AUTHORITATIVE	C Interactive/ authoritative	D Non-interactive/ authoritative

Figur 4 - Matrise som beskriver ulike typer dialoger i klasserommet (Mortimer & Scott, 2003, s. 35).

Gjennom en interaktiv/dialogisk samtale, vil læreren legge seg på elevenes nivå og sammen forsøke å skape ny mening med elevene. Interaktiv/autoritativ er typiske samtaler hvor elevene responderer på det elevene sier, men den er ikke nødvendigvis dialogisk. Her vil læreren gjennom en serie spørsmål lede elevene mot et spesifikt synspunkt eller faktum. Det er altså lærerens idé som kommer frem - uriktige ideer blir neglisjert og lærer prøver å lede elevene videre mot den ideen han ønsker å få frem. Forskjellen mellom en interaktiv/dialogisk og en interaktiv/autoritativ samtale, vil altså være at førstnevnte har en høyere grad av interanimering, og dermed vil være mer utforskende av natur. I en ikke-interaktiv/dialogisk samtale, derimot, vil samtalekvalitetene være dialogiske, men læreren gjør dette gjennom en monolog. Læreren påpeker altså forskjellige perspektiv og ideer, uten å involvere elevene direkte. Til sist vil ikke-interaktiv/autoritative samtaler være den klassiske foreleser-undervisningen, hvor lærer forklarer et tema uten involvering av elevene. Mortimer og Scott (2003, s. 39) poengterer at en som lærer ikke skal neglisjere noen av de fire metodene. De kan alle være nyttige i passende situasjoner. Kunsten ligger i å finne balansen mellom elevmedvirkning, utforskning og å formidle temaet en skal presentere.

2.4.2 Elev-elev-dialog

Dialog er ikke nødvendigvis læringsfremmende i seg selv, da den ikke er intramental, interanimerende eller utforskende hvis deltakerne kun er fokusert på sine egne meninger og synspunkter. I elevdiskusjoner er det naturlig at den faglige praten periodevis uteblir til fordel for mer triviell prat. Noen ganger kan praten være faglig, selv om elevene ikke bygger på hverandres kunnskap. En slik dialog kan sies å inneha karakteristikken til en monolog. Det er ikke dermed sagt at en monolog ikke kan ha en læringseffekt. Man må sette ord på kunnskapen som er opparbeidet og argumentere for hvorfor dette er riktig. Svakheten ved dette er likevel at man ikke i samme grad får utfordret de argumentene og synspunktene man kommer med, og da heller ikke har samme behov for å forsvare dem. Elevdialogen deles inn i tre arketyper: *Konfliktfylt* samtale (Disputational), *kumulativ* samtale (Cumulative) og *utforskende* samtale (Exploratory) (Neil Mercer, 2019, s. 165).

En *konfliktfylt* elevdialog kjennetegnes ved at det er uenigheter og lite samarbeid. Det blir lite konstruktiv kritikk og forslag til forbedringer. I slike samtaler blir det et konkurransepreg over meningsutvekslingen, og svarene er ofte korte *Ja, det er det*, eller *Nei, det er det ikke*. Det er mindre fokus på å lytte til hva andre sier, og dermed blir ikke ideene som kommer frem spilt videre på. I den *kumulative* samtalen vil det derimot være mer enighet og samarbeid, hvor elevene ukritisk bygger opp kunnskap på innspillene de kommer med. Elevene reproducerer og utvider ideene, men dette gjøres altså uten utstrakt vurdering av ideene. Som problemstillingen vår indikerer, er det nettopp det å kritisk vurdere informasjon vi ønsker at elevene skal forbedre. I de *utforskende* samtalene vil alle elevene:

- *“Dele relevant informasjon.*
- *Aktivt bli oppfordret til å delta i diskusjonen.*
- *Være aktive lyttere.*
- *Vurdere forslagene som blir lagt frem.*
- *Begrunne meninger og ideer.*
- *Konstruktivt legge frem innsigelser, hvor det forventes at disse blir besvart.*
- *Jobbe mot en felles enighet*
- *Ha fokus på at beslutninger blir tatt av gruppen og ikke av enkeltindivider.”*

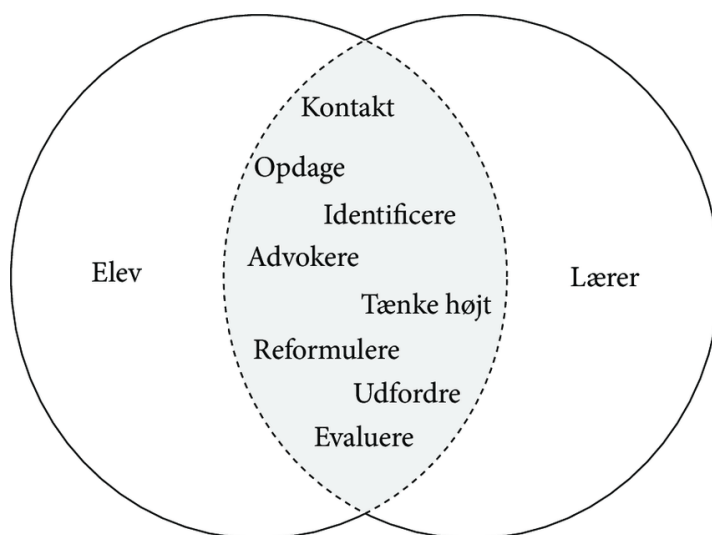
(Dawes et al., 2000)

Som Mercer (2019) videre påpeker, er inndelingen av arketyperne ikke et rammeverk for å systematisk analysere data, ved bruk av for eksempel et kodeskjema, men snarere en typologi som enkelt kan beskrive ulike typer elevdialoger. Han mener at typologien kan best utnyttes som et heuristisk verktøy for å umiddelbart gjenkjenne om de “a) samarbeider eller konkurrerer, og b) engasjerer seg i kritisk refleksjon eller felles aksept av ideer.” (Mercer, 2019, s. 166, *egen oversettelse*). Med andre ord jobber elevene i samarbeid for å oppnå høyere forståelse. Mercer trekker derfor i sin definisjon av utforskende samtaler klare linjer til Vygotsky sine ideer om sammenhengen mellom intermental til intramental tenkning. I tillegg til Bakhtin (1981) sine tanker om dialogiske samtaler og interanimering. Mercer foreslår, sett i lys av sosiokulturell læringsteori, tre ulike forklaringer på hvorfor gruppearbeid gjennom samarbeid og dialog kan bidra til økt læringsutbytte. Ved *tilegnelse* (Appropriation) kan elever lære løsningsstrategier og forklaringer fra andre elever. Her blir språket imidlertid bare brukt som et medierende verktøy for å overføre kunnskap. I *samkonstruksjon* (Co-construction) vil elevene i fellesskap konstruere kunnskap de ikke hadde klart på egenhånd. Altså vil elevenes ulike løsningsstrategier og ideer komplementere hverandre på en måte som gjør at de lærer ting de ikke ville lært om de jobbet på egenhånd. Til sist snakker han om *forvandling* (Transformation), som innebærer en omdanning av elevenes tankesett. Hvis elevene blir påkrevd å resonnerer, lytte, argumentere og kritisk reflektere i gruppesamtaler, kan elevene selv utvikle disse egenskapene og overføre dem til “intramental dialog” (Mercer, 2019, s. 290-291).

Alle disse forklaringene gir mening fra et sosiokulturelt standpunkt. Elevene får gjennom samarbeid og bruk av språket tilegnet seg mer kunnskap. Den ene vil ikke ekskludere de andre, men det er samtidig noen vesentlige forskjeller. Gjennom *tilegnelse* vil elevene bare oppnå kunnskap fordi en medelev sier noe de ikke vet fra før. Dette kan like gjerne skje ved hjelp av læringsbok, læreren eller digitale verktøy. Altså vil dette ha vært nyttig i form av variasjon - at de får mulighet til å lære stoff på ulike måter. Ved *samkonstruksjon* og *forvandling* vil de derimot oppnå resultater og kunnskap de ikke ville oppnådd uten hjelp fra andre. Særlig forvandlingsdimensjonen er interessant for denne oppgaven, da vi nettopp ønsker å fremme elevenes kritiske tenkning. Det gir mening at man gjennom utforskende samtaler eksponeres for ulike måter å vurdere ny informasjon på, og at dette kan føre til at man utvider sitt eget repertoar for indre dialog.

2.4.3 Lærer-elev-dialog

Mercer legger frem ulike grep lærer kan ta i bruk for å legge til rette for konstruktive elevdialoger. En sentral del i arbeidet med dette er at læreren modellerer og understreker samtaleteknikker i klassesamtaler. Hva kjennetegner gode lærer-elev-dialoger, og hvilke metoder kan man bruke for å modellere disse? Alrø og Skovsmose (2006) fremmer, i likhet med Mercer, den undersøkende/utforskende samtalen, eller mer spesifikt matematikksamtalet. De definerer dialog som en samtale med fire kvaliteter; nemlig at den skal være et *ledd i en undersøkelse, være risikovillig, uforutsigbar og basert på likeverd* (Alrø & Skovsmose, 2006, s. 112). Ut fra dette har de utviklet IC-modellen (Inquiry Cooperation Model) med åtte dialogiske talehandlinger, som vist i figuren under:



Figur 5 - Undersøgende samarbejde i matematikundervisningen: utvikling av IC-Modellen. Alrø, H., & Skovsmose, O. (2006). *I Kunne det tænkes?: om matematiklæring* (s. 112). Malling Beck.

Selv om Venn-diagrammet viser forholdet mellom elev og lærer, må det poengteres at disse dialogiske talehandlingene like gjerne kan være mellom elev og elev. I beskrivelsen av disse åtte punktene skal vi se på ulike samtaleteknikker læreren kan modellere for elevene (Alrø & Skovsmose, 2006, s. 116-123). Å *kontakte* vil si, naturlig nok, å komme i kontakt med elevene. Dette kan være i form av etablering, opprettholdelse eller gjenetablering av kontakten. Læreren skal legge samtalen på elevenes nivå, finne ut hvor de er i tankeprosessen og, i samarbeid med elevene, diskutere valgene videre. Læreren tar med andre ord en interaktiv/dialogisk tilnærming i kommunikasjonen med elevene. Det neste punktet, å *oppdage*, innebærer å stille undersøkende spørsmål for “(...) å uttrykke og synliggjøre perspektiver på samtals overflate” og “(...) å utforske og prøve ut muligheter” (2006, s.

118). En stiller hypotetiske, “hva-nå-hvis”-spørsmål, med en åpen og undrende holdning for å lede elevene inn mot nye oppdagelser. Som vi tidligere har beskrevet, vil dette være et viktig element i utviklingen av elevenes kritiske indre dialog: Å problematisere sine egne forslag og antagelser, for så å undersøke om hypotesen deres holder vann.

Når denne utforskningen så er satt i gang fra elevene, kan læreren *identifisere* faglig innhold ved å stille åpne og undrende hvorfor-spørsmål for å “utkrystallisere matematiske ideer” (2006, s. 119). Det kan tenkes at flere elever kan ha problemer med å identifisere de matematiske implikasjonene modellene deres viser. Lærer sin identifisering av matematiske ideer kan altså være relevant, for at elevene skal bli bevisstgjort disse implikasjonene. Man kan også argumentere for at problemstillingene som blir gitt i ARGUMENT; søvnmengde, klimaendringer, kosthold m.m, er allerede identifiserte problemer i en bredere forstand, da disse er åpne spørsmål, som rommer en mengde matematiske vurderinger. Den neste dialogiske talehandlingen er å *advokere*. Dette vil si at man legger frem et synspunkt, forslag eller en idé man vil utforske i fellesskap. Man innbyr til en kollektiv refleksjon rundt et tema, uten å ta et definitivt standpunkt selv - altså innebærer det å ha en åpen holdning for at man kan ta feil, og være bevisst at andre kan bidra med konstruktive perspektiver. “Å *tenke høyt* vil si å uttrykke sine tanker, ideer og følelser, mens man er i gang med å undersøke” (2006, s. 121). Ved å sette ord på tankene, kan de andre deltakerne i dialogen ta del i dem og bygge videre på disse. Ved å *reformulere* vil man gjenta det eleven sier. Det kan være flere grunner til at dette kan være nyttig. Man kan parafasere, for eksempel for å rette fokus mot noen viktige ideer eleven er inne på. Det kan også brukes for å sjekke at man har forstått det eleven sier riktig. I tillegg kan det ha en bekreftende effekt for å holde på kontakten. Når en lærer *utfordrer* elevene, prøver han “å stille spørsmålsteget ved allerede oppnådde erkjennelser og fastlåste forståelser” (2006, s. 122). Igjen innebærer det et hypotetisk spørsmål, men denne gangen vil en gjerne utfordre elevenes svar for å lede dem på riktig vei. Her bruker altså læreren en mer autoritativ/interaktiv tilnærming til dialogen. Den siste dialogiske talehandlingen, *evaluering*, taler for seg. Den innebærer å gi elevene tilbakemeldinger på det de har gjort. Når flere av disse dialogiske talehandlingene inntreffer, definerer Alrø og Skovsmose (2006) at undervisningen er dialogisk.

3. Metode

Her fremgår det en beskrivelse av valgt forskningsmetode for å besvare problemstillingen vår: *Hvilke grep kan lærer ta for å fremme elevenes kritiske tenkning i matematikk*. Sentralt for studien er ARGUMENT, hvor vi har fått tilgang til en stor mengde datamateriale fra klasseromsforskning. Datamaterialet vi har fått tilgang til består av video- og lydopptak av gruppe- og helklassesamtaler, i tillegg til individuelle elevtekster knyttet til undervisningsopplegget som vi har analysert i denne studien. Etter denne beskrivelsen, diskuterer vi oppgavens kvalitet etter prinsippene om validitet, reliabilitet og generaliserbarhet. Vi har fått tilgang til datamateriale av ARGUMENT og ikke fysisk vært til stede under datainnsamlingen, og vi belyser de etiske betraktningene omkring dette. Et kjennetegn ved vårt valg av metode er at det har vært en kontinuerlig prosess, fordi datamaterialet var tilgjengelig før valg av metode. Etter hvert som vi har gått gjennom datamaterialet, har forskningsspørsmål blitt spisset, metodevalg endret og ulike analysemodeller blitt vurdert. Vi endte opp med en todelt analyse. I den første delen av analysen ønsker vi å undersøke elevenes modellering, og hvordan lærer tilrettelegger for dette, mens vi i den andre delen går inn i elevenes dialog for å få et innblikk i elevenes samtaler, argumentasjon og tenkning.

Prosjektleder for ARGUMENT har gitt oss tilgang til datamateriale fra to 9. klasser, som har jobbet med søvn som tema over 15 undervisningstimer. Datamaterialet inneholder videoopptak fra lærer som foreleser, holder helklassesamtaler og av at elevene gruppevis presenterer sine ferdige produkter. Elevers gruppediskusjoner er også inkludert i datamaterialet. Elevene skulle skrive en individuell argumenterende tekst på slutten av undervisningsløpet. Den individuelle argumenterende teksten tar for seg elevgruppens problemstilling knyttet til tema søvn, og elevene får mulighet til å se egen forskning opp mot andres forskning, og kritisk vurdere resultatene en kommer frem til. Her har vi mulighet til å se på elevenes argumentasjon, kritiske tenkning og hvordan de begrunner sine argumenter. Ved at vi ser både på helklassesamtaler, gruppediskusjoner, elevers skriftlige produkter og lærer som foreleser, mener vi at vi har et godt grunnlag til å identifisere lærers grep, og se på mulige virkninger disse har. For å få et så helhetlig inntrykk som mulig, ser vi på alle disse elementene i analysen vår.

3.1 Kvalitativ metode

Før vi valgte metode, diskuterte vi om vi ønsket å bruke enten kvantitativ eller kvalitativ metode. I denne studien får vi informasjon fra flere ulike hold, og vi ønsker en stor grad av frihet for å besvare problemstillingen. Ifølge Christoffersen og Johannessen (2012, s. 17) er et kjennetegn på kvantitative metoder at de er lite fleksible, ved at en for eksempel i spørreundersøkelser blir stilt de nøyaktig samme spørsmålene. Derimot er kvalitative metoder mer fleksible, der det er større frihet mellom forsker og informanter. I og med at datamaterialet allerede eksisterte, var det naturlig for oss å velge en metode som gir oss så mye informasjon som mulig. Dermed valgte vi å bruke en kvalitativ tilnærming. Men som vi kommer inn på senere, har vi også lagt inn kvantitative elementer i tilnærmingen vår.

Vi trenger fleksibilitet til å kunne analysere hvilke grep lærer i studien tar, og hvordan dette kan påvirke elevens utvikling av kritisk tenkning. Fleksibiliteten trengs ettersom datamaterialet stammer fra ulike kilder som video, lydopptak og skriftlig elevarbeid. I følge Postholm (2005, s. 17) retter en kvalitativ metode fokus mot å forstå deltakerne, i en naturlig kontekst. I vårt tilfelle er den naturlige konteksten klasserommet, der det foregår elevmedvirkning under lærers ledelse. Forskerblikket i denne oppgaven er rettet mot det konstruktivistiske paradigmet. Postholm (2005, s. 21) beskriver dette paradigmet ved at individet er aktivt, handlende og ansvarlig. Kunnskap innenfor dette paradigmet blir skapt gjennom menneskemøter i sosial samhandling (Postholm, 2005, s. 21). Ettersom vi deler dette kunnskapssynet påvirker det vårt valg av metode, og hvordan vi kvalitativt analyserer datamaterialet. En kan argumentere for at denne metoden baserer seg på induktiv og deduktiv metode. Ifølge Christoffersen og Johannessen (2012, s. 27) kan induktiv metode kjennetegnes ved at en går fra empiri til teori. Empiri er blitt samlet inn av forskerne av ARGUMENT, og vi som forskere i denne studien har sett på de grepene lærer tar for å fremme elevens kritiske tenkning. Funnene vi identifiserer diskuterer vi opp mot eksisterende matematikdidaktisk forskning, og på denne måten går vi fra empiri til teori. Samtidig kan en argumentere for at forskningen er deduktiv. Christoffersen og Johannessen (2012, s. 27) beskriver deduktiv forskning ved at en går fra teori til empiri. Teorien i ARGUMENT baserer seg blant annet på kritisk tenkning, matematisk modellering og didaktiske strategier som tenk-par-del. I tillegg har elevene elevmedvirkning, frihet og autonomi under lærers ledelse. Dette var vi kjent med før vi undersøkte empiri fra datamaterialet. På bakgrunn av dette kan en si at forskningen både er induktiv og deduktiv.

3.1.1 Kasusstudie

Kasusstudier kan ifølge Postholm (2005, s. 51) fungere på ulike måter. Slike studier kan være beskrivende, men også beskrivende og tolkende. Samtidig kan de være beskrivende, tolkende og vurderende. I vurderende studier blir forskerens syn løftet frem i lys av teori. Vår studie kan kjennetegnes ved at den er beskrivende, tolkende og vurderende. Gjennom studien beskriver vi og tolker de grepene lærer tar som skal tilrettelegge for elevers kritiske tenkning. Vi beskriver lærers handlinger, men vurderer og tolker også elevenes arbeid for å si noe om effekten av de grepene lærer tar. En måte vi vurderer elevers kritiske tenkning er å se på elevers bruk av indikatorord, og vi vurderer hvilken virkning grep har for elevers kritiske tenkning. Postholm (2005, s. 50) skriver at kasusstudier gir inngående og utfyllende beskrivelse av det som er studert i sin kontekst, og det er hensikten også i denne studien. Kasusstudier har ingen bestemt fremgangsmåte for datainnsamling, og forskeren kan hente informasjon fra ulike informasjonskilder (Postholm, 2005, s. 53). I denne studien består datamaterialet som kjent fra flere ulike informasjonskilder som videoopptak og skriftlig elevarbeid. En fordel med å ha flere informasjonskilder slik vi ser det, er at vi har identifisert lærers handlinger gjennom læringsløpet og undersøkt elevenes avsluttende arbeid gjennom de individuelle argumenterende tekstene som markerer undervisningsløpets avslutning.

3.1.2 Metodetriangulering

Postholm og Jacobsen (2018, s. 236) skriver at triangulering kan forklares ved at man benytter flere forskere, forskningsdesign, datakilder og datainnsamlingsmetoder. De hevder også at dette er med på å styrke studiens pålitelighet og gyldighet. I denne studien bruker vi triangulering for det første ved at vi er to forskere, som ser og legger merke til ulike ting i et stort datamateriale. For å få en oversikt over datamaterialet, har vi kvantifisert indikatorord, og forklarer sammenhengen gjennom kvalitative metoder. Datamaterialet består av videoopptak av helklassesituasjoner, lydopptak av gruppearbeid og skriftlige innleveringer for å svare på problemstillingen vår. Det er på denne måten vi mener vi har best grunnlag for å kunne drøfte hvordan lærer kan tilrettelegge for elevers kritiske tenkning, som er en nokså kompleks problemstilling. På denne måten posisjonerer vi oss likt med Postholm og Jacobsen (2018, s. 237), der det går frem at triangulering har som hensikt å beskrive virkeligheten fra flere ulike vinkler for å få et mer sammensatt bilde av en kompleks virkelighet.

