



# Høgskulen på Vestlandet

## M120UND509: Masteroppgave

M120UND509

### Predefinert informasjon

<b>Startdato:</b>	03-05-2018 10:26	<b>Termin:</b>	2018 VÅR
<b>Sluttdato:</b>	15-05-2018 14:00	<b>Vurderingsform:</b>	Norsk 6-trinns skala (A-F)
<b>Eksamensform:</b>	Masteroppgave	<b>Studiepoeng:</b>	45
<b>SIS-kode:</b>	203 M120UND509 1 MØ 2018 VÅR		
<b>Intern sensor:</b>	Elena Severina		

### Deltaker

**Kandidatnr.:** 111

### Informasjon fra deltaker

**Tro- og lovetklæring \*:** Ja

Jeg godkjenner avtalen om publisering av masteroppgaven min \*

Ja



# Kritisk-matematisk kompetanse i arbeid med autentiske data

## Critical mathematic competence working with authentic data

**Sveinung Raustøl Slettebø**

Master i undervisningsvitenskap, med fordypning i  
matematikk fagdidaktikk

Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett

Veiledere: Suela Kacerja  
Rune Herheim

Innleveringsdato 14. mai 2018

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 10.



# Forord

Å skrive denne masteroppgaven har vært en krevende, spennende og lærerik prosess. Selv om skrivingen har vært et individuelt arbeid, er det mange som skal ha en takk for at oppgaven ble gjennomført.

Først og fremst må jeg takke mine to medstudenter, Helene og Miriam, for godt samarbeidet med å lage, og gjennomføre undervisningsopplegget, og for innsamlingen av datamaterialet. Uten dere ville den prosessen vært mye mer krevende.

Takk til læreren som tok oss imot i klassen hvor vi gjennomførte prosjektet og innsamlingen.

Jeg vil også takke mine to veiledere, Suela Kacerja og Rune Herheim for samarbeidet, og for deres faglig og motiverende tilbakemeldinger igjennom hele året.

Takk til alle medstudenter på lesesalen! Det har vært kjekt å kunne drøfte faglige problemstillinger, men også utenom-faglige samtaler har vært til både inspirasjon og motivasjon.

Tilslutt vil jeg rette en stor takk til konen min Ragnhild som har støttet og oppmuntrer meg gjennom hele perioden.

Mai, 2018

Sveinung

## Sammendrag

Oppgavens hensikt er å undersøke et *undervisningsopplegg med bruk av autentiske data*. Der det legges til grunn et elevperspektiv, *hvor fokuset rettes særlig mot elevers kritiske-matematiske kompetanse, i en naturfaglig kontekst*. Bakgrunnen for fokuset er knyttet til ulike styringsdokumenter, og forskning knyttet til temaet kritisk-matematisk kompetanse som peker på at i en mer kompleks hverdag er det behov for at elever lærer å tenke selvstendig og kritisk. De bør kunne se kritisk på matematikkens påvirkning og bruk i samfunnet, men også lærer hvordan å bruke matematikk for å kritisk vurdere informasjon de blir utsatt for.

Målet for oppgaven er derfor å belyse hvordan kritisk-matematisk kompetanse kommer til uttrykk hos elever som arbeider med autentiske vær data. Det blir også sett på hvilke faktorer som bidro til at de fikk vist evner i kompetansen. Det ble gjennomført et undervisningsopplegg i løpet av en uke, på 9.trinn der skolen og den utvalgte klassen var tilknyttet et prosjekt som heter «Ekte Data». Det er brukt kvalitativ metode for å undersøke oppgaven fokus. Data er samlet inn med videoopptak, interaktiv observasjon, og innsamlede elevark av to grupper på til sammen ni elever.

Oppgavens litteratur er knyttet til begrepet kritisk-matematisk kompetanse, hvor Skovsmose sin tilnærming til temaet blir mye brukt. Begrepet blir redegjort for, og det rettes fokus mot samtale, intensjon, refleksjon og meta-kognisjon som sentrale faktorer for evnen til å tenke kritisk. Det blir også belyst hvordan kompetansen kan gjenkjennes hos elever.