3.1.3 Datainnsamling

Datamaterialet vi tar utgangspunkt i stammer fra ARGUMENT, og er samlet inn fra klasseromsundervisning i ungdomsskoler knyttet til dette prosjektet. Prosjektet har et vidt spekter av temaer knyttet til elevers læring av argumentasjon og kritisk tenkning. En avgrensning vi har gjort i denne studien har vært å kun fokusere på datamaterialet som tar for seg søvn. I tillegg har vi valgt å fokusere på elevgruppene som fikk gjennomført spørreundersøkelse, og som representerte datamaterialet grafisk, siden vi på denne måten har mer informasjon om modelleringsprosessen. Elevene blir, i undervisningsopplegget som danner grunnlag for datamaterialet, trent til å lage hypoteser i grupper. Lærer ber elevene sette opp argumenter som taler både for og i mot hypotesen de kommer opp med. Elevene må presentere og forsvare sin hypotese for resten av klassen. Lærer inviterer ofte til helklassesamtaler, og slike samtaler finner vi blant annet gjennom tenk-par-del. Her stiller lærer gjerne kritiske spørsmål som elevene blir nødt til å ta til ettertanke. Elevene får autonomi i hvordan de skal finne ut av problemstillingen sin. Mange velger å lage en spørreundersøkelse der forskningsspørsmålet blir testet ut gjennom elevbesvarelser og lærerbesvarelser. Metodevalget elevene foretar seg er noe av det som blir diskutert i helklassesamtalene.

Videre analyserer elevene datamaterialet, og lager fremstillinger som skal vises for resten av klassen. Modellene som blir presentert for klassen er som regel stolpe- eller sektordiagrammer. Gjennom presentasjon av elevenes funn knyttet til problemstillingen, forklarer elevene modellen, og bruker dette til å argumentere for sine synspunkter. Etter elevenes presentasjon åpner lærer opp for at resten av klassen og elevene får stille spørsmål knyttet til forskningsspørsmålet. Dette ser vi i sammenheng med Blomhøj & Artigue (2013), der det beskrives at matematisk modellering muliggjør at en på systematisk vis kan arbeide med matematikk i en problembasert situasjon, og at en bygger bro mellom matematikk og dagligliv. Samtidig ser vi at selvbestemmelse, elevmedvirkning og autonomi går igjen i prosjektet, og kan være noe av forklaringen til at elever velger å ikke bruke matematisk modellering som metode for å besvare problemstillingen, men heller bruker video eller podcast til å diskutere en problemstilling knyttet til søvn.

3.1.4 Utvalg av data

I det utvalgte datamaterialet har vi i analysen av elevenes modelleringsprosess plukket ut informanter som har presentert grafiske fremstillinger knyttet til påstanden elevene har utarbeidet. I tillegg har vi gjort et utvalg av samtaler der elevene samtaler om modelleringsprosessen. På denne måten har vi knyttet analysen og resultatet til den matematikdidaktiske teorien. Den utvalgsstrategien vi har ført ville Miles og Huberman 1984; Patton 1990 gjengitt i (Christoffersen og Johannessen 2012, s. 49) kunne beskrevet som at en velger informanter eller tilfeller som er rike på informasjon. I denne studien er de valgt fordi vi kan knytte det til det matematikdidaktiske feltet.

I den andre delen av analysen, hvor vi ser på elevenes dialog, prøver vi først å gå kvalitativt inn i elevtekstene for å identifisere hvilke indiktorord som blir brukt. Dette gjorde vi fordi vi så at vi ikke kunne bruke en direkte oversettelse fra Mercer og Littleton (2007) sine engelske indiktorord. Etter å ha identifisert disse, kvantifiserte vi antall indiktorord i hver elevtekst for å se om vi fant noen interessante forskjeller. Etter å ha funnet to grupper, hvor en gruppe hadde jevn forekomst av indiktorord, mens den andre hadde ujevn forekomst av indiktorord, bestemte vi oss for å gå inn i disse gruppene og lytte til samtale deres. Deler av disse samtale er transkribert og analysert for å se på hva som kjennetegner de ulike gruppens dialoger. På denne måten kunne vi forsøke å finne forskjeller i elevenes samtaleteknikker.

3.2 Undervisningsopplegget

Elevene arbeider med forskjellige læringsaktiviteter i dette undervisningsopplegget. De har en egen søvndagbok der elevene har oversikt over egen søvn gjennom en periode. I tillegg formulerer de gjennom gruppe- og helklassesamtaler påstander om søvn som begrunnes. Klasseromsundervisningen legger opp til at elevene får arbeide med argumenter, både for og i mot. Gruppevis blir elevene enige om en problemstilling som videre kan utforskes. De blir enige om fornuftig metode som kan besvare problemstillingen. Lærer vi møter i datamaterialet oppfordrer elevene til å lage egne spørreundersøkelser, og dette bruker elevene flittig. Elevenes metode diskuteres av lærer og elevene. Noe av det som diskuteres knyttet til metode omhandler blant annet hvor mange informanter som er ideelt for at spørreundersøkelsen skal være gyldig. I forlengelsen av dette arbeider elevene med regneark som kan hjelpe i utarbeidelse og tolkning av undersøkelse. Elevene utarbeider en undersøkelse, gjennomfører denne og tolker data. I etterkant av dette lager elevene en presentasjon som de viser til resten av klassen. Her åpner lærer også opp for spørsmål knyttet til presentasjonen, og arbeidet de har gjort knyttet til prosjektet. Avslutningsvis utarbeider elevene en skriftlig, individuell tekst der de argumenterer for sitt syn på problemstillingen. Elevene bruker modeller og undersøkelser til å styrke sine argumenter, men samtidig er det en del elever som ikke viser til modeller og egne undersøkelser gjennom det individuelle skriftlige arbeidet.

Tabell 3.1 – Oversikt over undervisningsopplegg (Klasse 2)

Time	Læringsaktivitet	Organisering
1	Gjennomgang av søvndagbok Påstander om søvn	Helklasse Gruppearbeid
2	Produkt og påstander om søvn	Helklasse
3	Søvndagbok utfordringer	Helklasse
4	Grupper presenterer sin undersøkelse	Elever presenterer for hele klassen gruppevis
5	Legge inn tall i regneark Elevene bruker regneark	Helklasse Individuelt arbeid
6	Elevene legger inn data i regneark	Gruppearbeid
7	Elevene fortsetter på arbeidet fra forrige time.	Gruppearbeid
8	Snakker om argument Oppsummering for og motargument Oppsummering skriverammer	Helklasse/gruppearbeid
9	Oppsummering etter gruppedebatt	Helklasse
10	Intro arbeide med spørreundersøkelse	Gruppearbeid
11	Diskusjon om metode og utvalg	Helklasse og gruppearbeid
12	Lærer følger opp elevene gjennom gruppearbeidet.	Helklasse
13	Elevene arbeider med argumenterende tekst. Lærer oppfordrer til å bruke matematikk	Helklasse og individuelt
14	Beskjeder og elevspørsmål knyttet til presentasjon	Gruppearbeid
15	Snakker om presentasjon	Helklasse
16	Presentasjoner	Elevgruppene presenterer for resten av klasse

3.3 Videoanalyse og transkripsjon

I arbeidet med å undersøke hvilke grep lærer kan ta for å fremme elevers kritiske tenkning, har vi brukt det tilgjengelige datamaterialet som har blitt samlet inn i klasserommene. Vi har derfor brukt visuelle metoder under forskningsarbeidet. Thagaard beskriver visuelle metoder som fremgangsmåter der en fotograferer eller bruker video under feltarbeid. Rose (2012, s. 10-11) gjengitt i (Thagaard 2018, s. 139) skriver at det er noen fordeler ved å bruke visuelle metoder. Blant annet kan vi analysere det vi ser. I tillegg gir det en beskrivelse på hvordan informantene samhandler. I denne studien brukes videoopptak, lydopptak og skriftlige arbeid. Vi mener at informasjonskildene komplementerer hverandre, og at videoopptak spiller en viktig rolle, nettopp fordi vi kan analysere hvordan elevene og lærer samhandler med hverandre gjennom arbeidet. Christoffersen og Johannessen (2012, s. 63) presiserer at forskningsstedet er viktig, og man må finne en setting som har forutsetninger for å svare på problemstillingen. I ARGUMENT benyttes videoopptak av klasserom, og dette egner seg bra til å besvare vår problemstilling.

Datamaterialet vårt består av 15 undervisningstimer fra hver av de to klassene. Fra hver time får vi se lærers introduksjon til tema for dagen, i tillegg til gjennomgang av fag, helklassediskusjoner og elevenes ferdige presentasjoner. Lydopptakere har blitt lagt ut hver time ved to til tre bordgrupper, slik at vi har fått høre gruppenes samtaler. Disse lydopptakene kan være avgrenset til tiden de prater rundt et spesifikt tema, som for eksempel å finne argumenter for og imot påstandene de har laget, men noen av opptakene er av hele undervisningstimer hvor elevene arbeider med oppgaver.

På grunn av omfanget av datamaterialet, så vi det først nødvendig å danne oss et oversiktsbilde over hele undervisningsløpet. Vi tok for oss en klasse hver på, hvor vi så og hørte gjennom alle video- og lydopptak. Underveis noterte vi ned alle øyeblikk vi fant interessante for vårt prosjekt. Kriteriene våre var matematiske eller faglige samtaler, forskningsmetode og den kritiske vurderingen rundt dette, begrepsavklaringer, modelleringsprosess og didaktiske grep lærer tok. Etter å ha dannet oss et oversiktsbilde og notert ned viktige momenter, kunne vi gå dypere inn i samtalene som fant sted. I analysen vår har vi derfor et utvalg transkripsjoner som vi fant hensiktsmessige. Navn på lærere og elever er anonymiserte, og vi har brukt følgende koder i transkripsjonene:

L eller E(G/J) Henholdsvis lærer eller elev (gutt eller jente) som prater.

[] Kommentarer eller avklaringer av noe vi observerer i video- eller lydopptak.

... Ikke mulig å høre hva som blir sagt.

- Lengre pause.

[...] Flere snakker i munnen på hverandre.

3.4 Etske betraktninger

Elever blir filmet i helklassesituasjoner og når de presenterer arbeidet sitt for resten av klassen. I tillegg blir elevsamtaler spilt inn over lydopptak, og elevenes navngitte, skriftlige arbeid blir samlet inn. Det er tydelig at dette fører med seg viktige etiske betraktninger. Thagaard (2018, s. 22) presenterer fire etiske retningslinjer. Disse er sammenfattet gjennom *informert samtykke, konfidensialitet og konsekvenser ved å delta i forskningsobjekter*. Hun beskriver at fundamentet for et forskningsprosjekt er at forskeren har deltakernes informerte samtykke. Informert samtykke er viktig fordi den skal respektere individets styring over eget liv, og at informantene har kontroll på delte opplysninger som omhandler dem selv. Et annet poeng Thagaard trekker frem, er at forskerne ikke på forhånd kan fortelle hva resultatene av forskningen vil bli, og derfor kan en ikke gi en helt nøyaktig beskrivelse av hva deltakelse i prosjektet vil bety. Informantene i et forskningsprosjekt vet ikke hvordan forskerne vil analysere og tolke dataene (Thagaard, 2018, s. 22). De to klassene ved 9.trinn, som vi tar utgangspunkt i, i denne oppgaven, vet ikke hvordan vi vil analysere våre funn, og dette er noe vi må være bevisst på fra start til slutt. I ARGUMENT har alle involverte lærere og elever levert samtykke. Ved at vi har blitt tatt opp i ARGUMENT-prosjektet, har vi fått tilgang til data som allerede har blitt godkjent av NSD.

Det andre grunnprinsippet for etiske retningslinjer Thagaard (2018, s. 24) tar for seg er konfidensialitet. Her må forskerne behandle data på en slik måte at identiteten til informantene ikke blir delt. Personlige opplysninger skal skjules, og selve publiseringen av datamaterialet skal være anonymisert. Et eksempel på hvordan en kan sikre konfidensialitet under forskningsarbeidet er å bruke kodennummer når en skriver transkripsjoner (Thagaard, 2018, s. 24). I denne studien har vi brukt betegnelsene lærer, elev 1, elev 2 osv. for å bevare informantenes konfidensialitet. Det skal også nevnes at “elev 1” ikke er samme person i alle transkripsjoner, men bare er navngitt slik for å kunne skille mellom hvem som prater.

Thagaard forklarer hvilke konsekvenser forskningen kan ha for deltakerne. Et eksempel er at informantene kan gjøre seg kjent med resultatene, og kjenne igjen egne sitater, sett i en analytisk og teoretisk sammenheng. Hvis informasjonen i forskningen bryter med informantens forståelse kan dette være problematisk (Thagaard, 2018 s. 26). Det er viktig at vi er bevisst på hvordan vi omtaler lærer og presenterer funn i studien, slik at det ikke får uheldige konsekvenser for lærer.

3.5 Rammeverk for analyse

For å besvare problemstillingen, analyserer vi lærerens praksis, elevenes arbeid og deres kompetanser. Dette er en vanlig tilnærming i ARGUMENT, der en ikke forsker eksplisitt på fagdidaktisk kompetanse til lærer, men vurderer den gjennom beskrivelse av klasseromspraksis og elevens utvikling av arbeidsmåter og resulterende kompetanser (Argument, 2021, s. 4).

Lærergrepene vi har identifisert i analysen, illustrerer grep lærer kan ta for å tilrettelegge for elevers utvikling av kritisk tenkning. Fremgangsmåten vi har brukt når vi har analysert funn knyttet til modelleringsprosessen er at vi har tatt utgangspunkt i fem hovedkompetanser knyttet til Kaiser (1995) og Blum (1996) sin modell. De fem hovedkompetansene tilhørende Kaiser og Blum (1997) sin forståelse av modelleringsprosessen gjengis i Maaß (2006) og er: *å forstå problemet, bygge en matematisk modell, løse matematiske spørsmål knyttet til modellen, tolke de matematiske spørsmålene og validere løsningene.*

Etter å ha gått gjennom videomateriale, lydopptak og skriftlige elevarbeid har vi identifisert ulike lærergrep, og vi analyserer virkningen dette har på elevenes arbeid og deres utvikling av kompetanser. Læregrepene ser vi i sammenheng med de fem hovedkompetansene Maaß (2006) viser til. I dette kapittelet deler vi opp hovedkompetansene i ulike avsnitt, og vi viser først til lærergrepet før vi viser elevenes arbeid med den aktuelle kompetansen.

Datamaterialet inneholder 40 elevtekster fra to ulike klasser, hver tekst på 1-2 sider. Her undersøkte vi hvilke indikatorord elevene bruker når de argumenterer. Disse er basert på Mercer og Littleton (2007) sine indikatorord “I think”, “Because”, “Could” og “Would”. Ettersom disse ordene er på engelsk, finner vi dem ikke direkte overførbare til norsk. Dermed måtte vi fornorske indikatorordene. For eksempel så vi i lydopptak og i skrevne tekster at de formulerte “jeg tror” på flere forskjellige måter. “Jeg føler” er i utgangspunktet feil å bruke når en skal forklare hva en tror eller mener, men det blir like fullt brukt i en argumenterende kontekst av elevene, og er derfor etter vår mening et indikatorord som må med. I en kvalitativ analyse av fem tilfeldige elevtekster fra hver klasse, finner vi at elevene bruker følgende ord for å få frem samme mening:

Tabell 3.2 – Fornorskede indikatorord

Indikatorord					
<i>I think</i>	Jeg mener	Jeg føler	Jeg tror	Jeg synes	(Etter min) mening
<i>Because</i>	For	Fordi	Siden	Derfor	Dermed
<i>Could</i>	Kunne	Kan	Ser det ut til	Kanskje	
<i>Would</i>	Vil	Ville	Sier	Vise/Viser/Vist	

Etter å ha bestemt indikatorord, kunne vi gå inn i elevtekstene og søke opp forekomsten av disse i elevtekstene.. Vi systematiserte elevenes bruk av indikatorord og tema ved å bruke regneark (se vedlegg). På denne måten kunne vi se om det var forskjeller på gruppene, i hvor ofte de bruker indikatorord i de argumenterende tekstene sine. Formålet med dette er at vi etterpå kan undersøke om forekomsten av indikatorord i tekstene, gjenspeiler forekomsten av indikatorord i gruppesamtalene de hadde i forkant.

For er et ord som brukes på mange forskjellige måter i det norske språket. Vi talte derfor kun med dette når det ble brukt i en argumenterende kontekst; slik som *for eksempel* og som erstatningsord for *fordi*. *Sier* og *viser* blir ofte brukt i forbindelse med at elevene henviser til forskning - noe de har hatt fokus på i hele undervisningsløpet. Dette så vi også som hensiktsmessig å ta med, selv om det i og for seg ikke tilhører kategorien “Would”. Hensikten ved å telle indikatorordene som er brukt, er at vi mener det kan gi et bilde av hvor aktivt elevene veier for- og motargumenter i tekstene sine. Det å skrive mener vi er nært knyttet til det å tenke høyt. Vi viser igjen til Vygotsky (1978) sine teorier om intermental og intramental dialog. Gjennom skriving må elevene formulere sine egne tanker på en presis måte. Vi tar imidlertid ikke høyde for eventuelle skrivevansker elevene har, noe som potensielt kan bidra til at noen elever ikke skriver like bra som de tenker eller snakker. Kvantifiseringen er heller ikke ment som et vurderingsverktøy, men snarere et verktøy for å danne et generelt bilde av elevenes argumentasjon i prosjektet.

Etter å ha satt opp en oversikt over alle elevenes bruk av indikatorord i et regneark, kunne vi se hvor ofte ordene forekom på gruppene. I analysen av elevenes dialog har vi valgt ut en jevn og en ujevn gruppe, for å se om det er forskjeller på hvordan disse gruppene diskuterer seg imellom. Analysen vår baserer seg på Dawes et al. (2000) sine kategorier for utforskende

samtaler. Dette utdyper vi i analysekapittelet. Under er en oversikt over de to gruppene som ble valgt ut og forekomsten av indikatorord i tekstene de leverte.

Tabell 3.3 – Oversikt over indikatorord brukt i to gruppers elevtekster

	Indikatorord				
Guttegruppe (5 gutter)	24	20	11	9	7
Jentegruppe (4 jenter)	19	19	18	Ikke tilgang til tekst.	

3.5.1 Koding og kategorisering

I denne oppgaven har vi brukt deduktiv analyse, ved at vi har brukt etablert teori i utformingen av analyseverktøy. Ifølge Høgheim (2020, s. 207-208) brukes deduktiv analyse når en ikke har klare forventninger rundt de kategoriene som vil vise seg i datamaterialet. I stedet blir kodene definert i allerede bestemte grupper. De forhåndsbestemte kategoriene, er basert på enten teori eller antagelser. I denne studien er det hovedsakelig Mercer (2019) som knyttes til dialog, og Kaiser og Blum (1997) sine kompetanser knyttet til modelleringsprosessen presentert i Maaß (2006).

3.5.2 Studiens kvalitet

Gjennom denne studien har vi brukt kvalitativ metode for å kunne ha den fleksibilitet denne metoden åpner for, og å kunne analysere flest mulige informasjonskilder knyttet til hvordan lærer kan tilrettelegge for elevers utvikling av kritisk tenkning. For å kunne si noe om denne studiens kvalitet vil vi redegjøre for studiens reliabilitet, validitet og generaliserbarhet.

3.5.3 Reliabilitet

Reliabilitet viser til hvor pålitelig data er, og hvordan den blir samlet inn, arbeides med og benyttes. En måte å gjøre dette på er at flere forskere gjør samme undersøkelse, og ser om de kommer frem til samme resultat. I tilfeller der forskere kommer frem til samme resultat, vitner det om høy reliabilitet (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 23). I vår kvalitative forskning, der vi undersøker en lærer i møte med elever, er det vanskelig å gjennomføre nøyaktig det samme forsøket, siden klasser, elever og lærere er ulike. Likevel kan en

gjennomføre tverrfaglig prosjektarbeid der en bruker matematisk modellering for å finne løsninger på en problemstilling, og undersøke om lærergrepene vi identifiserer i denne studien kan tilrettelegge for elevers kritiske tenkning. I analysen av elevenes dialog har vi adaptert Mercer og Littleton (2007) sin forskning på utforskende samtaler ved hjelp av deres kategorier for samtalekvaliteter, men også ved å bruke norske ord som kan fungere som indikatorord. Å bruke norske indikatorord er, så vidt vi vet, ikke blitt gjort før. Resultatene kan dermed ikke si så mye mer enn å identifisere forskjeller mellom elevene vi ser på, men kan til gjengjeld repliseres i større skala i videre forskning. Lærere og elever er forskjellige, og vi har forsket på denne ene læreren i møte med to klasser ved 9. trinn. Samtidig er det flere studier som har sett på elevers arbeid i tverrfaglig prosjektarbeid, som gjør at en kan sammenligne resultatene. I tillegg kan det tenkes at elevene opptrer annerledes når de vet at de blir filmet, og at andre personer skal se, vurdere og analysere datamaterialet.

3.5.4 Validitet

Validitet forklarer gyldigheten av resultatene og hvordan vi tolker disse. Et sentralt poeng her er at forskerne er kritiske til hvordan en baserer sine tolkninger. Hvorvidt tolkninger fra ulike studier kan bekrefte hverandre sier noe om validiteten. Om en har posisjon som utenforstående eller tilknyttet miljøet en studerer, kan knyttes til studiens validitet (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 181). Forskerne av denne studien har ikke vært i klasserommet og samlet inn data. Det betyr at vi må støtte oss på det vi ser, hører og leser som er tilgjengelig i datamaterialet. Dette har både sine fordeler og ulemper. Det kan være en fordel når vi skal tolke resultatene, siden vi ikke har et personlig forhold verken til lærer eller elevene. Samtidig har vi ikke fullstendig oversikt over samtale mellom forskerne og lærer underveis i undervisningsløpet, så vi vet ikke i hvilken grad det har blitt lagt føringer på lærerens undervisningsopplegg og hvilke samtaler og diskusjoner de har hatt mellom undervisningstimene.

3.5.5 Generaliserbarhet/overførbarhet

Ifølge Thagaard har kvalitative studier som mål å gi en forståelse av det fenomenet en studerer, og i hvilken grad tolkningene i prosjektet kan være relevant i andre sammenhenger. Tolkningene en finner i en undersøkelse, bør en kunne videreutvikle i nye undersøkelser. Det blir også spesifisert at utvalget en studie belager seg på, er sentralt i diskusjon om mulig overførbarhet (Thagaard, 2018, s. 193-195). I denne studien ønsker vi å formidle hvilke grep lærer kan gjøre for å tilrettelegge for elevers utvikling av kritisk tenkning. Tolkningene vi

presenterer i denne studien kan videreutvikles gjennom nye undersøkelser, og kan være med å bekrefte eller avkrefte tolkningene i denne studien.

Vi fokuserer på elevgrupper som gir oss informasjon knyttet til det matematikdidaktiske feltet, og ser lærers grep knyttet til disse elevenes arbeid. Det kan bety at utvalget vi har gjort i denne studien i noen tilfeller baserer seg på de elevene som mestrer modelleringsprosessen, og at nye undersøkelser som sammenligner seg med denne studien kan vurdere den samme elevgruppen, eller se på hvordan flere elever blir inkludert i denne prosessen. I tillegg er det slik at ethvert klasserom er ulikt og fungerer på forskjellig vis. Det er mange faktorer som påvirker hvordan et slikt tverrfaglig prosjektarbeid utvikler seg. En av dem kan være lærers ferdigheter til å lede tverrfaglig prosjektarbeid og kompetanse om hvordan en kan utvikle elevs kritiske tenkning. Elevenes relasjoner og klassemiljø spiller inn på gjennomføring og resultatet av prosjektarbeid. På bakgrunn av dette er det utfordrende å generalisere tolkningene en presenterer i denne studien.

4. Analyse

For å besvare problemstillingen om hvilke grep lærer kan ta for å tilrettelegge for elevers kritiske tenkning, er utvalgte episoder fra datamaterialet blitt analysert. Hovedfunnene våre er knyttet til to hovedkategorier. Det ene er knyttet til lærers ulike grep gjennom elevenes modelleringsprosess. Her fokuseres det på hvordan grepene gjennom modelleringsprosessen kan gjøre at elevene utvikler kritisk tenkning. Funnene våre tilsier at lærer kan bruke modelleringsprosessen til å tilrettelegge for at elever kan utvikle kritisk tenkning ved at elevene på den måten får en dypere innsikt og eierskap til problemene. Vi har valgt å analysere både fra et elev- og lærerperspektiv for å undersøke om grepene lærer gjør kan tilrettelegge for kritisk tenkning. Lydklipp, videofiler og argumenterende tekster utgjør datamaterialet, og vi benytter metodetriangulering for å besvare problemstillingen på best mulig måte.

Det andre hovedgrepet vi analyserer, omhandler tilrettelegging for dialog, og elevsamarbeid gjennom dialog. Ved kvantifiseringen av indikatorord i elevenes sluttprodukt, de argumenterende tekstene, ser vi at det er store forskjeller innad i gruppene. Vi finner det derfor hensiktsmessig å se på én gruppe med et jevnt høyt antall indikatorord, og én gruppe hvor det er større variasjon. Formålet med å sammenligne disse gruppene, er å se om vi kan oppdage noen forskjeller i måten elevene diskuterer på. Begge gruppene som er valgt ut ønsket å se på hvordan blått lys påvirket søvnen deres. I datamaterialet har vi lydopptak fra de to gruppens arbeid fra 4. til 15. time. Mens vi lyttet til lydopptakene, noterte vi ned tidspunkter hvor elevene pratet faglig. I første del av analysen som tar for seg dialog, har vi kvantifisert antall indikatorord brukt når de prater sammen. I andre del viser vi til transkripsjoner, hvor vi sammenligner noen av de dialogene som fant sted. Sett i lys av Mercer (2019) sin teori om konfliktylt, kumulativ og utforskende samtaler, vil vi se om det er noen forskjeller i hvordan de to gruppene prater sammen. For å kunne fastslå at samtaler er utforskende, tas det i første del av analysen utgangspunkt i antall indikatorord brukt. I den andre delen av analysen ser vi nærmere på kvaliteten på samtaler, sett ut fra de 9 punktene Dawes et al. (2000) bruker for å klassifisere en utforskende samtale.

4.1 Matematisk modellering

Grepene vi identifiserer i denne delen av analysen tar for seg tilrettelegging for kritisk tenkning gjennom matematisk modellering. Lærerens handlingsvalg blir sett i lys av viktige kompetanser knyttet til Kaiser (1995) og Blum (1996) sin modelleringsmodell. De fem hovedkompetansene Maaß (2006) gjengir fra Kaiser og Blum (1997) sin forståelse av modelleringsprosessen er: *å forstå problemet, bygge en matematisk modell, løse matematiske spørsmål knyttet til modellen, tolke de matematiske resultatene og validere løsningene*. Dette er kompetanser vi mener er viktig for at elevene skal utvikle sin kritiske tenkning, fordi elevene må sette seg inn i et bestemt tema, i dette tilfellet søvn. I tillegg må elevene gjøre valg knyttet til egnet metode for å svare på problemstillingen. Et valg kan være å vurdere antall informanter. Ved å bruke matematisk kunnskap, kan en løse de matematiske spørsmålene knyttet til modellen. Resultatene elevene får skal tolkes for å kunne si noe om hva de har funnet ut, og løsningene skal valideres kritisk. Lærergrep vi belyser i analysen knyttet til modelleringsprosessen er blant annet lærers diskusjon rundt metode, validering av forskning og øving i å lage for- og motargumenter. Ved å gå gjennom videomateriale, lydklipp og skriftlige individuelle elevbesvarelser fra to klasser på 9. trinn, identifiserer vi ulike lærergrep som kan knyttes til de ulike delene av modelleringsprosessen. Det vises til fire elevbesvarelser til hver hovedkompetanse, og vi analyserer alltid de to øverste eksemplene.

4.1.1. Grep lærer gjør for at elever skal forstå problemet

Tabell 4.1 – Grep lærer gjør for at elever skal forstå problemet

Lærergrep	Eksempel
Trigge elevers interesser	Lærer: <i>Elever som legger seg før klokken 23 får best karakter.</i>
Trene elever på å utarbeide påstander, og lage for- og motargumenter.	Ber elevene om å lage for- og motargumenter knyttet til påstanden sin.

Trigge elevers interesse

Ett grep er knyttet til å trigge elevenes interesser. I videomaterialet viser lærer til omstridt forskning, hvor det presenteres en påstand for klassen som sier at *Elever som legger seg før klokken klokken 23 får best karakterer*. Vi mener dette kan trigge elevene til å ville diskutere påstanden, fordi at det gjerne ikke er en klar årsakssammenheng mellom det å legge seg tidlig og få gode karakterer. Elevene blir dermed invitert til å tenke kritisk over påstanden læreren viser til.

Elevene lar seg trigge av denne påstanden, fordi det gjerne er mange elever som kjenner seg igjen i det å legge seg sent, og ønsker å forsvare at det ikke er slik at de som legger seg før kl 23 automatisk får de beste karakterene. Det kan være elevene tenker at det er mulig at de elevene som legger seg senest er dem som får de beste karakterene. Samtidig som at påstanden trigger elevene, får elevene et eksempel på hvordan en påstand knyttet til søvn kan formuleres, og kan brukes til at de selv skal utarbeide påstander.

Tabell 4.2 – Trene elever på å utarbeide påstander

	Elevers forståelse av problemet	Kommentar
Eksempel 1	<i>Trening og fysisk aktivitet påvirker hvordan vi sover.</i>	Eleven ønsker å undersøke om det er sammenheng mellom trening og søvn.
Eksempel 2	<i>Alle ungdommer trenger minst 9 timer søvn.</i>	Eleven ønsker å undersøke om påstanden stemmer.
Eksempel 3	<i>Er det forskjell på ungdoms og voksnes søvnmengde?</i>	Eleven ønsker å undersøke om det er forskjell på ungdoms og voksnes søvnmengde.
Eksempel 4	<i>Når du har trent er du mer utslitt når du skal legge deg og sover bedre.</i>	Eleven ønsker å undersøke om trening påvirker søvnen.

Vi har identifisert at lærer trener elevene på å lage påstander knyttet til søvn. Gjennom videoobservasjon ser og hører vi at elevene blir bedt om å lage påstander knyttet til effekten av søvnkvalitet. Dette er eksemplifisert i tabellen ovenfor. Etter elevene hadde laget påstander, fikk de se de andre påstandene som ble laget fra de andre i klassen. Videre ba lærer

elevene om å vurdere hvilke påstander de syntes virket interessante. Elevene ble også oppfordret til å lage for- og motargumenter tilhørende påstandene sine. Dette grepet gjør at elevene setter seg inn i tema om søvn og lager en påstand. Påstanden kan være knyttet til en antagelse de har, eller en personlig erfaring som har påvirket søvnen. Når elevene blir bedt om å vurdere andre påstander, og lage for- og motargumenter kan dette være med å utvikle elevenes kritiske tenkning.

Elevgruppen fra eksempel 1 har utformet antagelsen om at *Trening/fysisk aktivitet gjør at vi sover bedre*. Her er det identifisert viktige variabler til problemstillingen, som viser at eleven har forstått situasjonen. De viser til tilleggsspørsmål som *Sovner du fortere når du har trent?* og *Sover du bedre hvis du har trent på dagtid*. Altså er de på jakt etter hvilke faktorer som kan være med på å påvirke kvaliteten av søvnen. Her viser elevene at de har vurdert hvilke variabler som må besvares for å kunne svare på problemstillingen. Her virker det som at lærers grep hjelper elevene med å forstå situasjonen i modelleringsprosessen. Da elevene trente på å vurdere andre påstander, fikk de også trening i å vurdere om en antagelse er gyldig eller ikke. Slik som eleven i eksempel 1, der eleven har identifisert tilleggsspørsmål til undersøkelsen, som kan bidra til å styrke undersøkelsens gyldighet.

4.1.2. Grep knyttet til å lage en matematisk modell

Tabell 4.3 – Grep knyttet til å lage en matematisk modell

Lærergrep	Eksempel
Helklassesamtale der en er kritisk om metode.	Lærer ber elevene om å gå i arbeidsgruppene for å diskutere hvorfor det er viktig med mange informanter.
Elever blir oppfordret til å diskutere metode i arbeidsgrupper, og lage egne undersøkelser. Elevene får da opplæring i Excel.	Elev: <i>Nei, kan ikke vi ha et sånn søylediagram da. Da går det jo sånn, hvor mange svarte på det, hvor mange svarte på det?</i>

Vi identifiserer her grep lærer gjør som har betydning for hvordan elevene utvikler kritisk tenkning knyttet til valg av metode. Ett grep lærer gjør er å bruke helklassesamtale til å diskutere utvalg av informanter, og hvilken betydning utvalget har for forskningens gyldighet. Lærer trekker frem i helklassesamtale hvorfor det er viktig at det er flere enn fem personer

som svarer på en undersøkelse. Elevene blir bedt om å gå i arbeidsgruppene for å formulere argumenter om hvorfor det er viktig med flere informanter. Etter at elevene har diskutert viktigheten av å ha mange nok informanter, samler læreren dem igjen. Her legger de frem sine argumenter for resten av klassen. En elev argumenterer for viktigheten av flere informanter i undersøkelsen:

Svarene blir mer nøyaktig. Det kan være tre av fem svarer "insane". Men spør vi 70 vil vi få mer et gjennomsnitt.

En vil kunne lage et gjennomsnitt med fem informanter også, men her mener nok eleven at resultatet blir mer representativt, desto større utvalg en tar for seg. Da blir det en sikrere fordeling mellom *helt enig*, *helt uenig* og *delvis enig* i resultatene fra spørreundersøkelsen. Lærers respons er at det blir tilfeldig hvis en spør få personer. Lærer bruker sammenligningen *det blir som å trille en terning. Man kan få to seksere på rad*. På denne måten argumenterer lærer for at det er viktig å ha et større utvalg informanter for å få et pålitelig svar, og modellerer på denne måten hvordan en kan forholde seg kritisk til metodevalg i publiserte undersøkelser. Kanskje har elevene arbeidet med sannsynlighet i forkant av prosjektet, noe som gjør at læreren kan trekke fram kjente eksempler som elevene kan sammenligne sine undersøkelser med.

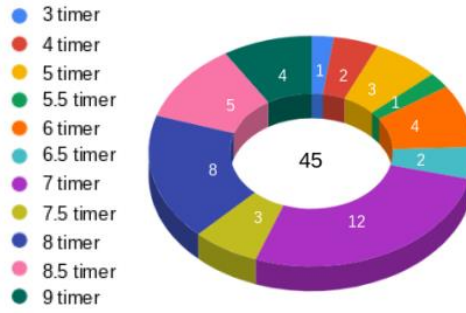
Media blir brukt som eksempel av lærer når en skal stille seg kritisk til metoden i en undersøkelse. Lærer spør elevene i en helklassesamtale om de har sett forskning i media som henviser til en undersøkelse. Det diskuteres av lærer hvilken betydning antall informanter har knyttet til slik type forskning, og hvor mange informanter en bør ha. Her får lærer tilbakemelding fra elevene om at 1000 personer kan være et riktig svar. Lærer mener dette kan være riktig, men tilføyer at en da gjerne ikke spør 1000 15-åringer. På denne måten bevisstgjør lærer elevene på at de må velge en passende metode som kan besvare problemstillingen. Samtidig kan det utvikle elevenes kritiske tenkning ved at elevene blir observante på forskningsmetoder, og om styrker/svakheter som kan finnes ved undersøkelser.

Tabell 4.4 – Elevers utforming av matematisk modell

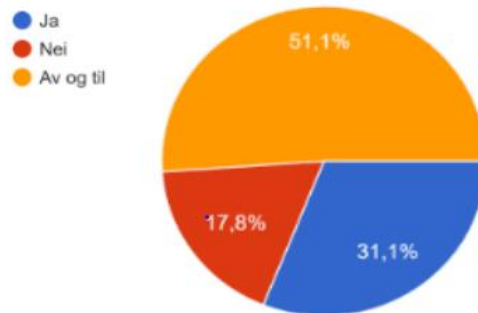
Elev	Elevers utforming av matematisk modell	Kommentar
Eksempel 1	<i>Vi ønsker mer enn 10-15 svar.</i>	Eleven er bevisste på antall informanter.
Eksempel 2	<i>I hensyn til dette har jeg og gruppen min samlet inn data gjennom en elevundersøkelse på 9.trinn, der vi ser på flere av disse faktorene i forhold til mengde søvn og døgnrytme.</i>	Ønsker flere undersøkelser for å svare på problemstilling. Ser på årsakssammenheng.
Eksempel 3	<i>Vi hadde 3 tester, 1 var hvor vi skulle lese en tekst også sove 8 til 9 timer også svare på spørsmål om teksten dagen etterpå mens de 2 andre skulle vi lese en tekst også sove 4 timer også svare på spørsmål dagen etter på.</i>	Eleven forklarer metoden de har brukt i undersøkelsen.
Eksempel 4	<i>Vi gjorde et par undersøkelser for å se hvor lenge andre ungdommer sover om natten og om det påvirker dem i løpet av dagen.</i>	Eleven ønsker at informantene skal svare på ulike spørsmål knyttet til problemstillingen.

En tolkning av formuleringen vi finner hos eleven i eksempel 1, når det kommer til å lage matematiske modeller, er at de mener at de matematiske resultatene blir sikrere jo flere respondenter en har. Dette kan tyde på at lærers grep om å diskutere metode gjennom helklassesamtale har ført til at elevene har blitt mer bevisst på hvor mange informanter en trenger. I dette utsagnet ønsker elevene mer enn 10-15 svar. Kanskje har elevene arbeidet med de store talls lov tidligere i undervisningen.

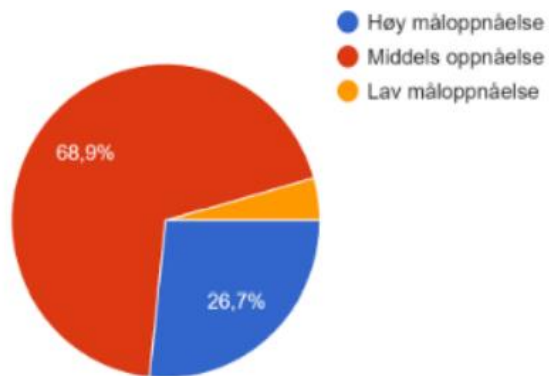
Eleven i eksempel 2 viser til en undersøkelse elevgruppen gjennomførte der de kartlegger søvnvanene til ungdommer, og hvordan søvnvanene påvirker livene deres. Problemstillingen til denne oppgaven er *Trenger ungdom virkelig 8 timer søvn?*. Gruppen undersøkte ulike variabler for å besvare problemstillingen (antall timer søvn, jevn døgnrytme, humør, stress, skole og om en føler at en sover nok). Dette er et metodevalg som kan styrke gyldigheten til undersøkelsen. De ulike underproblemstillingene er presentert grafisk, og kan brukes til å svare på hovedproblemstillingen. Her lager elever flere spørreundersøkelser som er relatert til søvn, og sammen kan gi et sikrere svar på om ungdommer trenger over 8 timer søvn hver natt.



Figur 6 - Hvor mange timer sover du hver natt? Elevarbeid fra ARGUMENT.



Figur 7 - Føler du at du sover nok? Elevarbeid fra ARGUMENT.



Figur 8 - Hvordan mener du at du gjør det på skolen? Elevarbeid fra ARGUMENT.

Elevdialog om representasjon av svar fra spørreundersøkelse

Elev 1: Ja, men det er veldig mange diagrammer.

Elev 2: Hva mener du, det er seks diagrammer?

Elev 1: Ja?

Elev 3: Hvorfor er det seks diagrammer?

Elev 2: Fordi det er seks spørsmål.

Elev 1: Du kan sette de inn i en sånn linjediagram.

Elev 2: Nei, kan ikke vi ha et sånn søylediagram da. Da går det jo sånn... hvor mange svarte på det, hvor mange svarte på det?

Elev 3: Eh, jo, jeg vet ikke hvordan jeg gjør det da.

Elev 2: Ja, men, det er flere - på et spørsmål, så er det flere alternativer?

Elev 3: Å ja.

Elev 2: Ja, men, egentlig er det bare bra at det er mange diagrammer, fordi da har vi flere bilder mens vi viser ...

Elev 3: Men jeg tenker kakediagram er greit, som f. eks her da, da får du se at ni personer som har svart en til to ganger i uken, -og du ser at det er elleve personer som har svart aldri, og 23 personer som har svart seks til syv ganger i uken.

I dette utdraget diskuterer elevene metoden, der de har knyttet seks spørsmål til seks ulike diagrammer. Elev 3 undrer seg over hvorfor det er seks diagrammer, og det kan da virke som at elev 3 ikke ser sammenhengen mellom spørsmålene og sektordiagrammene. Elev 2 informerer om at grunnen er at det er seks spørsmål. Diskusjonen dreier seg videre på om det er andre måter å representere datamaterialet på. Det undres om datamaterialet kan presenteres gjennom linjediagram eller søylediagram. I utdraget diskuterer elevene hvordan en skal illustrere den matematiske modellen og de tilhørende løsningene. Elev 3 argumenterer for sektordiagram, og at det vil være den beste måten å illustrere matematiske løsninger tilknyttet modellen. Elev 3 ender til slutt på at sektordiagram fordi det er en ryddig måte å illustrere datamaterialet.

4.1.3 Lærergrep for å løse matematiske spørsmål

Tabell 4.5 - Grep lærer gjør for å løse matematiske spørsmål

Lærergrep	Eksempel
Retter fokus mot matematikken, og hvordan en forholder seg kritisk til resultatene.	Elevene skal arbeide med gjennomsnitt, tabeller og lage grafer. Lærer ber elevene om å se etter mønstre.

Under modelleringsprosessen oppfordrer lærer elevene om å ta i bruk matematisk kunnskap for å løse de matematiske spørsmålene, og vurdere om løsningene stemmer. Elevgruppene oppgir ofte svaret i prosent, eller bruker gjennomsnitt for å kommunisere de matematiske løsningene. Dette lærergrepet gjør at elevene bruker matematikk til å komme frem til løsninger. Påminnelsen lærer gir om at det er viktig å forholde seg kritisk til resultatene kan bidra til å utvikle elevenes kritiske tenkning.

Tabell 4.6 – Elevers matematiske argumentasjon

Elev	Ytring
Eksempel 1	<i>Over 25% av alle elevene svarte at de bruker 30 minutter eller mer på å sovne og nesten 10% av elevene svarte at de bruker hele 2 timer eller mer</i>
Eksempel 2	<i>De som svarte at de spiser kvelds sover i gjennomsnittet cirka 8 timer på hverdagens, og de som svarte at de ikke spiser kvelds sover i gjennomsnittet cirka 8,2 timer på hverdagen.</i>
Eksempel 3	<i>75,5% svarte at de sovnet fortere når de har trent og 24,5% svarte at de ikke sovnet fortere.</i>
Eksempel 4	<i>I tillegg har bare 60% av de som svarte en jevn døgnrytme.</i>

Eleven i eksempel 2 forsøker her å argumentere for at mengden søvn kan være relatert til hvor mye elevene spiser kvelds i hverdagen. Gjennom å bruke gjennomsnittsberegninger ser elevene at det ikke nødvendigvis er en sammenheng mellom de to variablene. Eleven holder seg kritisk til resultatene den kommer frem til, og presenterer de matematiske resultatene på en god måte.

Eleven i eksempel 1 skriver om aktiv mobilbruk påvirker innsovningen, og viser til at en betydelig del av elevene bruker lang tid på å sovne. Eleven viser også til konkrete resultater

som at 25% av elevene bruker 30 minutter eller mer på å sovne, og nesten 10% bruker mer enn 2 timer på å sovne. Samtidig er det mange elever som da ikke blir negativt påvirket av aktiv mobilbruk før innsovning. Dette skriver også eleven i sin skriftlige argumenterende tekst:

Over halvparten av elevene svarte at de ikke merket at mobilbruken påvirker innsovningen på noen måte, mens resten svarte at de enten sovnet fortere, senere eller annet. Derfor er det vanskelig å komme fram til en klar konklusjon.