Kritisk-matematisk kompetanse kan oppleves som en kompleks kompetanse å få innsyn i, men det er gjenkjent visse faktorer. Analysens funn i lys av tidligere forskning, peker på at samtale er sentralt for at kritisk matematisk kompetanse kan komme til uttrykk. I elevers samtaler gjenkjennes kompetansen oftere der elever er undersøkende, nysgjerrige og spørrende. I slike samtaler kommer elever med refleksjoner i møte med informasjon, oppgaver og andre elevers ytringer, hvor det er potensiale for kritiske diskusjoner. Å arbeide med autentiske data kan også ha hjulpet elever med å være kritiske, fordi de allerede hadde erfaringer og kunnskaper om været. Det kan ha gjort dem i stand til å undre seg i møte med informasjon og meninger, som kanskje var i strid med deres tidligere kunnskaper om været. Oppgaven belyser også ulike utfordringer knyttet til å undervise og utvikle elevers kritiske kompetanse i matematikk. Blant annet pekes det på utfordringer knyttet til tid, ressurser, og kompleksiteten ved å utvikle selve kompetansen.

## **Abstract**

The purpose of this study is to examine mathematics teaching with the use of authentic data. There the attention is guided towards student's critical competence in mathematics, in a science context. Research linked to critical mathematics competence, and the focus on critical competence in mathematics in different Norwegian government documents, point out that in a more complex everyday life, we need to learn students to think critically and independently. Students need to learn how to critically examine and discuss mathematics used in society, and how to use mathematics to critically evaluate information they are exposed to.

For this reason, the goal in this study is also to illuminate how students' critical competence is expressed when working with authentic weather data. The study also investigates different factors that contributed to students showing abilities in critical competence. The teaching session was carried out in a ninth grade, and the school was a part of a project named "Ekte Data" (real data). Qualitative methods were used to investigate the focus of the study. Data for the analysis and results were obtained by video recording, interactive observation, and students work sheets from two groups of nine students

The study's literature is linked to critical mathematics competence and Skovsmose approach and understanding of the subject is widely used. The term critical mathematics competence is described, and key factors for the ability to think critically as conversation, intention, reflection and meta-cognition is in focus. It is also highlighted how students critically thinking can be recognized.

Critical competence expressed in students' conversations can be tricky to get a hold on, but it is possible to recognize some contributing factors. On line with findings from other literature connected to this study, it is shown that conversation is a central aspect in order to make critical competence recognizable. Critical thinking is recognized when students are investigating, questioning and inquiring. In conversations of investigating nature students reflect when confronted with information, tasks and the other students' statements, and there is a potential for critical discussions. Working with authentic data, also seems to help students in getting critical, because they already have some experience and knowledge about the weather. This made them capable to wonder about the information and suggestions, in disaccording with their own understanding. The study also points out some challenges linked to time, resources, and the complexity of developing critical thinking and competence in mathematics.



# Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	1
1.1 Fokuset i oppgaven.....	2
1.2 Bakgrunn for valg av tema .....	4
1.3 Ekte data og Bergensværet.....	6
1.4 Oppgavens oppbygging.....	6
2. Kritisk-matematisk kompetanse .....	8
2.1 Ordet kritisk.....	8
2.2 Kritisk tenkning.....	8
2.3 Kritisk epistemologi .....	10
2.4 Samtale og dialog .....	11
2.5 Refleksjon.....	12
2.5.1 Refleksjon om innholdet .....	12
2.5.2 Subjektet som reflekterer .....	13
2.5.3 Refleksjon i kontekst.....	14
2.6 Intensjon .....	14
2.7 Begreper satt i sammenheng. ....	15
2.8 Definisjon av kritisk-matematisk kompetanse .....	17
2.9 Gjenkjenne kritisk-matematisk kompetanse .....	18
2.9.1 Skovsmoses tre begreper om «knowing».....	18
2.9.2 Stille spørsmål.....	19
2.9.3 Elevers argumenter.....	21
2.10 Andre faktorer .....	21
2.10.1 Autentisk data.....	22
2.10.2 Meta-samtale og roller .....	23
3. Metode.....	25
3.1 Valg av metode.....	25
3.1.1 Kasusstudie.....	25
3.1.2 Metodetriangelring .....	26
3.1.3 Videopptak .....	27
3.1.4 Interaktiv observasjon .....	28
3.2 Utvalg av informanter .....	29