Av dette ser vi at eleven kommer frem til matematiske løsninger, og bruker prosent til å skissere situasjonen. Samtidig viser eleven til at en ikke kan komme frem til en sikker konklusjon, annet enn at det varierer hvor sterkt elever blir påvirket av mobilen før leggetid. Elevene er i en fase av modelleringen hvor de foreløpig er på jakt etter hvilke variabler som påvirker søvnkvaliteten. De fremstiller variablene sine, og utfører beskrivende statistikk på datamaterialet. I denne fasen er de kritiske til sin egen beregning av gjennomsnittsverdi. I transkripsjonen under jobber en gruppe med å finne gjennomsnittet av besvarelsene fra undersøkelsen.

Elev 3: Hvis du får sånn 8,75 sånn som f.eks jeg fikk. Vent, det kan ikke være riktig. Jeg har gjort noe feil.

Elev 2: Sant det er her, her er det $3+3+4+5$ delt på fire?

Elev 3: Ja.

Elev 3: Hvorfor får jeg 8,75? Hva har jeg gjort feil? Du fikk 11. Du kan jo ikke få 11, skalaen er jo fra 1-5, hva gjør vi feil?

Elev 2: Se da, du kan plusse alle sammen og så deler du det på antall.

Elev 3: Ja?

Elev 2: Jeg fikk 11,25.

Elev 3: Jeg fikk 8.

Elev 1: Jeg fikk 7,75.

Elev 3: Ja, det skal ikke bli høyere enn 5. Vi kan ikke matte engang. Det er sånn man regner gjennomsnitt sant?

Elev 2: Plusser alle sammen og deler alle sammen.

Det kan være utfordrende for elevene å løse de matematiske spørsmålene tilknyttet modellen.

Elev 3 har oppdaget en feil og sier: *Vent, det kan ikke være riktig. Jeg har gjort noe feil.* Elev

3 stadfester at det har skjedd en beregningsfeil, og undrer seg over hva som kan være feilen. Elev 2 lurer på beregningsmetoden som er brukt og spør: *Sant det er, her er det $3+3+4+5$ delt på fire?* Elev 3 virker ganske sikker på at algoritmen ikke stemmer ved å spørre: *Hvorfor får jeg 8,75? Hva har jeg gjort feil? Du fikk 11. Du kan jo ikke få 11, skalaen er jo fra 1-5, hva gjør vi feil?* På denne måten konkluderer elev 3 at gjennomsnittet ikke kan bli større enn 5. Dette er et eksempel på at tilrettelegging for modelleringsprosess utfordrer elevene til å løse matematiske spørsmål. Elevene må gjennomføre matematiske beregninger for å svare på problemstillingen. De må selv ta stilling til hvilke matematiske beregninger som trengs å bli gjennomført. I tillegg ser det ut til at elevene forholder seg kritisk til de matematiske resultatene, som lærer oppfordret dem til å være. Elevene har tilsynelatende en god forståelse for begrepet gjennomsnitt, i og med at de innser at sine beregninger ikke er rimelige. Her kan vi tenke at elevene går inn og korrigerer hva som kommer ut av modellen basert på hva som er mulige verdier for gjennomsnittet. De gjennomfører en form for feilsøking, men har ikke helt oversikt over hva de gjør feil.

4.1.4 Lærergrep knyttet til å tolke de matematiske spørsmålene

Tabell 4.7 – Grep knyttet til å tolke matematiske spørsmål

Lærergrep	Eksempel
Helklassesamtale om tolkning av resultat.	Lærer forteller at gjennomsnitt gjerne ikke kan brukes da en inkluderer antall timer søvn fra helg, skoledager og feriedager.

Lærers grep om hvordan en kan hjelpe elevene med å tolke det matematiske resultatet er et viktig moment for å hjelpe elevene med å utvikle kritisk tenkning. Det tas i bruk helklassesamtale til å vise at en ikke alltid kan se på sluttsvaret fra utregningene. I en undervisningstime forteller læreren at målet nå er å arbeide med gjennomsnitt, og det skal lages grafer og tabeller i forbindelse med søvnmengder. Han forklarer at en ikke kan bruke gjennomsnitt til å forklare søvnmengder da en inkluderer ordinære skoledager, helg- og feriedager der leggetidspunkt gjerne varierer. På denne måten mener vi at lærer tilrettelegger for at en må tolke resultat utover sluttsvarene en får fra de matematiske løsningene, og at det er flere mulige forklaringer tilknyttet et tema.

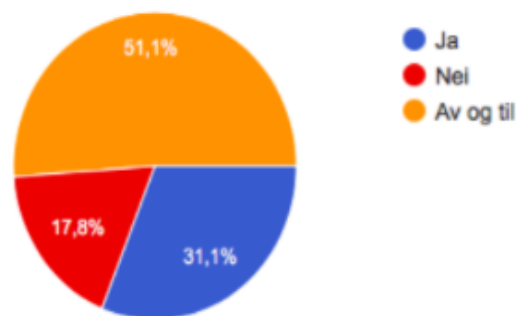
Tabell 4.8 – Elevers tolkninger av matematiske spørsmål

Elev	Tolkning
Eksempel 1	<i>Vi spurte også deltakerne om de føler at de sover nok, der 23 stk sa at de av og til sover nok, 8 stk sa at de ikke sover nok mens 14 stk sa at de får nok søvn. Dette har også sammenheng med hvor mye søvn ungdom selv trenger, der de fleste mener at de kunne fått mer søvn. Dette kan legges sammen med det første spørsmålet, der den gjennomsnittlige søvnmengden var 7 timer, som igjen er det aller laveste som er anbefalt for ungdom på vår alder</i>
Eksempel 2	<i>Det er tydelig at det er en forskjell på søvnmengden, men for begge parter er søvnmengden under det anbefalte og det er ikke så stor forskjell mellom de voksnes og ungdommens søvnvaner. Dette er et problem som bør gjøres noe med. Det at ungdom legger seg senere og sover mindre kan i verste fall gå ut over karakterene. Så det er tydelig at det er en forskjell på søvnmengden.</i>
Eksempel 3	<i>Majoriteten av ungdommene på 9.trinn på x føler at de sover av og til nok.</i>
Eksempel 4	<i>Bare 17 av de 45 som svarte på undersøkelsen sover 8 til 9 timer hver natt, som betyr at 28 av de som svarte sover mindre enn 8 timer. Riktignok sover 15 av de gjenværende 28 7 til 7,5 timer hver natt. Resten av dem sover fra 3 til 6,5 timer.</i>

Det skriftlige elevarbeidet viser elevers tolkning av matematiske spørsmål. Fortolkningen til eleven i eksempel 1 viser at elevene presenterer de matematiske resultatene i undersøkelsen på en presis måte. En av dem skriver at kun 8 føler de sover nok, og knytter dette til at gjennomsnittlig søvnmengde er 7 timer. Eleven tolker de matematiske løsningene utover egen problemstilling, der en knytter funn fra egen forskning opp mot anbefalt søvnmengde for alderen, som er 7 timer.

Eleven i eksempel 2 tolker de matematiske resultatene med passende matematisk språk. Han stadfester at det er riktig at elevene sover lengre enn lærerne, men at dette er bare med en times forskjell. Samtidig hevder eleven at det er forskjell på søvnmengden, men at for både lærere og elever er den under anbefalt søvnmengde for begge. Dette mener vi er en fin tolkning av de matematiske resultatene, ved å vise at elevene sover lenger, men forskjellen er

ikke så stor fordi både lærere og elever sover mindre enn den anbefalte søvnmengden. Eleven generaliserer situasjonen ved å hevde at dette er et problem som må gjøres noe med, og at lite søvn kan påvirke karakterene til elevene. Han viser at en kan hente ut informasjon fra datamateriale og diskutere funnene, og konkluderer ikke uten forbehold.



Figur 9 – Føler du at du sover nok? Elevarbeid fra ARGUMENT.

4.1.5 Lærergrep knyttet til å validere løsninger

Tabell 4.9 – Grep knyttet til å validere løsninger

Oppfordring	Eksempel
Kritisk vurdere kildene	<i>Lurt å undersøke kildene.</i> Lærer oppfordrer elevene til å undersøke hvor og hvordan de har kommet frem til tallene.
Være oppmerksom på nøytralitet	Lærer informerer elevene om at en sjelden er nøytrale i en sak, og at det kan være lettere å finne eksempler som fremmer sitt personlige syn.

Det neste grepet vi identifiserer kan knyttes til det å utvikle elevers validering av et matematisk resultat. Lærer bruker helklassesamtale som metode for å fremme sine synspunkter. Gjennom en læringsaktivitet i undervisningsforløpet, der elever arbeider med å underbygge argumentene sine med tall, finner vi interessante dialoger mellom lærer og elev, der lærer setter fokus på viktige momenter når en validerer matematiske løsninger eller påstander. En elev viser gjennom helklassesamtale til forskning, der den sier *Forskning viser at dersom en bruker mobilen før du legger deg utsetter du søvnen med 30 minutter.* Lærer spør da om hvor en har funnet de tallene, og eleven svarer *Forskning.* Lærer drar diskusjonen videre, og hevder en må undersøke hvordan de har funnet dette. Det er mulig det er rett, men også mulig det er feil. Lærer bruker anledningen til å kritisere media, og sier:

Mange medier deler informasjon, som ofte er upresis, de har middels til svak matematikkforståelse. De tolker ikke ting riktig. Drar egne konklusjoner som forskningen ikke viser. Derfor er det veldig lurt å undersøke kildene. Og ikke hvem som har tolket det. Vi kan sammenligne det med hviskeleken. Går det gjennom flere ledd blir det ofte feil.

Her ser vi at lærer bevisstgjør elevene på viktigheten av å undersøke hvor tallene kommer fra, og ikke bare godta informasjonen en finner på internett. Det er ikke alltid aviser har tolket informasjonen riktig, og det samme må elevene være bevisste på når de driver med forskning. Vi mener dette er et tydelig grep fra lærer som kan fremme elevene sin utvikling av kritisk tenkning, fordi elevene lærer seg å ikke godta alle undersøkelser de blir presentert.

Det andre grepet vi legger frem her, er at lærer bevisstgjør elevene at en sjelden er helt nøytrale i en sak. Dette gjør lærer gjennom helklassesamtale. Han sier blant annet at: *Det kan være lettere å finne et argument som styrker påstanden vår. Hvis vi har en påstand om noe, har vi allerede tatt stilling til noe. Vi ønsker som regel å finne argument som styrker vår sak.* Det er viktig at lærer gjør elevene bevisste på om forhåndstanker kan ha påvirket forskningen, og at dette er viktig å ha med seg når en validerer forskningen. I en forlengelse av dette tipser lærer elevene om at det kan være lurt å se egen forskning opp mot annen forskning, og hvordan dette samsvarer.

Tabell 4.10 – Elevers validering av løsningene

Elev	Validering av løsningene
Eksempel 1	<i>Men jeg synes at det ikke er noen stor forskjell når jeg bruker mobiltelefonen min eller når jeg ikke bruker den, så jeg synes at det ikke spiller så stor rolle om du bruker mobiltelefonen din eller ikke så lenge du bruker blått lys filteret, men det vil ikke si at det ikke har noen effekt på andre selv om jeg synes at det ikke har en stor effekt på meg selv, så jeg synes at det går helt fint å bruke mobiltelefonen din så lenge du ikke overdriver</i>
Eksempel 2	<i>For å konkludere, vil jeg selv si at et spesifikt antall timer med søvn ikke kan anbefales til en viss aldersgruppe. Dette mener jeg fordi at alle individ er forskjellige, der anatomisk oppbygning, faktorer i livsstilene våre og ande forskjellige behov kan skille oss når det kommer til søvnbehov. Søvn kan også bli sterkt påvirket av ens omstendigheter, der noen kan ha dypere eller lettere søvn enn andre. Selvfølgelig er jeg likevel enig i visse begrensninger, der jeg også tenker at det er lurt å ha mellom 7 og 11 timer søvn per natt, men om for mye søvn kan igjen ikke være bra heller, er et helt annet spørsmål.</i>
Eksempel 3	<i>Konklusjonen min er derfor at ungdom bør sove mer for deres egen helse, men skolen bør også forandres for at elever skal ha det bedre de årene de er der. Når mange stresser og sliter med søvn, og gir opp alt de har av fritid for å arbeide med skole, er det et tegn på at noe er gale.</i>
Eksempel 4	<i>Min konklusjon som jeg har kommet fram til er at søvn er helt individuelt, der noen føler seg uthvilt nok med 8 timer eller mindre. Personlig mener eg at jeg trenger 7 timer og mer for å føle meg uthvilt nok. Jeg mener at mengde søvn påvirker forskjellige faktorer hos personer og er helt forskjellig. For noen er det annerledes oppførsel, humør og hvordan man fungerer fysisk og psykisk.</i>

Gjennom eleven i eksempel 1 sin skriftlige validering fremgår det at mobiltelefonen ikke påvirker elevens personlige søvn. Eller mer presist, eleven ser ikke selv at bruk av mobiltelefon kan ha noen innvirkning på egen søvn. Eleven viser likevel en form for kritisk tenkning, da det presiseres at dette ikke trenger å være gjeldende for andre personer. *Det er en mulighet at dette kan være annerledes for andre*, sier eleven, og på denne måten kritisk vurderer resultatet. Eleven i eksempel 2 skriver i sin validering at en ikke kan anbefale et spesifikt antall timer søvn til en aldersgruppe, og begrunner det med at alle individ er forskjellige knyttet til kroppsbygging og livsstil som påvirker søvnbehovet. Likevel hevder eleven at det er fornuftig å ha mellom 7 og 11 timer søvn hver natt. Dette kjennetegner en

kritisk vurdering av resultatet, der eleven ikke kan bestemme et spesifikt antall timer søvn. Med denne formuleringen er ikke eleven bastant i svaret sitt, og presiserer at det er flere variabler som avgjør hvor mange timer søvn en bør ha. Den neste transkripsjonen eksemplifiserer et grep i modelleringsprosessen som kan føre til at elever kommer i posisjoner der en kritisk validerer og reflekterer over løsningene en kommer frem til, og ikke automatiske godtar matematiske løsninger fra den matematiske modellen:

Elev 3: Nei, men hvordan har du målt søvnen din da?

Elev 2: Jeg har bare skrevet noe, hehe..

Elev 1: Det gjør jo ingenting, hun kan jo bare si hva hun tror.

Elev 3: Vi sier at vi hadde sånn, kanskje, ikke feilkilder, men vi hadde forskjellige målingsapparater.

Elev 2: Som gjorde at det kanskje ble feil. Litt feil.

Elev 1: Det kan vi jo ikke gjøre siden vi måler det jo opp mot oss selv. Og hvis du har målt likt begge gangene, så har det jo ingenting å si. Vi måler opp mot oss selv.

Elev 3: Jo, men er bare det at det er ikke helt sånn ordentlige kilde på en måte. Han sa ett eller annet om det forrige gang, husker han sa ett eller annet om det, gjorde han ikke det?

Elev 3: Nei, ja, okei.

Elev 2: Hvordan får du den til å gå så fort?

Elev 3: Dyp og lett søvn?

Elev 2: Nei, men jo, du får den liksom noen ganger.

Elev 3: Vi kan si ett eller annet om dyp og lett søvn da. Vi trenger ikke å ha det med i diagrammet.

Elev 2: Der gikk det fort.

Elev 1: Bare si noe informasjon om det?

Elev 3: Ja.

Elev 3: Dere?

Elev 1: Ja.

Elev 3: Eh, kan vi i stedet for, vi har ikke med dyp og lett søvn i diagrammet fordi at siden vi har målt på forskjellige måter. Men vi kan si noe om det.

Elev 2: Om det har noe å si med skjermbruken om kvelden om man sover dypt eller lett?

Elev 3: Ja, altså, noen f.eks. en av oss merket at vi hadde mindre dyp søvn når vi brukte telefonen enn når vi ikke brukte telefonen..

Elev 2: Ja det gjør vi.

Gjennom utdraget ser vi at elevgruppen kritisk sjekker og reflekterer over løsningene de har kommet frem til. Elev 3 undersøker om gruppe medlemmene har benyttet samme metode, og sier til elev 2:

Nei, men hvordan har du målt søvnen din da?

Med dette viser elev 3 at det er viktig å vite hvordan en har kommet frem til målingene sine. Det har betydning for forskningens gyldighet, og kan sees i sammenheng med lærers samtale der en diskuterer metode. Da kom elevene og lærer frem til at metoden er avgjørende i forskningen. Det kan tyde på at elevgruppen ikke har vært helt samkjørte i hvordan de har kommet frem til resultatene sine i undersøkelsen. Elev 2 viser tegn til at en ikke har arbeidet systematisk nok da elev 2 skriver:

Jeg har bare skrevet noe, hehe..

Det kan virke som at elev 3 forsøkte å finne forklaringer på hvordan en har kommet frem til løsningene. Dette er tegn på at elev 3 synes det er viktig å ha gode forklaringer på hvordan en har kommet frem til resultatene. Elev 3 sier:

Vi sier at vi hadde sånn, kanskje, ikke feilkilder, men vi hadde forskjellige målingsapparater.

Her argumenterer eleven for at fremgangsmåten ikke inneholder feilkilder, men at de har målt på ulike måter. Vi får likevel inntrykk at elev 3 tenker at dette ikke er en optimal situasjon. I dette tilfellet mener vi at oppgaven har feilkilder, fordi de har målt på ulike måter, og det virker som at dette ikke var avklart på forhånd at det var slik de skulle gjennomføre det. Elevene diskuterer videre om kildene er gode nok, og om metoden er tilstrekkelig til at elevene kan konkludere med et resultat knyttet til undersøkelsen sin. Det er også tydelig at elevene har fått med seg ett av lærergrepene som ble gjort da lærer under helklassesamtale snakket om metode og pålitelige kilder. Elev 3 sier nemlig at:

Jo, men det er bare det at det er ikke helt sånn ordentlige kilde. Han sa et eller annet om det forrige gang, husker han sa et eller annet om det, gjorde han ikke det?

Her vises lærers påvirkning på hvordan en kan utvikle elevenes kritiske tenkning gjennom helklassesamtale, og bevisstgjøring på viktige momenter når en skal kritisk vurdere matematiske løsninger. Det avsluttes med at elevene ikke tar med dyp og lett søvn i

diagrammet, fordi de har brukt ulike målemetoder. Her viser elevene at de ikke har grunnlag for å inkludere dyp og lett søvn i diagrammet, fordi de ikke har brukt samme målemetode innad i gruppen. Elev 3 sier at:

Eh, kan vi i stedet for, vi har ikke med dyp og lett søvn i diagrammet fordi at siden vi har målt på forskjellige måter. Men vi kan si noe om det.

Her argumenterer elevgruppen for at dyp og lett søvn ikke inkluderes i resultatet fordi de ikke har hatt en god nok metode gjennom undersøkelsen. Oppsummert kan en si at elevene gjennom denne dialogen, validerer sine løsninger og ettergår resultatene de har kommet frem til. I tillegg erkjenner elevene at de har målt på forskjellige måter, og derfor ikke kan konkludere noe om dyp eller lett søvn i undersøkelsen.

4.1.6 Oppsummering av funn

Gjennom analysen har vi gjort et forsøk på å vise hvordan lærer kan bruke modelleringsprosess til å tilrettelegge for elevens kritiske tenkning. Det har i denne analysen blitt presentert åtte grep lærer kan gjøre for å tilrettelegge for elevens kritiske tenkning. I starten av et prosjektarbeid kan det være lurt å trigge elevenes interesser gjennom autentiske oppgaver og spørsmål, slik at de blir interessert og nysgjerrig på arbeidet som ligger foran dem. En forlengelse av dette kan inspirere elevene til å velge problemstilling. Det å trene elever på lage argumenter, både for- og motargumenter, kan gjøre at elevene utvikler kritisk tenkning siden det får elevene til å se flere sider av en sak. Dette kan sees i sammenheng med da lærer ba elevene om å være oppmerksomme på egen nøytralitet. Det er ikke slik at en gjerne alltid er helt objektiv. Dersom en har utformet en påstand kan det være at en allerede har gjort seg opp en formening om hva som er riktig. Da kan det være enklere å finne informasjon som støtter sin egen antagelse og en blir dermed ikke helt objektiv.

Helklassesamtale blir benyttet når lærer illustrerer viktigheten av å ha en god metode, som kan knyttes opp til gruppens undersøkelser. For eksempel er det viktig å ha nok informanter for å kunne gi et pålitelig svar. Et annet grep lærer tar i forbindelse med metode er å tilrettelegge for at elevene får diskutere metode i arbeidsgruppene. Lærer sørger også for at elevene retter fokus mot matematikken i undersøkelsen de skal gjøre, der en bruker gjennomsnitt, grafer og tabeller til å komme frem til matematiske løsninger og presentere funn. Det blir også presisert viktigheten av å være kritisk til resultatene, og i det utvalgte

datamaterialet finner vi at elever er kritiske til løsningene. Lærer legger også opp til helklassesamtale om tolkning av resultatene de kommer frem til. Selv om hovedgrepet er at lærer legger opp til modelleringsprosess, ser vi at lærer kan ta en rekke grep som kan ha påvirkning på elevenes utvikling av kritisk tenkning.

Når en ser funnene fra et elevperspektiv, kan det se ut til at grepene til lærer har hatt en direkte påvirkning på elevenes arbeid og deres utvikling av kritisk tenkning. De får blant annet trening i å forstå et problem og lage en problemstilling knyttet til et tema. I analysen vises det at elevene tolker det matematiske spørsmålet og validerer løsninger. De blir utfordret, og vi finner at elevene kritisk sjekker og reflekter over funnene. På denne måten kan elevene få utfordret sin kritiske tenkning knyttet til å vurdere og finne matematiske løsninger. Det kommer også frem at elevene har fått med seg flere av lærergrepene som er blitt fremmet gjennom modelleringsprosessen. Eksempelvis da de er kritisk til egen metode, og mener at det ikke er en god nok kilde. Dette kan vi se i sammenheng med lærers grep der lærer bevisstgjør elevene på viktigheten av en god metode for at resultatene i undersøkelsen skal være pålitelige og gyldige. Likevel må det nevnes at det er en forskjell på det tilgjengelige datamaterialet og det utvalgte datamaterialet. Det er elevgrupper som ikke lager matematiske modeller og heller ikke kritisk vurderer og reflekterer over løsninger de kommer frem til.

Vi har laget en oppsummering av kompetansene elevene kan opparbeide seg under modelleringsprosessen, vist i Maaß (2006). Vi mener at disse kompetansene er viktige for kritisk tenkning. En øver på å forholde seg kritisk til egne resultater og resultater som andre har laget. Grepene vi har identifisert som passer med kompetansene er listet opp i tabellen.

Tabell 4.11 – Grep sett i lys av fem modelleringskompetanser

Modelleringskompetanse	Forklaring	Eksempel	Grep
Forstå problemet	Lage antagelser og forenkle situasjonen.	<i>Trening og fysisk aktivitet gjør at vi sover bedre</i>	Trigge elevers interesser. Trene elever på å lage argumenter.
Bygge en matematisk modell	Gjennomtenkt metode, og kan illustrere resultatet grafisk.	<i>Vi ønsker mer enn 10-15 svar</i>	Helklassesamtale der en er kritisk om metode. Elever blir oppfordret til å diskutere metode i arbeidsgrupper, og lage egne undersøkelser. Elevene får da opplæring i Excel.
Løse matematiske spørsmål knyttet til modellen.	Bruke matematisk kompetanse til å løse problemet.	<i>I vår undersøkelse ser vi på mobilbruk påvirker soving. 53% svart merker ingenting. 18% jeg bruker lenger. 18% jeg sovner fortere</i>	Det rettes fokus mot matematikken, og hvordan en forholder seg kritisk til resultatene.
Tolke de matematiske spørsmålene	Generalisere løsning som var laget for en spesiell situasjon.	<i>Søvn er helt individuelt, der noen føler seg uthvilt nok med 8 timer eller mindre</i>	Helklassesamtale om tolkning av resultat.
Validere løsningene	Kritisk sjekke og reflektere over funn.	<i>Det vil alltid være feilkilder i et slikt prosjekt. Eksempelvis at folk blir så lei av å svare at de svarer feil med vilje.</i>	Kritisk vurdere kildene Være oppmerksom på egen nøytralitet

4.2 Elevenes dialog

I denne delen av analysen tar vi for oss elevenes samarbeid gjennom dialog. Ved kvantifiseringen av indikatorord i elevenes sluttprodukt, de argumenterende tekstene, kunne vi se at det var store forskjeller innad i gruppene. Vi finner det derfor hensiktsmessig å se på én gruppe med et jevnt høyt antall indikatorord, og én gruppe hvor det er større variasjon (se *Tabell 3.3*). Formålet med å sammenligne disse gruppene, er å se om vi kan oppdage noen forskjeller i måten elevene diskuterer på. Begge gruppene som er valgt ut ønsket å se på hvordan blått lys påvirket søvnen deres.

I datamaterialet har vi lydopptak fra de to gruppens arbeid fra 4. til 15. time. Mens vi hørte gjennom lydopptakene, noterte vi ned tidspunkter hvor elevene pratet faglig. Sett i lys av Mercer (2019) sin teori om konfliktfylt, kumulativ og utforskende samtaler, vil vi se om det er noen forskjeller i hvordan de to gruppene prater sammen. For å kunne fastslå at samtaler er utforskende, tas det i første del av analysen utgangspunkt i antall indikatorord brukt. I den andre delen av analysen ser vi nærmere på kvaliteten på samtaler, sett ut fra de 9 punktene Dawes, Mercer og Wegerif (2000) bruker for å klassifisere en utforskende samtale.

Tabell 4.12 – Gruppens bruk av indikatorord i diskusjon om problemstilling

4. time - Diskutere problemstilling (20 min)	Guttegruppe	Jentegruppe
Jeg mener/føler/tror/synes/tenker Etter min mening	3	9
For, fordi, siden, derfor, dermed	1	8
Kunne, kan, ser ut til, kanskje	8	24
Vil, ville, sier, viser	0	3
Indikatorord totalt	12	44

I det 20 minutter lange lydklippet hvor gruppene skulle diskutere problemstilling, ser vi markante forskjeller i antall indikatorord brukt. At jentegruppen bruker flere indikatorord i samtalen deres, samsvarer i utgangspunktet med antagelsen om at gruppen som jevnt over har

flest indikatorord i tekstene sine, også bruker flest indikatorord i samtalene de holder sammen. Vi ser det likevel nødvendig å gå dypere inn i samtalene for å se på hvordan de diskuterer, og hvordan disse indikatorordene kommer frem. I kapittel 4.1.2 følger transkripsjoner fra henholdsvis gutte- og jentegruppen mens de i 4. time diskuterer hvilke problemstillinger de ønsker å forske på. Begge utdragene er fra minutt 10 til 11 i lydopptaket, siden begge gruppene diskuterte sammen i dette tidsrommet. I de to påfølgende transkripsjonene fra 8. time, diskuterer elevene argumenter for og imot sine påstander. Disse lydklippene er i utgangspunktet på 3 minutter, men har av hensyn til leseren blitt kortet ned til 1 minutt taletid hver.

I tabellen under er det listet opp koder for å analysere hvorvidt dialogen på gruppene innehar karakteristikk for utforskende samtaler eller ikke. Kodene er basert på Dawes et al. (2000) sine grunnregler for utforskende samtaler. Reglene er oversatt til norsk (*egen oversettelse*). Når vi har sett at en av reglene forekommer i elevenes utsagn, har vi markert dette med grønn kode. Motsatt har vi røde koder for når elevene ikke tilfredsstillter reglene i tilstrekkelig grad. Dette kan for eksempel være ved at de legger frem en påstand, men ikke begrunner denne. Igjen må det poengteres at dette ikke er ment som et vurderingsverktøy, men snarere er en metode for å klassifisere elevenes samtaler.

Tabell 4.13 – Kodeskjema for analyse av dialog

Grunnregel	Kode forekomst	Kode motsatt forekomst
Relevant informasjon blir delt.	Informasjonsdeling.	Ingen informasjonsdeling.
Alle gruppe­medlemmer blir aktivt oppfordret til å bidra i diskusjonen.	Oppfordring.	Oppfordrer ikke.
Alle lytter aktivt.	Lytter.	Lytter ikke.
Hvert forslag blir vurdert.	Vurdering.	Vurderer ikke.
Begrunne meninger og ideer.	Begrunnelse.	Begrunner ikke.
Konstruktive innsigelser aksepteres. Respons på disse forventes.	Innsigelse.	Ingen innsigelser.
Alternativer blir diskutert før en kommer frem til en konklusjon.	Alternativer.	Forkaster alternativer.
Gruppen jobber mot felles enighet.	Felles enighet.	Ingen felles enighet.
Gruppen, ikke individet, tar ansvar for avgjørelsene som blir tatt.	Ansvarsdeling.	Ingen ansvarsdeling.

I transkripsjonene står elevenes antall indikatorord fra de argumenterende tekstene i parentes. Dette er for å skille mellom hvem som snakker, men også for å gi leseren et innblikk i om det er forskjeller i måten de diskuterer på. Etter de fire transkripsjonene lister vi opp forekomsten av kodene i en ny tabell, for å kunne se om det er forskjeller mellom de to gruppene.

4.2.1 Utdrag av elevdialoger

4. time. Guttegruppe diskuterer problemstilling (G(7) ikke tilstede)

G(20): Hvis vi skal trene og så se - så er vi nødt til å føre det ned. *Oppfordring*

G(24): Jeg husker når jeg sovnet i går, og skal trene i dag i hvert fall. *Informasjonsdeling*
Lytter

G(11): (Uklart hva som blir sagt)

G(20): Ikke gidd å gjør det nå, vi må først bli enige om hvilken påstand vi har om. *Felles enighet* *Oppfordring* *Lytter* *Vurdering*

G(11): Jeg har ikke fått noe, G(9). *Lytter ikke*

G(24): Du? Dere? [...] Dere? Dere? *Oppfordring*

G(9): Hæ? Det var synd for deg. *Lytter ikke*

G(24): Hallo? Hallo, hallo, hallo, hallo. Dere. Hvis sånn - mitt forslag for påstand, sant? Å prøve. Okay, mitt forslag ti [...] blir. *Oppfordring* *Informasjonsdeling*

G(9): Nå sendte du feil, G(11). *Lytter ikke*

G(24) Har det - har dere blått lys og rødt lys eller sånn [...] lamper og sånn? Har dere?
Oppfordring

G(9): G(11), G(11), G(11). *Lytter ikke*

G(20): Hva, nattlys? *Lytter*

G(24): Har dere blått lys eller rødt lys? *Oppfordring*

G(20): Jeg vet ikke. [...] Hvis dere har mobil så tar dere på blått lys da. Vi ser hvordan det fungerer [...] *Lytter* *Vurdering* *Oppfordring*

G(9): Har ikke du. Du har mobil sant? *Lytter ikke* *Oppfordring*

G(24): Ja, jeg har mobil hjemme. *Lytter* *Vurdering*

G(9): Ja okay. Okay. [...] *Lytter*

G(24): Vi kan, vi kan ... Sånn påstand [...] *Oppfordring*

G(9): Da må du ta på blått lys på mobilen. *Lytter ikke* *Ingen felles enighet* *Forkaster alternativer* *Vurderer ikke* *Oppfordring*

4. time. Jentegruppe diskuterer problemstilling

J1(18): Vi skal rulle, eller liksom, gjøre en ny bevegelse hver gang vi står opp.

Informasjonsdeling

J2(19): Men [kanskje](#) det er bedre at alle gjør noe på kvelden, så kan [for eksempel](#) du gjør noe på mobilen. Det er enkelt, [fordi](#) du er uansett på mobilen. Og så [kan](#) du spise om kvelden. Og så er det to stykker som gjør noe på morgenen. [For eksempel](#) at den ene bare lever som normalt, mens den [...] *Alternativer* *Oppfordring* *Begrunne* *Vurdering*

J3(18): Ja, men vi har allerede det her som er å leve som normalt. *Vurdering* *Innsigelse* *Lytter*

J2(19): Ja, men. Ja. *Lytter* *Vurdering*

J3(18): Se da, den leve som normalt [...] *Lytter* *Begrunne*

J2(19): Vi trenger ikke å notere det ned. Sånn som at hvordan du føler deg ... vi trenger ikke notere det ned her. *Lytter ikke* *Vurdering* *Innsigelse*

J3(18): Nei, men vi har jo allerede leve som normalt her. Her står det jo hvor godt du fungerte på dagen og sånn, og hvor godt du følte du sov. *Lytter* *Vurdering* *Begrunne* *Informasjonsdeling*

J2(19): Det [kan](#) være bedre at det kanskje to er på mobilen, og to er - gjør noe, [fordi](#) at da er det flere - da er det bedre - da ser vi liksom at de følger samme program. J1, det var noe du skulle si her. *Lytter* *Vurdering* *Begrunne* *Alternativer* *Oppfordring*

8. time. Guttegruppe diskuterer 2 argument for og 1 mot

Lærer får frem påstander om søvn som gruppene har lagt ved klassesdiskusjon. De skal nå diskutere, velge en påstand, og komme med 2 argumenter for og 1 argument mot påstanden. Guttene diskuterer kort og velger ut påstanden “man vokser fortere når man sover”.

G(24): Men jeg har faktisk en veldig god begrunning/forklaring på hvorfor man vokser mer når man sover. *Informasjonsdeling* *Alternativer*

G(9): Ja, så må vi ha en imot og to for. *Lytter* *Informasjonsdeling*

G(24): Ja, er det noen som er imot påstanden? *Lytter* *Oppfordring*

G(7): Vi [sagt spøkefullt]. *Lytter*

G(9): Eh, jeg tror ikke noen er imot den, men vi kan jo liksom lage en imot da. *Lytter*
Oppfordring

G(20): Hva? Hva er ...? *Lytter ikke*

G(9): På påstanden. Man vokser fortere jo mer man sover. Er du imot, eller er du for?
Lytter *Oppfordring*

G(20): Et motargument kan jo være at kroppen ikke fungerer - eller - hva kalles det? *Lytter*
Alternativer

G(9): G24 har i hvert fall et forargument. Og jeg har et for. *Lytter* *Informasjonsdeling*
Vurderer ikke

G(20): Ja, om natten så slutter kroppen liksom å fungere. Altså alt går automatisk [...]
Lytter *Alternativer* *Begrunnelse*

G(9): Ja, vil du si det er et argument imot? *Lytter* *Vurdering*

G(20): At ting går roligere sikkert. Jeg vet ikke. *Lytter* *Begrunnelse*

G(9): Ja, okay. Jeg kan si at man vokser fortere jo bedre man sover. Fordi kroppen blir veldig avslappet og da vokser den fortere. Sånn om nettene så blir man kanskje en halv centimeter - nei, ikke så mye. Jeg vet ikke. Et par millimeter høyere, og så krymper man igjen når man står opp. *Ingen innsigelser* *Lytter* *Informasjonsdeling*
Begrunnelse

G(24): Hæ? Så man krymper når man står opp? *Lytter* *Innsigelse*

G(9): Ja, det er snakk om veldig lite, men det er sånn at man - når man - om natten så er man høyere på natten enn om dagen. *Lytter* *Informasjonsdeling* *Begrunner ikke*

[Gruppen går tilbake til å diskutere hvilken påstand de skal bruke. De blander tydelig sammen begrepene *påstand og argument*. Videre diskuterer de et par minutters tid om hvilken påstand de skal velge. De nevner ingen nye argumenter før læreren bryter av gruppediskusjonene]

8. time. Jentegruppe diskuterer 2 argument for og 1 mot

Lærer viser frem påstander om søvn som gruppene har lagt. De skal nå diskutere, velge en påstand, og komme med 2 argumenter for, og 1 argument mot påstanden.

J2(18): Vi skal finne to argument som støtter påstanden vår [at skjermbruk påvirker søvnen], og et argument som kan støtte den. [Kan](#) jeg finne et argument som støtter? Vi er 3 personer, så vi kan finne et argument hver. *Informasjonsdeling* *Oppfordring* *Ansvarsdeling*

J1(19): Blå lys [tastaturlyd] fra skjerm vekker opp hjernen? Så da har vi en. Blålys fra skjerm vekker opp hjernen. Og så - øhm - . *Lytter* Informasjonsdeling* *Begrunnelse*

J2(18): Okay, veldig mange fagpersoner mener at det - øhm - liksom, det gjør det. For eksempel lærere, spesialpedagoger. Veldig mange. *Informasjonsdeling* *Begrunnelse*

J1(19): Ja, men det er jo en påstand. [Jeg tror](#) ikke vi kan si det. [Jeg tror](#) du må liksom ha en - *Lytter* *Vurdering* *Innsigelse*

J3(18): For noen kan det gjøre at du blir søvnig. Jeg vet ikke, jeg. - [For](#) noen syns gjerne at man blir søvnigere, jeg vet ikke, jeg. *Lytter* *Begrunnelse*

J1(19): Ja, men det var sånn påstand - [for eksempel](#) - øhm - det blålige lyset fra mobilen bla bla forstyrrer nemlig hjernens naturlige kjemiske balanse. Forstyrrer [tastaturlyd]. *Lytter* *Vurdering* *Innsigelse* *Begrunnelse* *Alternativer*

[J2(18) forklarer en annen gruppe hva de skal gjøre.]

J1(19): [Jeg tror](#) ikke det blir riktig, J2. Hvis du sier at et skap er stort, sant. Hvis det er en påstand. Og så det er plass til masse ting inni. Det er en påstand som bygger opp under det på en måte, sant. Da kan du ikke si mange mener det er et stort skap. *Vurdering* *Innsigelse* *Begrunnelse*

J2(18): Nei, du. Du. Mange foreldre opplever at barna - at barna øhm - får mindre energi og blir mindre våkne hvis de bruker skjerm kvelden før. *Alternativer*

J1(19): Jeg fant to stykker da. *Lytter* *Forkaster alternativer*

J2(18): Ja, men vi skal ha et argument som kan svekke. *Lytter* *Informasjonsdeling*

J1(19): Men det var ikke noe som kunne svekke. Det var jo - *Lytter* *Vurdering*

Innsigelse

J2(18): Mange foreldre mener at skjermbruk på sengen gjør at barna er mindre våkne.

Alternativer

J3(18): Det hører jo til det vi skal ha. [...] Det svekker jo ikke. *Lytter* *Vurdering*

Innsigelse

J2(18): Nei, vent litt da. *Lytter*

J1(19): Blålys fra skjerm vekker opp hjernen. Blå lys fra skjerm forstyrrer hjernens naturlige kjemiske balanse. *Informasjonsdeling* *Begrunnelse*

J2(18): Oki, barn, eller unge, som bruker skjerm på kvelden opplever ikke at dette er tilfelle for dem. *Alternativer*

J1(19): Ja, men skal det ikke være sånn - ikke hva noen mener, men liksom - *Lytter*

Vurdering *Innsigelse*

[J1(19) ber J2(18) om å se litt mer på det før hun konkluderer. De diskuterer videre om det å *oppleve* og *mene noe* er tilstrekkelige argument, før læreren bryter av gruppediskusjonene]

4.2.2 Oppsummering av funn

I transkripsjonene over har de to gruppene diskutert problemstilling og prøvd å finne argumenter som kan både styrke og svekke påstandene deres. Formålet med analysen var å se om vi kunne finne noen karakteristikk for hvordan de diskuterte innad i gruppen, i og med at det var så store forskjeller i bruk av indikatorord i de argumenterende tekstene de leverte. I tabellen under er det laget en oversikt over forekomsten av kodene vi brukte for å analysere dialogene. De positive tallene viser hvor ofte elevene delte informasjon, oppfordret alle til å bidra, lyttet aktivt og så videre. De negative tallene i parentes viser hvor ofte de gjorde det motsatte.

Tabell 4.14 – Resultat av samtaleanalyse

	Guttegruppe Problemstilling	Jentegruppe Problemstilling	Guttegruppe 2 for 1 mot	Jentegruppe 2 for 1 mot
Informasjonsdeling.	2	2	5	5
Oppfordring.	9	2	3	1
Lytter.	6 (-6)	6 (-1)	13 (-1)	10
Vurdering.	3	6	1 (-1)	6
Begrunnelse.	0 (-1)	4	3 (-1)	6
Innsigelse.	0	2	1 (-1)	6
Alternativer.	0 (-1)	2	3	4 (-1)
Felles enighet.	1 (-1)	0	0	0
Ansvarsdeling.	0	1	0	1
Totalt	11	28	26	38
Indikatorord	1	7	3	6

5. Diskusjon

5.1 Dialog

I resultatet av analysen ser vi at de to gruppene delte informasjon omtrent like ofte. Dette kan tyde på at elevene ønsket å dele ideer og kunnskap med gruppen sin. I teorikapittelet om dialog greide vi ut om Mercer (2019) sine tre arketyper for elevdialoger: konfliktfylte, kumulative og utforskende samtaler. Da guttene i første samtale skulle diskutere problemstilling, bar samtalen tydelige preg av å være konfliktfylte, i form av at det ikke var særlig mye samarbeid, men mange avbrytelser. Koden som forekom oftest i dette segmentet var “oppfordring” (ni ganger), som innebærer at en elev oppfordrer de andre gruppemedlemmene til å delta i diskusjonen. Dette er i utgangspunktet positivt, men når dette blir det mest fremtredende i dialogen, kan det tyde på at de andre gruppemedlemmene ikke responderer på oppfordringen.

Det var den eneste av samtaleene hvor gruppen ikke lyttet aktivt til hva som ble sagt, og begrunnelser, innsigelser og forslag til alternativer var fraværende. Et annet kjennetegn ved denne samtalen, var den lave forekomsten av indikatorord (én gang). Dette gjaldt også i analysen av hele lydklippene på 20 min, hvor vi så at mens jentene brukte 44 indikatorord, brukte guttene bare 12. Det kan tenkes at elevene med fordel kunne fått en klar ramme for hvordan man holder konstruktive diskusjoner. G(24) og G(20) prøver å ta ansvar og få de andre med til å diskutere problemstilling. Både G(9) og G(11) kan se ut som de ønsker å bidra på sin måte, men spiller ikke videre på det de andre kommer med. Det blir flere ganger poengtert at målet med diskusjonen er å lage en påstand, men dette fikk de egentlig ikke diskutert før læreren avbrøt gruppediskusjonen.

Det virker som de synes oppgaven i seg selv er givende, i og med at alle prøver å bidra. Spørsmålet er hvorvidt man kunne hjulpet elevene til å holde mer konstruktive samtaler. Et tydelig fokus fra læreren om at man må lytte aktivt og spille videre på innspillene de andre på gruppen kommer med, kunne vært en metode for å skape mer felles meningsutveksling. Det å kunne lytte og faktisk sette seg inn i hva andre sier vil, i tillegg til faglig utbytte, gi dem viktige ferdigheter innen sosial interaksjon. Ut fra et dannelsesperspektiv kan en slik kompetanse sies å være langt viktigere enn det faglige innholdet i seg selv. Dette er både med tanke på elevenes kritiske tenkning og deres sosiale kompetanse. Det første grepet vi ønsker å

belyse at lærer kan gjøre for å fremme kritisk tenkning, er derfor å *sette grunnregler/diskusjonsrammer for elevers dialog*.