3.3 Prosjektuken .....	29
3.3.1 Planlegging og gjennomføring av prosjektuken.....	30
3.3.2 Undervisningsopplegget.....	32
3.4 Tilrettelegging for kritiske diskusjoner .....	36
3.4.1 Meta-samtale .....	36
3.4.2 Fokus på elevers argumenter, refleksjoner og diskusjoner .....	37
3.4.3 Autentiske data og oppgaver .....	37
3.5 Forskerrollen .....	38
3.6 Oppgavens troverdighet og gyldighet .....	39
3.7 Etske retningslinjer.....	40
3.8 Analyse prosessen .....	40
4. Analyse og diskusjon .....	43
4.1 Kritisk diskusjon om matematikkens bruk og rolle .....	44
4.1.1 Introduksjon av gruppen.....	44
4.2 Invitasjon til samtale og diskusjon .....	45
4.2.1 «Jeg tror», invitasjon til kritisk diskusjon .....	46
4.2.2 Ord kan også stenge .....	48
4.3 Den matematiske fremgangsmåten .....	48
4.3.1 Intensjon .....	50
4.3.2 Elevers argumenter.....	51
4.3.3 Matematisk diskusjon.....	52
4.4 Matematikkens rolle i en naturfaglig kontekst.....	53
4.4.1 Kritisk til matematikk i en naturfagskontekst .....	54
4.5 Hele situasjonen sett i lys av « <i>begrepsmessige sammenhenger</i> ».....	56
4.6 Meta-samtale og dens påvirkning .....	58
4.6.1 Kritisk til å være kritisk.....	59
4.7 Bruk av egne erfaringer om været.....	61
4.7.1 Autentiske data og refleksjon .....	63
4.7.2 Å tre inn i en rolle .....	64
4.7.3 Intensjonen med rollen .....	65
5. Diskusjon og avslutning .....	67
5.1 Oppgavens funn med fokus på kritisk-matematisk kompetanse .....	67

5.1.1 Samtale med dialogiske kvaliteter.....	67
5.1.2 Oppgavens funn sett i lys av begrepsammenhengen .....	69
5.1.3 Kritisk kompetanse i arbeid med autentiske data.....	72
5.1.4 Meta-samtale og rollen som kritisk.....	73
5.1.5 Potensiale for elevers utvikling av kritisk-matematisk kompetanse .....	74
5.2 Oppgavens svakheter og avgrensinger .....	75
5.3 Oppgavens betydning og veien videre .....	76
6. Litteraturliste .....	79
7. Vedlegg .....	83
7.2 Samtykkeskjema.....	83
7.2 Oppgavene i undervisningsuken .....	85
7.3 Tabell med målinger.....	91

# 1. Innledning

«Eit aktivt demokrati treng borgarar som kan setje seg inn i, forstå og kritisk vurdere kvantitativ informasjon, statistiske analysar og økonomiske prognosar. På den måten er matematisk kompetanse nødvendig for å forstå og kunne påverke prosessar i samfunnet» (Kunnskapsdepartementet, 2006). Lærerplanen i matematikk legger vekt på at faget skal gi grunnlag for at elever blir aktive borgere i samfunnet. En aktiv samfunnsborger er deltakende i samfunnsdebatten, stiller spørsmål, og påvirker utviklingen i samfunnet. Så kan en spørre seg hva matematikk utdanning har med dette å gjøre? D'Ambrosio (1990) argumenterer for at det blir feil å bare se på matematikk som et fag med den hensikt å gi elever matematiske ferdigheter. Han skriver at faget også bør ses på som et ledd i å forberede elever til å bli en aktiv borger. Matematikkundervisningen må også lære og forberede elever til å bli borgere, på en kritisk og fornuftig måte (s. 21). Han argumenterer for at det er en link mellom demokratiet og matematikkundervisning. Kritisk-matematisk kompetanse er en sentral egenskap hvis hensikten er å binde sammen matematikk og demokrati. Ordet kritisk kan oppleves som at man er negativ, dette er derimot ikke helt riktig i denne sammenhengen. Innholdet i begrepet kritisk-matematisk kompetanse handler om hvordan en kritisk ser på fagets påvirkning, muligheter, og begrensninger i et samfunnsperspektiv.