Da jentegruppen skulle diskutere problemstilling, bar samtalen større preg av å være utforskende. Det var færre oppfordringer, mer lytting, i tillegg til at de flere ganger begrunnet (fire ganger) sine tanker, kom med innsigelser (to ganger) og forslag til alternativer (to ganger). Bruken av indikatorord (sju ganger) var også betydelig høyere. I og med at de holder en såpass god diskusjon, med samme forutsetninger som guttene - da menes det at ikke de heller har fått en klar ramme for hvordan å diskutere - kan det tenkes at denne gruppen bare er jevnere, og allerede har en bedre ide om hvordan de holder konstruktive diskusjoner. Dette kan også forklare den jevnt over hyppige bruken av indikatorord i de argumenterende tekstene deres, og i diskusjonen sett under ett.

I diskusjonen i 8. time kan vi ut fra resultatene se at guttene hadde en klar forbedring i måten de diskuterte på. Antall oppfordringer (tre ganger) gikk ned, mens de var mye mer aktive i å lytte (tretten ganger) til hva de andre på gruppen sa. De har fremdeles litt å gå på til jentegruppen når det kommer til vurdering av innspill, begrunnelser, innsigelser og fremlegging av alternativer, men det forekom tydelig hyppigere enn i den første analysen. De klarer til dels å spille videre på hverandres ideer og begrunne disse, men de kunne med fordel vært mer bevisste på å vurdere innspillene de andre kommer med, og komme med innsigelser. Samtalen har, i større grad enn hos jentene, kumulative karakteristikk, hvor informasjon blir lagt frem og til dels også begrunnet, men argumentene ikke utfordres av de andre på gruppen. Et eksempel kan være når G(20) sier at han er usikker selv når han prøver å fremlegge et motargument, men de andre på gruppen ikke vurderer og kommer med innspill til det han sier. Dette i motsetning til jentegruppen, hvor J1(19) og J3(18) tydelig legger frem innsigelser når de opplever at J2(18) kommer med en påstand uten tilstrekkelig ryggdekning, i stedet for et argument. Guttene har likevel en høyere grad av interanimering (Bakhtin, 1981) enn tidligere. Selv om datamaterialet er for lite til å si noe definitivt om det, kan det tyde på at det å jobbe på denne utforskende måten over tid, med gruppediskusjoner og utforskende arbeid, gjør at elevene naturlig utvikler teknikker for diskusjon og samarbeid.

Etter Dewey (1909) sin *complete act of thought*, har alle elevene fått (1) erfare en reell problemstilling omkring søvn. De har blitt bedt om å (2) definere problemet med en påstand. Videre må de (3) se på ulike løsninger for å unngå det blå lyset. Mulige løsninger var brillersom blokkerer ut blått lys, nattmodus på telefonen eller å unngå skjerm i det hele tatt før

leggetid. Etter dette måtte de (4) utvikle argumenter for og imot påstandene sine, før de til slutt (5) gjør undersøkelser og observasjoner som kan bekrefte eller avkrefte løsningen deres. Det kan altså sies at hele undervisningsløpet er lagt til rette for utforskende arbeid, som igjen burde gi rom for utforskende samtaler, da oppgaven er autentisk ved at det ikke er noen gitte svar. I så måte kan *bruk av utforskende oppgaver* være en plattform for å utvikle elevens kritiske tenkning.

Utfordringen ved å skille påstand og argument gikk for øvrig igjen i begge gruppens diskusjoner. En av strategiene for kritisk tenkning var ifølge Bailin et al. (1999) nettopp å *liste opp for- og motargumenter*. Vi ser likevel at det var mangel på en av de andre komponentene som må være til stede - nemlig at *elevne må ha tilstrekkelig bakgrunnskunnskap om det lærer ønsker at de skal diskutere*. J2(18) er i så måte heldig som har andre på gruppen som utfordrer hennes ide om forskjellene mellom påstand og argument, og hva som er tilstrekkelig argumentasjon. Hos guttene var det ingen som la frem innsigelser da de egentlig diskuterte påstand i stedet for argument. Det skal her sies at læreren fremla dette som “trening”, og at de etterpå gjennomgikk argumentene fra noen av gruppene. Her er et utdrag fra videoen av helklassesamtalen etterpå:

L: Dette her er fremdeles bare ord. [Tar en pause og kikker på elevene] Foreløpig er det litt mer som en diskusjon. Hadde dette vært en diskusjon mellom meg og M, så kan jeg si dette. Men det hjelper ikke hvis jeg ikke kan bygge det opp med noe. Så jeg må komme med fakta som er begrunnet, sant? Så disse her må bli bygget opp med noe som kan vise til det. En eller annen forskning som kan vise til det.

E: Når du sier forskning, mener du da forskning vi gjør selv?

L: For eksempel. Det *er* jo forskning.

E: Kan vi også bruke andre kilder?

L: Ja, jeg ville også sett på annen forskning.” - “For hvis vi har forsket selv og kommet frem til noe, så trenger ikke det alltid bli et entydig resultat. Det er ikke rett frem. Så det dere skal gjøre nå: De argumentene dere har funnet - de skal dere prøve å bygge opp. Dere skal se om dere finner noe som støtter dem. Det kan være vanskelig. Det er ikke sikkert dere klarer det, men vi skal øve litt på det, sant. Okei? Skjønnte dere det?

Her tar lærer to grep som kan tenkes å utvikle elevenes kritiske tenkning. For det første *spiller læreren videre på elevenes innspill omkring forskning*. Han inntar en interaktiv/dialogisk rolle, hvor han forklarer et tema elevene skal lære, men samtidig åpner han opp for innspill fra

elevene og fortsetter å forklare ut fra det de lurer på. Idet han gjør dette kan man etter Bailin et al. (1999) sine teorier si at han også *modellerer væremåten for kritiske tenkere*. Han peker på forskningens betydning, bruk av flere kilder og at man må underbygge argumentene sine. På denne måten *skaper han et miljø i klasserommet for kritisk tenkning*. Det virker som lærer har fått med seg at flere av elevene har problemer med å argumentere, fordi de ikke helt riktig vet hva et argument innebærer. Han nevner at det trengs noe som bygger opp argumentet; med fakta eller forskning. I tillegg bygger han videre på den ene elevens spørsmål om hvilken forskning de kan bruke. På et senere tidspunkt holder han også en klassesamtale hvor elevene selv skal komme med sine definisjoner på hva et argument er. Her kommer blant annet G(11), som slet med forskjellen mellom påstand og argument tidligere, med definisjonen *Det er noe man sier for å overbevise andre om en påstand*.

I så måte kan det sies at læreren har brukt Bailin et al. (1999) sine tre komponenter som bør brukes i undervisning for kritisk tenkning. For det første har elevene fått oppgaver som krever overveielser og vurderinger. De har selv måttet finne problemstilling, laget egne undersøkelser og søkt på nettet etter forskning som gir belegg for påstandene de kommer med. De andre komponentene er at læreren må hjelpe elevene med å utvikle de aktuelle ressursene som kreves for å arbeide med de gitte oppgavene og lage et miljø der kritisk tenkning blir verdsatt. Dette gjør han gjennom klassesamtaler, hvor han ber elevene dele påstander, diskutere og vurdere andres argumenter, i fellesskap definere ulike begreper om søvn og diskutere tolkning av datamateriale. Etter Vygotsky (1978) sin terminologi, kan man si at læreren modellerer "væremåten for kritiske tenkere" som Bailin et al. (1999) omtaler, som innebærer å ha respekt for begrunnelser og sannhet, prøve å forstå de andres synspunkter og samtidig stå for sine egne meninger.

Ifølge Bailin et al. (1999, s. 294) er det ikke tilstrekkelig å kun ha det intellektuelle på plass. Det krever også en spesiell væremåte, og det nevnes i teorien ulike punkter som kan karakterisere væremåten for kritiske tenkere. For eksempel gjelder det å ha respekt for begrunnelser og sannheter. I tillegg skal en kritisk tenker prøve å forstå andre mulige synspunkter. Samtidig skal man ha styrke til å stå opp for sine meninger selv om det skal være press til å gjøre det motsatte (Bailin, et al. 1994, s. 295). Dette har også likheter med analyseverktøyet vi brukte, som var basert på Dawes et al. (2000) sine punkter for utforskende samtaler. Uten en pre- og post-test blir det vanskelig å si hvor stor effekt dette har hatt på elevene, men de får i det minste trent på å lage seg problemstillinger og undersøke og

diskutere disse. De får også et innblikk i forskningsmetode, som kan bidra til forståelse om at ikke all forskning er likeverdig. Selv om utvalget av data er for lite til å si noe definitivt, kunne det se ut som guttene forbedret diskusjonene sine gjennom mer lytting, flere begrunnelser og innsigelser.

I Mercer og Littleton (2007) sin forskning kom det frem at elevene holdt mer utforskende samtaler når lærerne hadde fokus på grunnreglene i forkant. Det kan tenkes at disse rammene kunne vært hensiktsmessige i dette prosjektet også. Dette blir igjen et spørsmål om alle elevene, selv om de jobber med givende, klart definerte oppgaver, vet hvordan de skal forholde seg i en konstruktiv diskusjon med de andre på gruppen. I helklassesamtalene, som læreren styrer, blir alle elevenes ideer hørt. En person snakker om gangen, og læreren spiller videre på det elevene kommer med. Dette kan være i form av å anerkjenne det elevene sier, eller å spille videre på og utfordre det elevene kommer med. Ideelt sett vil elevene bruke de samme samtaleteknikkene når de prater seg imellom, men det kan tenkes at de må bevisstgjøres disse teknikkene for at dette skal finne sted. Vi ser også at læreren bruker den digitale tavlen aktivt under flere av samtalene han har med klassen. Et eksempel er at elevene skulle ramse opp aktuelle påstander de kunne undersøke omkring søvn. Dette er hva man kan kalle et autentisk spørsmål (Nystrand & Gamoran, 1997), da det i utgangspunktet ikke er noen rette eller gale svar. Læreren fikk en elev til å skrive opp påstandene på tavlen mens han satt bak i klasserommet og spurte de ulike gruppene om de kunne dele det de hadde pratet om i forkant. I så måte tar han en dialogisk/interaktiv tilnærming til samtalen, hvor klassen i fellesskap kommer frem til tanker og ideer man kan spille videre på. Det kan tenkes at dette gir økt eierskap til elevene, og at de opplever at det de prater om blir hørt når det kommer opp på tavlen. Et annet grep lærer gjør er altså *å få opp elevenes ideer, påstander og argumenter på tavlen.*

Selv om læreren får elevene til å bidra i dialogen og reflektere rundt begreper som omhandler kritisk tenkning, argumentasjon, påstander og forskning, har vi sett store variasjoner i hvor stor grad det foregår matematiske samtaler i datamaterialet vårt. Dette gjenspeiles også i de argumenterende tekstene de leverte til slutt, der bare noen få grupper har modeller og diskuterer resultatene de har funnet i spørreundersøkelsene. I klasse 1 bruker 6/21 elever statistikk fra egne spørreundersøkelser til å argumentere for sine synspunkter. I klasse 2 er dette tallet noe bedre, hvor 10/19 aktivt bruker diagrammer og refererer til tall fra spørreundersøkelsen de har utført. Et vesentlig grep lærer gjorde i klasse 2, som ikke ble gjort

i klasse 1, var at han poengterte viktigheten av å ha med egne tall fra spørreundersøkelsen i de argumenterende tekstene:

L: I den teksten dere skal skrive, der er det og en fordel om vi tar med en del av forskningen vi har gjort selv som argument, og se det opp mot annen forskning. “Med min forskning ser vi at”, og se hvordan det stemmer med annen forskning.

E: I vår undersøkelse ser vi på hvordan mobilbruk påvirker soving. 53% har svart “Merker ingenting”. 18% “Jeg bruker lenger tid”. 18% “Jeg sovner fortere”.

L: Vi må jobbe med å tolke svarene, se det opp mot annen forskning og se hvordan det kan være sånn. - Ta og bruk litt matematikk også, prøv å få det med. Det vil være bra for dere. Grafer som skal tolkes, f.eks. tallmateriale skal forstås.

Dette er et eksempel på et øyeblikk hvor lærer inntar en interaktiv/autoritativ rolle. Han har kanskje sett at elevene sliter med å bruke matematikken i oppgaven sin, og ser det derfor nødvendig å poengtere dette overfor dem, i stedet for å spille videre på det eleven sier. Det kan tenkes at det for elevene ikke faller dem naturlig å bruke tallmaterialet i de argumenterende teksten deres. For eksempel ved at de ser på spørreundersøkelsene og de argumenterende tekstene som to isolerte oppgaver. Siden denne studien ser på hvordan lærer kan fremme elevers kritiske tenkning i matematikk, blir et annet grep vi ønsker å belyse at det er viktig at *læreren bevisstgjør elevene til å bruke sine matematiske analyser i egen argumentasjon*. Fra et matematisk ståsted er mye av hensikten med prosjektet å se på forskningen som er gjort, og å sammenligne det med sin egen forskning. Når ikke dette blir gjort, faller litt av meningen med spørreundersøkelsene bort. Sett i lys av Alrø og Skovsmose (2006) sine åtte dialogiske talehandlinger, kan det diskuteres hvorvidt læreren utnytter læringspotensialet som ligger i modelleringsarbeidet til elevene. Dette kan selvsagt være et bevisst valg av læreren; at fokuset ligger på de natur- og samfunnsfaglige sidene ved undervisningsløpet. Samtidig oppstår det flere muligheter læreren kunne grepet for å hjelpe elevene til å oppdage og identifisere matematiske ideer. Eksempler på dette kan være ved å få opp linjediagrammer over søvn på tavlen og diskutere og tolke disse, enten i grupper eller i fellesskap. Hvilke verdier viser henholdsvis x- og y-aksen? Hvilken informasjon kan vi hente ut fra disse verdiene? Hvilken relevant informasjon blir *ikke* synliggjort i denne grafiske fremstillingen. Hvor mange har blitt undersøkt, og er dette et tilstrekkelig utvalg? Å løfte frem disse momentene i tolkningen av grafer kunne muligens gjort elevene mer bevisste på *hva* som vil være viktig i deres egne undersøkelser, og ikke minst *hvorfor* dette er viktig.

Etter Alrø og Skovsmose (2006) sin terminologi kan lærer veilede elevene til å oppdage aspekter ved grafene de ikke selv er bevisste og identifisere matematiske ideer de kan gå dypere inn i. Elevene kunne kanskje hatt nytte av at læreren oftere gikk inn og utfordret elevene på spørreundersøkelsene. Hva er det som undersøkes? Er dette sammenlignbart med forskningsartiklene dere allerede har lest? Ved å evaluere underveis kunne læreren ha hjulpet elevene inn på riktig spor. Et annet grep kan derfor være *å hjelpe elevene til å oppdage og identifisere matematiske ideer*, men også *å utfordre dem på forskningen deres og evaluere modelleringen underveis*. Det er selvsagt en vanskelig balanse å finne; hvor mye man skal inn og veilede elever i en utforskende oppgave som baserer seg på elevers autonomi. Paralleller kan trekkes til Mortimer og Scott (2003) sine ideer om vekslingen mellom de ulike tilnærmingene til klassesamtaler. Enkelte grupper ser ut til å klare seg fint på egenhånd, mens andre ser ut til å slite mer med å finne veien fra utforskning til konklusjon. Ved sistnevnte tilfelle kan en mer autoritativ tilnærming til dialogene hjelpe elevene til å få mer læringsutbytte i de matematiske temaene. Dette blir en konstant vurdering lærer må gjøre. I likhet med samtaleteknikkene, ser det ut som bevisstgjøring er et nøkkelord her. I en så stor og åpen oppgave som de jobber med, virker det som flere av elevene kan ha behov for å bevisstgjøres formålet med oppgaven underveis i undervisningsløpet. I denne delen av diskusjonen har vi sett på hvilke grep lærer kan gjøre for å fremme elevers kritiske tenkning i matematikk gjennom dialog. For å lettere danne oversikt lister vi opp alle grepene under:

- Sette grunnregler/diskusjonsrammer for elevers dialog.
- Bruk av utforskende oppgaver.
- Gjennom gruppediskusjon liste opp for- og motargumenter.
- Sørge for at elevene har tilstrekkelig bakgrunnskunnskap om det en ønsker at de skal diskutere.
- Gjennom helklassesamtale spille videre på elevenes innspill omkring forskning.
- Modellere væremåten for kritiske tenkere.
- Skape et miljø i klasserommet for kritisk tenkning.
- Få opp elevenes ideer, påstander og argumenter på tavlen.
- Bevisstgjøre elevene på å bruke sine matematiske analyser i egen argumentasjon.
- Hjelp elevene til å oppdage og identifisere matematiske ideer ved modelleringen
- Utfordre dem på forskningen deres og evaluere modelleringen underveis.

5.2 Matematisk modellering

Gjennom diskusjonskapittelet til nå har vi diskutert hvordan lærergrepet dialog kan tilrettelegge for elevers kritiske tenkning, sett i lys av teori. Det andre hovedgrepet vi har identifisert er knyttet til grep lærer tar under modelleringsprosessen. Avslutningsvis diskuterer vi hvordan funnene fra modelleringsprosessen og dialogen henger sammen, og hvorfor dette er de to hovedgrepene lærer kan gjøre for å tilrettelegge for elevenes kritiske tenkning.

Gjennom analysen har vi sett på ulike typer elevarbeid for å få et bredt innblikk i hvordan elever kan utvikle kritiske tenkning. Blant annet viser funnene at elever møter på ulike utfordringer som de blir satt på prøve til å løse. Elever må utarbeide antagelser knyttet til tema om søvn. Videre viser analysen at elevene må bruke matematisk kunnskap for å finne løsninger på problemet. En ser også at elevene kritisk validerer løsningene de kommer frem til. Knyttet til de spesifikke grepene lærer kan ta i forbindelse med modelleringsprosessen, har vi i analysen presentert åtte grep som kan ha en god effekt på elevens utvikling av kritisk tenkning. Disse spesifikke grepene er listet opp under:

- Trigge elevers interesser ved hjelp av autentiske oppgaver og spørsmål.
- Trene elever på å lage argumenter.
- Helklassesamtale der en er kritisk om metode.
- Elever blir oppfordret til å diskutere metode i arbeidsgrupper.
- Det rettes fokus mot matematikken, og hvordan en forholder seg kritisk til resultatene.
- Kritisk vurdere kildene
- Være oppmerksom på egen nøytralitet.
- Bevisstgjøre elevene på å bruke sine matematiske analyser i egen argumentasjon

Forstå problemet

“Trening/fysisk aktivitet gjør at vi sover bedre”

Galbraith og Stillman (2006) skriver at det kan være en utfordring for en del elever å forstå oppgavens kontekst. For å hjelpe elevene med dette har vi identifisert et lærergrep som baserer seg på å trigge elevenes interesser, som er viktig for at elevene skal bli interessert i et tema. Det kan da være enklere å finne en problemstilling de ønsker å arbeide med, som de igjen kan oppleve å få eierskap og autonomi til. ARGUMENT og lærer legger opp til at

elevene skal arbeide med søvn som tema, og dette har sine fordeler. En av fordelene er at det er et tema som påvirker elevene i det virkelige liv. Å la elevene arbeide med en oppgave fra virkeligheten støttes av Kolstø (2020), og han argumenterer også for at oppgaver som inneholder omstridte evidensbaserte argumenter kan trigge elever til faglig deltakelse. I denne studien presenterer læreren påstanden *Elever som legger seg før klokken 23 får best karakterer*, som vi mener trigger elevenes interesse. Det kan være elevene ikke tenker på søvn som matematikk, men modelleringskompetanse er å løse problemer med matematikk, selv om problemet i utgangspunktet ikke var matematisk (Berget & Bolstad, 2019). Det er når elevene bruker ting de har lært i faktiske situasjoner, at elevene ser behovet for det som læres (Elder & Paul, 2008). Lærerens grep om å trigge elevenes interesser er sentralt fordi elevene kan oppleve at undervisningen trekkes mot faktiske situasjoner eller situasjoner som kan komme til å påvirke livene deres. En annen forklaring til hvorfor mange elever ble interessert i oppgaven kan skyldes at de befant seg i det Skovsmose (2003) kaller for undersøkelseslandskapet, der elevene ønsket å utforske og finne ut av en problemstilling. Samtidig var det ikke alle elever som var like engasjerte. Som Skovsmose også sier, kan det kun kalles et undersøkelseslandskap dersom elevene takker ja til invitasjonen. Det er ikke sikkert alle elevene opplever søvn som et spennende tema å undersøke.

I analysedelen ser vi at elever lager ulike problemstillinger, og lager passende matematiske modeller. Blum og Ferri (2009) skriver at elever gjerne klarer å lage en passende modell, men sliter med å utarbeide antagelser. En forklaring for hvorfor elevene i det utvalgte datamaterialet har lyktes med å lage matematiske modeller, kan være at lærer har trigget elevenes interesser, og at elevene opplever motivasjon og eierskap til oppgaven. I tillegg ser vi i videoobservasjoner at elevene øver med lærer på å lage antagelser. Etter elevene hadde laget påstander, fikk de også se de andre påstandene som ble laget av de andre i klassen, og de ble videre bedt om å vurdere hvilke påstander de syntes virket interessante. Elevene ble også oppfordret til å lage for- og motargumenter tilhørende påstanden deres. Dette kan knyttes til Frankfurterskolen, der en søker etter det beste argument (Helle, 2019). Til kompetansen om å forstå problemet i Maaß (2006) er det viktig å identifisere mengder som er av betydning for antagelsen og å finne variabler. I analysen viser vi til en elev som fremmer påstanden *Trening og fysisk aktivitet påvirker hvordan vi sover*. Eleven argumenterer for at treningsmengde er relevant for antagelsen. Eleven viser dermed at situasjonen er forstått, og ser sammenhengen mellom matematikk og virkelighet (Kaiser, 2005).

Grepet lærer tar for å trene elever i å utarbeide påstander, og knytte for- og motargumenter til problemet, trener elevenes evne til å se saker fra ulike sider. Dette er et viktig aspekt for kritisk tenkning. Når elevene arbeider med for- og motargumenter, øver elevene seg på å identifisere hva som er argumentets premiss, konklusjoner og påstand. Dette peker Bailin et al. (1999) på som en viktig ferdighet hos en kritisk tenker. Det at elevene trener på å lage egne for- og motargumenter gjør at elevene har mulighet til å finne egne svar, som er et viktig poeng i kritisk pedagogikk. En kritisk pedagogikk skal ikke foregå gjennom en kunnskapsoverføring til elevene, de skal ha mulighet til å finne egne svar (Kvernbekk, 2021). Gjennom det første stadiet i modelleringsprosessen mener vi at lærers grep om å trigge elevers interesser og trene elever på å lage påstander, og for- og motargumenter fører til at elevene har et grunnlag for å *forstå situasjonen*. I tillegg hjelper det elevene om å kunne skille mellom relevant og irrelevant informasjon knyttet til en problemstilling. Dette er i tråd med Maaß (2006) der det fremgår at det å skille mellom relevant og irrelevant informasjon blir sett på som en sentral kompetanse i det første stadiet av modelleringsprosessen.

Matematisk modell

For å lage en matematisk modell fra en ekte situasjon, er det å kunne forenkle mengder, sammenhengen mellom dem og redusere antall og kompleksitet en nyttig kompetanse (Maaß, 2006). Det vi har sett når elever har arbeidet med matematiske modeller er at informantene gjerne er medelever eller lærere på skolen. Ved å kun spørre medelever og lærere på skolen, kan en og si at kompleksiteten i oppgaven reduseres. For eksempel undersøker en elevgruppe om ungdommer behøver mer enn åtte timer søvn hver natt. For å finne ut av dette spør elevene 45 elevinformanter fra skolen. En kan argumentere for at elevene ikke har et tilstrekkelig utvalg til å bedømme om ungdommer trenger mer enn åtte timer søvn. For at elevene skal kunne bli mer kritiske til egen og andres metode har vi gjennom funn i datamaterialet identifisert to grep lærer tar som kan knyttes til utarbeidelse av metode. Det ene grepet er å ha en helklassesamtale der lærer modeller kritisk væremåte til hvordan en skal vurdere undersøkelsers metodedel. Noe av det lærer diskuterer er knyttet til utvalg av informanter. Ved at lærer modellerer kritisk væremåte knyttet til det å lage en matematisk modell, mener vi at lærer er med på å konstruere et miljø der kritisk tenkning er verdsatt, og kan forklare at en forsøker å styre de sosiomatematiske normene i klasserommet mot en kritisk retning. Cobb og Yackel (1996) argumenterer videre for at læreren spiller en viktig rolle for å etablere disse sosiomatematiske normene.

Det andre grepet vi har identifisert i analysen er lærers oppfordring til at elevene skal diskutere metode, og lage egne undersøkelser. Når lærer diskuterer metode med elevene, diskuterer en også forskningens gyldighet, og dette er et sentralt aspekt når det kommer til kritisk tenkning. Det at elevene, som vi har tatt utgangspunkt i for vår analyse, har lyktes med å lage matematiske modeller mener vi kan forklares ut fra lærers rolle. Hvilken rolle lærer skal ha gjennom modelleringsprosessen belyser Blum og Ferri (2009). Lærer må kunne støtte elevene i modelleringsprosessen. I tillegg må modelleringsoppgavene være passende og det må være en bestemt balanse mellom innblanding fra lærer og elevs selvstendighet (Blum & Ferri, 2009). At lærer gjennomfører helklassesamtale om metode, men elevene selv får bestemme hvilken metode de skal bruke mener vi viser en passende innblanding fra lærer og elevs selvstendighet. Samtidig var det en del elever som ikke utarbeidet spørreundersøkelser og matematiske modeller, og det kan argumenteres for at disse elevene hadde behov for sterkere innblanding fra lærer.

I kompetansen om å lage matematisk modell fremgår det i Maaß (2006) at matematiske løsninger skal kunne representeres grafisk. I datamaterialet vårt er det flere elevgrupper som illustrerer modellen grafisk, som regel gjennom en figur laget i Excel. Dette funnet viser hvordan elevgruppen ser sammenhenger mellom viktige variabler, og hvordan dette kan brukes til å besvare problemstilling, og illustreres grafisk. Likevel har vi i analysedelen identifisert at elevgrupper kan ha problemer med å bestemme seg for hvilken måte en skal illustrere de matematiske løsningene på, enten ved bruk av sektordiagram eller linjediagram. Dette stadiet i modelleringszyklusen er en av de mest utfordrende delene i modelleringsprosessen, skriver Galbraith og Stillman (2006), fordi elevene skal gå fra et ekte problem til modell. Dette krever at elever har nødvendige bakgrunnskunnskaper for å løse problemet. Dette finner vi også i Bailin et al. (1999) der det går frem at i hvilken grad en har kunnskaper om et bestemt område, avgjør i hvilken grad en kan tenke kritisk. Som nevnt har vi i det tilgjengelige datamaterialet en del elevgrupper som ikke har laget matematiske modeller, og derfor ikke har presentert dette i sine skriftlige individuelle tekster. Dette kan skyldes at en del elever har falt fra etter de utarbeidet påstand.

Tolkning av matematisk resultat

Gjennom Maaß (2006) presenteres det at de matematiske resultatene skal tolkes i lys av den ekte situasjonen. Når en kommuniserer om løsningene er det nyttig å bruke passende matematisk språk. Et lærergrep vi har identifisert når det kommer til elevenes tolkning av matematisk resultat, er at det rettes fokus mot matematikken, og hvordan en forholder seg kritisk til resultatene. Den enkleste måten å gjøre dette på er å finne ett element fra de matematiske resultater som passer med den virkelige situasjonen. Mer utfordrende er det når en må sammenligne flere ulike verdier (Galbraith & Stillman, 2006). En del elever tolker de matematiske resultatene ut fra gjennomsnitt. Dette er ett element fra de matematiske verdiene som passer med den virkelige situasjonen, men en ser ikke på flere ulike verdier. Lærer påpeker dette, og forklarer at gjennomsnitt ikke alltid viser hele bildet. Vi ser også i analysen at elevene “løfter” opp egne besvarelser og vurderer flere verdier og variabler. Dette kan være et kjennetegn på at elevene tolker de matematiske spørsmålene og tenker kritisk. Oppsummert ser vi det samme som Galbraith og Stillman (2006), der det er variasjoner på elevenes tolkninger, der de varierer i hvilken grad de bruker matematikk.

Kritisk vurderinger av resultater

Knyttet til kompetansen om å validere løsningene, viser Maaß (2006) til at det handler om å kritisk sjekke og reflektere over løsninger. Det kan også handle om å vurdere noen av delene ved modelleringsprosessen på nytt, eller gå gjennom den på nytt dersom ikke løsningene samstemmer med situasjonen. Her viser det seg at en måte å validere løsningene på, er å stille spørsmålsteget ved modellen. Funn fra analysen viser at det å kritisk vurdere kildene er et grep som kan utvikle elevens kritiske tenkning, og er et grep vi kan se i sammenheng med kompetansen om å validere løsninger. Vi har flere eksempler på at elever kritisk vurderer sine resultater. For eksempel er det en elev som har vært på en gruppe som har undersøkt om mobilen kan påvirke søvnrytmen. Eleven viser i sin argumenterende tekst til forskning, som beskriver at mobil før leggetid muligens ikke er så bra. Personlig mener eleven at mobilbruk ikke har så stor innvirkning på søvn, så lenge en bruker blått-lys-filter. Eleven skriver videre at *selv om det ikke har så stor betydning for meg, betyr det ikke at det ikke har noen effekt på andre*. Dette mener vi passer med kompetansen om kritisk vurdering av løsninger.

Gjennom deltakelse i diskusjon skal eleven se verdien av kunnskapsbaserte begrunnelser (Argument, 2021, s. 1). Gjennom analysen viser vi til en elev som undersøker om aktiv mobilbruk påvirker innsovingen. Eleven viste til at det var en del elever som brukte lang tid

på sovne, men at over halvparten av elevene svarte at de ikke merket at mobilbruken påvirket innsoving, og derfor kunne ikke eleven trekke noen konklusjoner. Dette mener vi er et klart eksempel på kunnskapsbasert validering av undersøkelsens resultater. Kunnskapsbasert validering mener vi er et viktig aspekt knyttet til kritisk tenkning, der elevene skal vurdere om modellene stemmer med den virkelige situasjonen den skulle beskrive. Når en validerer er det viktig å være klar over egen nøytralitet, som er et grep vi har identifisert hos lærer knyttet til å validere løsninger. Dette grepet er sett i sammenheng med det vi finner i Elder og Paul (2008) som skriver at det å øve elever i hvordan vurdere egne ytringer, kan være et grep som kan utvikle kritisk tenkning. Vi mener at når en vurderer egne ytringer har en mulighet til å undersøke i hvilken grad en er nøytral i en sak. En er sjelden helt objektiv når en gjennomfører undersøkelser.

I datamaterialet ser vi hvordan elevene bruker matematisk kompetanse, og hvordan de kritisk vurderer egne beregninger knyttet til gjennomsnitt. Her blir det en matematisk diskusjon, hvor de kritisk vurderer hvordan de har beregnet feil. Denne matematiske diskusjonen knytter vi til Skovsmoses sekstrinnsmodell (1992), der en reflekterer over hvordan matematikken blir brukt. Fra sekstrinnsmodellen er det særlig to spørsmål elevgruppen bruker for å kritisk vurdere resultatene, og det er “Har vi brukt algoritmene på korrekt måte?” og “Kan vi stole på resultatene fra algoritmen”? Ved at elevene diskuterer matematikken gjennom dialog, mener vi at det legges til rette for at elevene kan tenke kritisk. Et poeng i dette tilfellet er at elevene trykker inn feil på kalkulatoren og får da feile svar. Galbraith og Stillman (2006) tydeliggjør at når elevene skal finne matematiske løsninger til en modell, er det viktig at elevene vet hvilke utregninger en kalkulator kan utføre og hvordan man skal gjøre dem.

6 Avslutning

I det avsluttende kapittelet vil vi oppsummere funn, og se de ulike kapitlene i sammenheng. Det presenteres en konklusjon for studien, og senere rettes fokus på studiens svakheter og begrensninger. Vi drøfter også studiens betydning og veien videre.

Gjennom denne oppgaven har vi argumentert for at erfaringsbasert læring, utforskende undervisning (inquiry-based learning), matematisk modellering og utforskende dialoger henger tett sammen i utviklingen av kritisk tenkning. I Dewey (1909) sin *complete act of thought* så vi at erfaringsbasert læring baserer seg på å (1) identifisere et problem, (2) definere problemet, (3) komme med forslag til mulige løsninger, (4) resonnerer seg frem til metoder for å undersøke om løsningene er tilstrekkelige og (5) observere og foreta undersøkelser som gjør det mulig å komme med en konklusjon. I denne læringsprosessen oppstår det en *dobbel refleksjon*. Den første delen av prosessen er en induktiv tilnærming til problemet, hvor elevene må tolke data og annen informasjon de blir gitt basert på sine egne bakgrunnskunnskaper. I den andre delen må elevene deduktivt formulere problemstilling og hypoteser, gjøre sine egne undersøkelser og se om deres observasjoner og resultater samsvarer med tolkningene de baserte hypotesene sine på. I denne prosessen er det mulighet for at resultatene de får ikke stemmer overens med de første antagelsene. Dermed må elevene på nytt foreta en induktiv tilnærming til problemet og finne ny informasjon, eller til og med endre forskningsspørsmål eller metode. Den doble refleksjonen er altså ikke en isolert, tosidig prosess, men en sirkulær prosess hvor man hele tiden gjennomgår induktiv og deduktiv tenkning.

Om vi tar for oss de fem kompetansene vi har analysert elevenes modelleringsprosess ut fra, er tilnærmingen svært lik Deweys *complete act of thought*. Som nevnt innebærer disse fem kompetansene å *forstå problemet, bygge en matematisk modell, løse matematiske spørsmål knyttet til modellen, tolke de matematiske spørsmålene og validere løsningene* (Maaß, 2006). Begge tilnærmingene baserer seg altså på å forstå problemet som blir gitt dem, finne forslag til løsninger og bygge verktøy som undersøker disse løsningene. I begge tilfeller må elevene tolke og validere løsningene de kommer frem til. Det kan argumenteres for at elevenes kritiske tenkning blir viktig i begge prosessene som helhet, men også isolert sett i de siste to punktene til hver av modellene. For å kunne konkludere eller validere løsningene de har kommet frem til, kreves kritisk tenkning i form av å vurdere om analysene de har utført gir et

objektivt bilde på den reelle problemstillingen de undersøker.

Med så klare likhetstrekk mellom den erfaringsbaserte læringen og matematiske modelleringen, kan en spørre seg hvorfor dialog skal være en så sentral del av denne oppgaven. Er det ikke tilstrekkelig at elevene jobber med disse kompetansene for å utvikle kritisk tenkning? I mange tilfeller kan det tenkes at det er tilstrekkelig. Modellering og erfaringsbasert læring kan, som vi har argumentert for, være to sider av samme sak. Modellering kan sies å være en matematisk, erfaringsbasert læring, som oppfordrer elevene til å tenke kritisk gjennom problemløsning. Likevel mener vi at det er to viktige komponenter som går tapt om vi kun ser på elevenes arbeid med oppgavene de blir gitt; nemlig *lærerens instruksjoner* og klassens *kollektive refleksjon*. For å få innblikk i grepene lærer tar, og refleksjonsprosessene til elevene, har vi forsøkt å analysere dialogene som oppstår – både i helklassesamtaler og gruppesamtaler. I kapitlet om dialog la vi frem Vygotsky (1978) sin teori om intermental og intramental tenkning. Om en som underviser klarer å fremme en diskurs hvor felles refleksjon blir verdsatt og hørt, er det sannsynlig at elevene får diskutere tanker og ideer de ikke ville erfart om de skulle jobbet med modelleringsprosessen alene. Det er fortsatt deres egne erfaringer og tanker, men de får tilgang til flere perspektiver og tolkninger, som de igjen må bearbeide og omformulere til egen tenkning. Gjennom aktiv lytting kan intermental tenkning (kollektiv refleksjon) bli en inkorporert del av elevenes egne tankemønster – deres intramentale tenkning. Ved å lytte til flere perspektiver og tanker, kan en se verdien av å ha flere perspektiver og tanker selv. Slik kan kritisk tenkning utvikles.

6.1 Konklusjon

Hensikten med denne studien har vært å undersøke hvordan en kan tilpasse undervisningen for at elevene skal kunne utvikle kritisk tenkning. Kritisk tenkning er presisert gjennom overordnet del i læreplanverket (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 6), i tillegg til at det er et sentralt punkt i matematikkfagets relevans og sentrale verdier (Kunnskapsdepartementet, 2019). Fokuset i denne oppgaven har hovedsakelig vært å undersøke modelleringsprosessene og dialogene elevene har hatt gjennom prosjektet, og se hvilke effekter dette kan ha på elevenes kritiske tenkning. Funnene våre peker på at lærer tilknyttet modelleringsprosess kan ta grep som å trigge elevers interesser, trene elever på å lage argumenter og kritisk vurdere kilder. *Hvilke grep kan lærer ta for å tilrettelegge for elevers kritiske tenkning i matematikk?* har vært problemstillingen i denne oppgaven, og arbeidet med den har gitt oss viktige indikasjoner på hvordan en lærer kan gjøre dette. Metoder lærer kan bruke som vi har presentert i denne studien er blant annet aktiv bruk av helklasse- og gruppesamtaler, og prosjektarbeid over flere timer som gir elevene autonomi og mulighet til selv å utforske. Vi har funn som tilsier at metodene med fokus på modellering og dialog kan ha en effekt på elevers utvikling av kritisk tenkning.

Når det kommer til elevers arbeid gjennom modelleringsprosessen finner vi i det utvalgte datamaterialet at elevene utarbeider påstander knyttet til et tema, i dette tilfellet søvnløshet. Elevene formulerer en metode for å svare på påstanden, der elevene blant annet avgjør hvor mange informanter som skal besvare undersøkelsen. Resultatene blir ofte presentert gjennom sektordiagrammer. Elevene blir også utfordret i å tolke resultatene fra undersøkelsene. Vi ser også i datamaterialet at elevene kritisk validerer løsningene. De fleste elevgruppene mestrer dette på en fornuftig måte, og lærer støtter elevene gjennom de ulike stegene av modelleringsprosessen. Lærer belyser hvordan en kan stille seg kritisk til metode, forskningens gyldighet og om nøytralitet. Elevene får se hvordan lærer modellerer væremåten til en kritisk tenker. De møter også motstand og utfordringer. Når en skal bruke matematisk kunnskap for å løse problemer, ser vi at elever kan streve med å bruke algoritmer for å komme frem til resultatene. Å bruke matematiske verktøy kan være en utfordring når en skal regne gjennomsnitt. Funnene tilsier at lærers grep kan bidra til å utvikle elevenes kritiske tenkning i matematikkundervisningen. Samtidig er det elever i det tilgjengelige datamaterialet som ikke mestrer modelleringsprosessen, der de ikke lager undersøkelser og ikke kritisk vurderer resultatene. Å studere hvordan lærere kan tilrettelegge for at flere elever skal kunne utvikle kritisk tenkning ved bruk av tall og tolkning av data er et viktig fokus fremover.

For å analysere elevenes argumentasjon gjennom dialog, så vi først etter antall indikatorord de brukte i deres skriftlige produkter. Det var interessant å se at bruken av indikatorord i tekstene gjenspeilte seg i gruppediskusjonene, hvor den jevne jentegruppen brukte betydelig flere indikatorord enn den mer ujevne guttegruppen da de skulle diskutere problemstilling. Vi kunne også se at jentegruppen oppfylte flere karakteristikk for utforskende samtale enn guttegruppen. Funnene våre peker på at lærer kan gjøre grep som å sette opp grunnregler eller andre rammer for elevenes dialog, bruke utforskende oppgaver, modellere væremåten til kritiske tenkere og skape et miljø i klasserommet for kritisk tenkning. Ved å lytte og spille videre på det elevene sier, kan elevene oppleve at deres ideer blir hørt, mens læreren på samme tid kan bygge videre på elevenes kunnskap. Det viser seg utfordrende for noen elever å bruke de samme samtaleteknikkene når de prater uten lærer til stede. Læreren modellerer det å begrunne, se på alternativer og kommer med innsigelser til elevenes innspill, men det er ikke dermed sagt at dette automatisk blir en del av elevenes dialog. I tillegg hørte og så vi at mange av elevene har problemer med å bruke matematikken aktivt i resonnementene og argumentasjonen deres. Selv om undervisningsopplegget baserer seg på elevenes autonomi, kan det se ut som enkelte elever med fordel kunne blitt bevisstgjort disse to elementene oftere. Til tross for dette, er det ikke slik at disse elevene ikke kan ha hatt et godt læringsutbytte av undervisningsopplegget. De har fått være med å jobbe som forskere, både i form av utarbeidelse av egen forskning, og tolking av andres forskning. I lydklippene vi har hørt, har alle gruppe-medlemmer også vært relativt delaktige i dialogene med lærer og medelever. I tillegg har alle levert inn sine egne argumenterende tekster, hvor de selv måtte formulere argumentene sine, og presentere disse gruppevis til slutt.

Undervisningsopplegget som denne studien tar utgangspunkt i, egner seg til å undervise elever i kritisk tenkning. Elevene får mulighet til selvbestemmelse, autonomi og eierskap til egen oppgave. At lærer tilrettelegger for prosjektarbeid mener vi kan være viktig for at elevene kan utvikle sin kritiske tenkning, og er i tråd med overordnet del av læreplanverket der skolen skal tilrettelegge for at elevene er nysgjerrige, stiller spørsmål og utvikler kritisk tenkning. Den kritiske tenkningen baserer seg på å bruke fornuften på undersøkende og systematisk vis når en arbeider med konkrete praktiske utfordringer, fenomener, ytringer og kunnskapsformer (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 6).

I tabellen på neste side har vi forsøkt å oppsummere alle grepene vi har funnet. Siden kritisk tenkning er overordnet tema for hvordan vi har analysert grep innen modellering og dialog, er det naturlig at dette kommer som overordnet tema i tabellen også. I radene for modellering og dialog, er det noen grep som er en kombinasjon av begge deler, mens andre er utelukkende for å fremme matematisk modellering eller dialog. Det er vanskelig å skille disse to kategoriene helt fra hverandre, da alle grep lærer tar er gjennom en dialogisk prosess. Det er likevel gjort et forsøk på å skille mellom grep som tas eksplisitt for elevers modelleringsprosess, og eksplisitt for elevers dialog.

Tabell 6.1 – Kritisk tenkning gjennom dialog og matematisk modellering

Kritisk tenkning	
<p>Modellere væremåten for kritiske tenkere</p> <p>Skape et læringsmiljø som oppfordrer til kritisk tenkning</p> <p>Bruk av utforskende oppgaver</p> <p>Gjøre oppmerksom på egen nøytralitet</p> <p>Kritisk vurdering av kilder</p> <p>Trene elever på å formulere påstand og argumenter</p>	
Modellering	Dialog
<p>Trigge elevers interesser gjennom autentiske spørsmål/problem.</p> <p>Gjennom gruppediskusjon liste opp for- og motargumenter.</p> <p>Helklassesamtale der en er kritisk rundt metode.</p> <p>Oppfordre til diskusjon om metode i arbeidsgrupper.</p> <p>Hjelp elevene til å oppdage og identifisere matematiske ideer ved modelleringen.</p>	
<p>Utfordre dem på forskningen deres og evaluere modelleringen underveis.</p> <p>Bevisstgjøre å bruke sine matematiske analyser i egen argumentasjon.</p> <p>Rette fokus mot matematikken, og hvordan en forholder seg kritisk til resultatene.</p>	<p>Sette grunnregler/diskusjonsrammer for dialog. Gjerne i samarbeid med elevene.</p> <p>Sørge for at elevene har tilstrekkelig bakgrunnskunnskap om tema for diskusjon.</p> <p>Få opp elevenes ideer, påstander og argumenter på tavlen.</p>

6.2 Studiens svakheter og begrensninger

Studien vår er definitivt ikke uten svakheter og begrensninger. En svakhet er at vi har gjort et selektivt utvalg av informanter til analyse av modelleringsgrepet. Vi kan ikke si noe generelt om hvordan lærergrepene fungerer på alle elevgrupper. Vi kan ikke vite sikkert om det er dette undervisningsopplegget som har gjort elevgruppen til gode kritiske tenkere, da vi ikke har noen forkunnskaper om hvordan lærer og elever har jobbet i forkant av undervisningsopplegget. En kan også argumentere for at det er begrenset hvor mye bedre kritiske tenkere en kan bli i løpet av 15 undervisningsøkter. Som sagt, vet vi ikke hvordan elevene arbeider til vanlig. Dersom dette er en arbeidsmetode elevene er vant til å bruke, kan ikke funnene våre forklares utelukkende til undervisningsopplegget vi har sett på i denne studien. I og med at lærer har takket ja til å være med i prosjektet, er det sannsynlig at han allerede har brukt mye tid og ressurser på å skape et læringsmiljø som verdsetter utforskning, dialog og kritisk tenkning. Ved at vi ikke selv har vært i feltet og innhentet informasjon, vet vi ikke hvordan situasjonen er i klasserommet når kamera er avslått, og det er uvisst om elevene har vært vant til å arbeide på denne måten. Vi har heller ingen pre-test til sammenligning, som kunne sagt noe om hvordan elevene argumenterte for seg før undervisningsløpet.

Vi har brukt triangulering for å styrke funnernes troverdighet. Film, lydopptak og skriftlige innleveringer er benyttet for å svare på oppgavens problemstilling *Hvilke grep kan lærer gjøre for å tilrettelegge for elevers kritiske tenkning i matematikk?*. Samtidig har vi ikke intervjuet lærer om hvilke erfaringer en sitter igjen med etter undervisningsopplegget. Et intervju med lærer eller elever kunne vært med å styrke denne studiens troverdighet. Det er kun korte snutter av samtalene som er analysert, og det kan være vanskelig å generalisere resultatene vi har kommet frem til her. Elevene kan være påvirket av at lydopptaker er plassert på bordet, og får betydning for hvordan elevene prater fag. Rammeverket som inneholder indikatorordene er oversatt til norsk, og dette kan gjøre at vi enten får flere eller færre indikatorord. En kan også argumentere for at koding av samtaler blir subjektivt. Kan forfatterne av denne studien bestemme om elevene lytter eller ikke? Matematikkens fokus i undervisningsopplegget mener vi har vært en begrensning. Lærer oppfordrer elevene til å bruke matematikk gjennom prosjektarbeidet, men gjennomføringen av dette er varierende. Vi ser muligheter for at lærer kan tilrettelegge for mer matematikk gjennom undervisningen. En mulig forbedring her kunne vært å arbeide med statistikkoppgaver der elevene fikk trent seg i å tolke tall, og kritisk validere løsninger.

6.3 Studiens betydning og veien videre

Som vi har nevnt tidligere er det bred enighet om at det å lære elevene å tenke kritisk er viktig, men det er ikke like selvsagt hvordan man som lærer går frem for å undervise i nettopp dette. Vi mener studien er viktig sett i lys av kritisk tenkning, dybdeløring og tverrfaglig prosjektarbeid som er viktige momenter i fagfornyelsen, men også i et skoleutviklingsperspektiv. Vi hadde som mål før vi skrev denne oppgaven å finne noen praktiske grep som vi selv kunne ta med oss videre i lærerprofesjonen. Gjennom 30 undervisningsøkter med video- og lydopptak har vi prøvd å gi innsikt i hvordan dette kan gjøres. ARGUMENT har som mål å utvikle elevenes kritiske tenkning og argumentasjon ved å selv la elevene møte samfunnskontroverser og undersøke hva forskningen sier. I forkant av studien gjorde vi et litteratursøk rundt kritisk tenkning, modellering og dialog. Ut fra dette hadde vi bygget oss opp noen forkunnskaper om hvilke grep som kunne fungere. I denne studien har vi derfor analysert lærer og elevers arbeid i klasserommet i lys av teorien vi hadde funnet. Vi har listet opp de grepene lærer tar som vi ser at fungerer i de to klassene, men har også forsøkt å peke på noen grep lærer ikke tar, som vi tenker kunne vært nyttige. Et nøkkelord i diskusjonen rundt både dialog og modellering har vært bevisstgjøring. Vi har sett at lærer får elevene med i helklassesamtalene. De fremsetter påstander, blir bedt om å argumentere for sine synspunkter og blir utfordret på forskningen de viser til. Likevel er det ikke gitt at alle disse gode samtaleteknikkene blir en del av alle elevenes dialog, hvis de ikke blir bevisstgjort teknikkene i tillegg. Det kunne vært spennende i videre forskning å sammenligne klasser som får denne bevisstgjøringen, mot klasser som ikke gjør det. Her kan de norske indikatorordene vi har utviklet være til nytte for videre studier.

Vi håper at disse grepene kan være til nytte for andre som leser denne studien. Lærerstudenter og lærere kan forhåpentligvis få utbytte i form av å få listet opp praktiske grep de kan gjøre i klasserommet. Selv har vi erfart at det ikke har vært enkelt å finne gode undervisningsopplegg, som vektlegger kritisk tenkning, og presenterer didaktiske grep lærer kan gjøre for å fremme dette. I tillegg håper vi at denne studien kan gi forskerne bak ARGUMENT styrket innsikt i hvordan å få integrert matematikken til flere av elevenes argumentasjon. Som vi har nevnt, var det flere av elevene som ikke brukte sine statistiske analyser i de ferdige produktene. Vi har ut fra teori og tidligere forskning pekt på ulike grep som kunne hjulpet flere av elevene med modelleringsprosessen og anvendelsen av resultatene

de får, men i en kvalitativ studie som denne er det vanskelig å kunne si noe definitivt om dette. Dette tenker vi kan være noe å se på i videre forskning.

For oss som lærerstudenter har det vært svært givende å jobbe med denne studien. Vi kommer til å ta med oss grepene vi har funnet innen modellering og dialog med oss ut i lærerprofesjonen. Hovedpoengene vi har diskutert knyttet til modelleringskompetanser og dialog, vil hjelpe oss i utformingen av egne undervisningsopplegg i matematikk og tverrfaglige prosjekter. Dette er særlig aktuelt med tanke på fagfornyelsen. Grunnreglene for utforskende samtaler er også noe vi vil prøve ut i praksis. Dette med at elevene ikke nødvendigvis vet, men læreren *tror* den vet hvordan man holder konstruktive diskusjoner, er en tanke vi tar med oss når vi selv skal prøve å skape et klassemiljø for kritisk tenkning og utforskende dialog. Å kunne se hvordan et undervisningsopplegg på 15 økter fungerer i praksis har også vært svært lærerikt. Dette har gitt oss viktig innsikt i hvordan dybdelæring, elevmedvirkning og utforskende arbeid kan foregå i praksis. Ved å være to stykker har vi prøvd som best vi kan å spille på hverandres styrker. Det å hele tiden ha en partner å diskutere tolkning av teori, ideer, data m.m. har vært veldig læringsrikt for oss begge. Hver tanke, idé og tolkning har blitt gjennomgående vurdert i fellesskap. Vi håper at dette har styrket det ferdige produktet vi leverer, men vi forholder oss likevel kritiske.

Litteraturliste

- ARGUMENT (2021, 14. september). *Prosjektbeskrivelse*. Argument.uib.no
<https://argument.uib.no/prosjektbeskrivelse/>
- Alrø, H., & Skovsmose, O. (2006). Undersøgende samarbejde i matematikundervisningen: udvikling af IC-Modellen. I O. Skovsmose & M. Blomhøj (Red.), *Kunne det tænkes? - om matematiklæring* (s. 110-126). Malling Beck.
- Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *Zdm*, 45(6), 797-810. DOI 10.1007/s11858-013-0506-6
- Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R., & Daniels, L. B. (1999). Conceptualizing critical thinking. *Journal of curriculum studies*, 31(3), 285-302. <https://doi.org/10.1080/002202799183133>
- Bakhtin, M.M. (1981). *Dialogic Imagination: Four Essays*. Michael Holquist (Red.), University of Texas Press. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hogskbergen-ebooks/detail.action?docID=3443524>
- Barraza, J. & Sanchez, G. (2020, juli). *Teacher promoting student mathematical arguments through questions*. Innlegg presentert ved Interim Proceedings of the 44th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Thailand. https://pme44.kku.ac.th/home/uploads/volumn/pme44_vol1.pdf
- Berget, I. K. L., & Bolstad, O. H. (2019). Perspektiv på matematisk modellering i Kunnskapsløftet og Fagfornyinga. *Nordisk tidsskrift for utdanning og praksis*, 13(1), 83-97.
<https://doi.org/10.23865/up.v13.1882>
- Blum, W. (1993). Mathematical modelling in mathematics education and instruction. I Breiteg (etc) (Red.), *Teaching and learning mathematics in context*. 3-14. Ellis Horwood Limited.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
https://www.researchgate.net/profile/Rita-Borromeo-Ferri/publication/279478754_Mathematical_Modelling_Can_It_Be-Taught_And_Learnt/link/s/599c222545851574f4ac8bdb/Mathematical-Modelling-Can-It-Be-Taught-And-Learnt.pdf
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
<http://fremonts.org/ourpages/auto/2006/9/7/1157653040572/bscs5efullreport2006.pdf>
- Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt

- Cobb, P., & Yackel, E., (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for research in mathematics education*, 27(4), 458-477.
<https://doi.org/10.5951/jresematheduc.27.4.0458>
- Dewey, J. (1997). *How we think*. Dover Publications, Inc.
- Elder, L., & Paul, R. (2008). Critical thinking: Strategies for improving student learning. *Journal of Developmental Education*, 32(1), 32.
<https://www.proquest.com/openview/ee252a8f7a75c81af176bb09d72a4b97/1?cbl=47765&pg-origsite=gscholar>
- Elder, L. & Paul, R., & (2008). Critical Thinking: Strategies for Improving Student Learning, Part II. *Journal of Developmental Education*, 32(2), 34-35.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ868666.pdf>
- Ferri, R. B. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 86-95. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02655883.pdf>
- Ferri, R. B. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9>
- Ferguson, & Krange, I. (2020). Hvordan fremme kritisk tenkning i grunnskolen? *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 104(2), 194–205. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-2987-2020-02-09>
- Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 143-162. [10.1007/BF02655886](https://doi.org/10.1007/BF02655886)
- Helle, O. (2019, 18.06) *Hvor står Frankfurterskolen i dag?* vagant.no.
<http://www.vagant.no/jurgen-habermas-hvor-star-frankfurterskolen-i-dag/>
- Howe, C., & Mercer, N. (2007). Children's social development, peer interaction and classroom learning. *Primary Review*, 1-32. <http://image.guardian.co.uk/sys-files/Education/documents/2007/12/14/learning.pdf>
- Høgheim, S. (2020). Masteroppgaven i GLU. Bergen: *Fagbokforlaget*.
- Jegstad, K., Jøsok, E., Ryen, E., & Sandvik, M. (2019, 02.08). *Kritisk tenkning i klasserommet*. Utdanningsnytt. Hentet fra <https://www.utdanningsnytt.no/fagartikkel-fagfornyelse-laereplaner/kritisk-tenkning-i-klasserommet/207602>.
- Kaiser, G. (2005). Mathematical modelling in school—Examples and experiences. *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation. Festband für Werner Blum*. Hildesheim: Franzbecker, 99-108.
https://www.researchgate.net/profile/Gabriele-Kaiser/publication/228344342_Mathematical_modelling_in_school-

[examples and experiences/links/0deec5156192059d99000000/Mathematical-modelling-in-school-examples-and-experiences.pdf](https://www.kunnskapsdepartementet.no/undervisningsmidler/undervisningsmidler/0deec5156192059d99000000/Mathematical-modelling-in-school-examples-and-experiences.pdf)

- Kazemi, Hintz, A., Birkeland, K. B., Jørgensen, T., & Opheim, L. G. (2019). *Målrettet samtale : hvordan strukturere og lede gode, matematiske diskusjoner*. Cappelen Damm akademisk.
- Kunnskapsdepartementet (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. [Verdier og prinsipper for grunnopplæringen - overordnet del av læreplanverket - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)
- Kunnskapsdepartementet (2019). *Læreplan i matematikk (Mat01-05)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. [Læreplan i matematikk 1.–10. trinn \(MAT01-05\) \(udir.no\)](https://www.udir.no)
- Kolstø, S. D. (2018). Use of dialogue to scaffold students' inquiry-based learning. *Nordic Studies in Science Education*, 14(2), 154-169. <https://doi.org/10.5617/nordina.6164>
- Kolstø, S. D. (2020). Teaching Robust Argumentation Informed by the Nature of Science to Support Social Justice. Experiences from Two Projects in Lower Secondary Schools in Norway. In *Nature of Science for Social Justice* (pp. 177-199). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47260-3_10
- Kvernbekk, T. (2021). Det pedagogisk kritiske-et mangslungent landskap. *Nordisk tidsskrift for pedagogikk og kritikk*, 7, 43-55. <https://doi.org/10.23865/ntpk.v7.2823>
- Larsen, D., & Østergaard, C. (2019, February). Questions and answers... but no reasoning!. In *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (No. 23). Freudenthal Group; Freudenthal Institute; ERME. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02398122>
- Maaß, K. (2006). *What are modelling competencies?*. *ZDM*, 38(2), 113-142. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02655885.pdf>
- McTighe, J., & Lyman Jr, F. T. (1988). Cueing thinking in the classroom: The promise of theory-embedded tools. *Educational Leadership*, 45(7), 18-24. <https://www.jaymctighe.com/wp-content/uploads/2011/04/Cueing-Thinking-in-the-Classroom.pdf>
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British educational research journal*, 30(3), 359-377. <https://doi.org/10.1080/01411920410001689689>
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: A sociocultural approach*. Routledge.

- Mercer, N. (2019). *Language and the joint creation of knowledge: The selected works of Neil Mercer*. Routledge.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning Making In Secondary Science Classrooms*. McGraw-Hill Education (UK). <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hogskbergen-ebooks/detail.action?docID=292123>.
- Murphy, C. (2016) Changing the way to Teach Maths: Preservice Primary Teachers' Reflections on using Exploratory Talk in Teaching Mathematics. *Mathematics Teacher Education and Development*, 18 (2), 29-47. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1113962.pdf>
- Murphy, P. K., Wilkinson, I. A., Soter, A. O., Hennessey, M. N., & Alexander, J. F. (2009). Examining the effects of classroom discussion on students' comprehension of text: A meta-analysis. *Journal of educational psychology*, 101(3), 740-764. <https://doi.org/10.1037/a0015576>
- NOU 2015:8. 2015. *Fremtidens skole. Fornyelse av fag og kompetanser*. Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon informasjonsforvaltning. [NOU 2015: 8 \(regjeringen.no\)](http://regjeringen.no)
- Nystrand, M., Gamoran, A. (1997). The Big Picture: Language and Learning in Hundreds of English lessons. I M. Nystrand (Red.), *Opening dialogue* (s. 30-74). New York: Teachers College Press. <http://class.wceruw.org/documents/Opening%20Dialogue%20Ch%202.pdf>
- Opplæringsloven. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa* (LOV-1998-07-17-61). Lovdata. [Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa \(opplæringslova\) - Kapittel 1. Formål, verkeområde og tilpassa opplæring m.m. - Lovdata](http://lovdata.no/lov/1998-07-17/lov-1998-07-17-61)
- Postholm, M.B & Jacobsen, D.I (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanning*. Cappelen Damm Akademisk.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257. <https://doi.org/10.1002/sce.20421>
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics (Reprint). *Journal of education*, 196(2), 1-38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics teaching*, 77(1), 20-26. <http://www.davidtall.com/skemp/pdfs/instrumental-relational.pdf>
- Skovsmose, O. (1992). Democratic competence and reflective knowing in mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 12(2), 2-11. <https://www.jstor.org/stable/40248044>

- Skovsmose, O. (2003). Undersøgelseslandskaber. I O. Skovsmose & M. Blomhøj (Red.), Kan det virkelig passe? - om matematiklæring (s. 143-157). København: L&R Uddannelse.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical thinking and learning*, 10(4), 313-340.
<https://doi.org/10.1080/10986060802229675>
- Thorsheim, Kolstø, S. D., & Andresen, M. U. (2016). *Erfaringsbasert læring: Naturfagdidaktikk*. Fagbokforlaget.
- Uthus, M. (2020). Folkehelse og livsmestring i skolen. Hva sier elever om erfaringer med å bestemme selv i læringsaktiviteter? En kvalitativ intervjustudie. *Nordisk tidsskrift for pedagogikk og kritikk*, 6. <https://doi.org/10.23865/ntpk.v6.2242>
- Vygotsky, L. S. (1978). I M. Cole, V. John-Steiner, S. Schribner & E. Souberman (Red.), *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Wallace, C. S. (2004). Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourses, and the “Third Space”. *Science Education*, 88(6), 901-914.
<https://doi.org/10.1002/sce.20024>

Vedlegg 1 – Oversikt over indikatorord i elevtekster

Klasse 1		Elev																			Total	Andel						
Indikatorord		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0						
<i>I think</i>	Jeg mener	Jeg følger	Jeg tror	Jeg synes	(Eter min) mening	0	0	1	2	3	1	0	4	0	2	4	0	2	1	0	1	2	1	2	26	8,75		
<i>Because</i>	For	For	Siden	Derfor	Dermed	4	8	6	1	14	9	5	2	6	2	9	5	3	2	4	8	5	5	4	0	102	34,34	
<i>Could</i>	Kunne	Kan	Ser det ut til	Kanskje		4	7	2	1	7	10	11	4	6	1	4	8	6	10	2	10	4	2	6	2	107	36,03	
<i>Would</i>	Vil	Ville	Sier	Viser/Viser/Vist		6	0	3	3	1	1	4	3	3	2	2	2	2	2	6	7	1	8	0	5	3	62	20,88
SUM						14	15	11	6	24	23	21	9	19	5	17	19	11	20	14	19	18	9	16	7	297	100,00	
						Mo	Blå	Spi	Søi	Unq	Dri1	8	til	Fys	Spi	For	Spi	Mo	8	til	Mo	Fys	Mo	Unq	Fysak			
Klasse 2		Elev																			Total	Andel						
Indikatorord		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0						
<i>I think</i>	Jeg mener	Jeg følger	Jeg tror	Jeg synes	(Eter min) mening	1	1	0	0	0	0	2	3	1	0	1	0	1	0	1	4	0	3	18	7,59			
<i>Because</i>	For	For	Siden	Derfor	Dermed	6	2	4	5	4	3	6	6	8	5	2	2	2	2	2	7	2	3	71	29,96			
<i>Could</i>	Kunne	Kan	Ser det ut til	Kanskje		4	7	5	4	6	1	4	4	8	7	5	3	8	2	0	2	3	73	30,80				
<i>Would</i>	Vil	Ville	Sier	Viser/Viser/Vist		0	0	7	5	4	9	8	6	3	4	2	0	4	4	2	1	5	11	75	31,65			
SUM						7	7	18	15	12	18	17	19	16	17	12	7	10	14	7	12	9	20	0	0	237	100,00	

Vedlegg 2 – Samskrivingsdokument

Samskrivingsdokument

Sammen utarbeidet vi en problemstilling som vi begge ønsket å arbeide videre med, og som kunne utforskes gjennom datamateriale tilknyttet ARGUMENT. Gjennom hele oppgaven kjennetegnes samarbeidet ved at vi har fordelt oppgaver, samtidig som begge har vært oppdatert på det den andre arbeider med. En fordel med å arbeide i par er at en kan diskutere handlingsvalgene en tar i oppgaven. Sammen har vi fått klarhet i ting vi lurte på uten å alltid måtte spørre veileder, og på denne måten har vi kunne arbeidet med høy grad av selvstendighet. Vi kan bekrefte at vi begge har levert likeverdige bidrag.

Sted og dato:
Bergen, 16.05.2022


Underskrift


Underskrift

Samskrivingsdokument

Sammen utarbeidet vi en problemstilling som vi begge ønsket å arbeide videre med, og som kunne utforskes gjennom datamateriale tilknyttet ARGUMENT. Gjennom hele oppgaven kjennetegnes samarbeidet ved at vi har fordelt oppgaver, samtidig som begge har vært oppdatert på det den andre arbeider med. En fordel med å arbeide i par er at en kan diskutere handlingsvalgene en tar i oppgaven. Sammen har vi fått klarhet i ting vi lurte på uten å alltid måtte spørre veileder, og på denne måten har vi kunne arbeidet med høy grad av selvstendighet. Vi kan bekrefte at vi begge har levert likeverdige bidrag.

Sted og dato:

Bergen, 16.05.2022



Underskrift



Underskrift