Tar en i betraktning tendensene fra den nye generelle delen i lærerplanen (Kunnskapsdepartementet, 2017), løftes kritisk tenkning (en del av kritisk kompetanse) frem som et aktuelt tema for fremtiden i norsk skole. I punktet 1.3 ved formålet med opplæringen står det: «Skolen skal bidra til at elevene blir nysgjerrige og stiller spørsmål, utvikler vitenskapelig og *kritisk tenkning* og handler med etisk bevissthet» (s. 7). Her blir kritisk tenkning fremhevet som et eget punkt i tilknytning til etisk bevissthet.

I utviklingen av de nye kjerneelement i matematikk (som har vært oppe til høring tre ganger mens jeg har arbeidet med denne masteroppgaven), har Udir.no på sine sider publisert følgende: «Det er viktig å kunne se på informasjon og reklamer i dagliglivet med et kritisk blikk, kunne vurdere ulike typer lån og hvordan det vil påvirke hverdagsøkonomien. Er diagrammet i reklamen brukt riktig eller er det i beste fall villedende?» (Utdanningsdirektoratet, 2017). De peker på et behov for at elever lærer å bruke matematikken til å kritisk vurdere informasjon de blir utsatt for i samfunnet. I Norges offentlige utredning, nr. 8, om fremtidens skole viser utvalget til hvorfor kritisk kompetanse er aktuelt: «Kompleksiteten i samfunnet og den store tilgangen på informasjon gir den enkelte

behov for å kunne gjøre kritiske vurderinger og håndtere ulike problemstillinger og problemer, i både arbeid, samfunn og privatliv» (NOU 2015: 8, 2015, s. 33). Kompleksiteten i samfunnet beskriver et behov for at elever må lære hvordan de kan ta i bruk matematikk i hverdagen. Da må også elever forstå meningen med matematikkundervisningen, og at det skapes en synlig link mellom matematikken på skolen og i samfunnet. På Udir.no sine sider står det: «å jobbe med realistiske data og situasjoner, digitale verktøy og programmering vil matematikkfaget kunne fremstå som en relevant del av elevens liv og samfunnet vi lever i» (Utdanningsdirektoratet, 2017). I denne oppgaven brukes derfor *autentiske data* (realistiske data) i oppgaver som elever arbeider med. Fokuset er på elevers kritiske-matematiske kompetanse, i en naturfaglig kontekst.

### 1.1 Fokuset i oppgaven

I mine praksisperioder og andre møter med skoler og lærere, er ikke kritisk kompetanse et tema de har hørt noe særlig om. Første gang jeg hørte om begrepet var på lærerstudiet. Hvis fremtidens samfunn trenger aktive og kritiske samfunnsborgere slik det blir beskrevet i ulike styringsdokumenter ovenfor, kan det være behov for mer innsikt i hvordan elever kan tilegne seg kompetansen. Hvis en i tillegg ønsker at elever skal bruke matematiske ferdigheter til å kritisk vurdere matematikkens bruk i samfunnet, må de også oppleve at det er relevant å arbeide med matematikk på skolen. Oppgaven undersøker derfor et *undervisningsopplegg med bruk av autentiske data*. Det legges til grunn et elevperspektiv hvor *fokuset rettes særlig mot elevers kritiske-matematiske kompetanse, i en naturfaglig kontekst*.

Undervisningsopplegget med bruk av autentiske vær-data er utviklet i samarbeid med to andre masterstudenter, og er knyttet til prosjektet «Ekte Data». Prosjektet ønsker å gjøre matematikk og naturfag mer håndgripelig og mindre abstrakt. De skriver på sine sider (ektedata.uib.no, u.d) at de vil ta matematikken ut av lærebøkene, for å sikre at elever kan anvende den matematiske verktøykassen på reelle problemstillinger. Hensikten er også å gi elever et perspektiv på «big data» (arbeid med store mengder data), og usikkerhet og tolking, fordi samfunnet i fremtiden trenger elever med god realfagsbakgrunn og analytisk forståelse. Deres mål er i tråd med tendensene i den nye lærerplanen og kjerneelementene i matematikk presentert tidligere, at det må være en tydeligere link mellom skole-matematikken og samfunnet.

Undervisningsopplegget ble gjennomført på 9. trinn, der skolen allerede var tilknyttet prosjektet «Ekte Data». To utvalgte grupper på fire elever fra klassen ble filmet. Video- og

lydopptakene ble supplert med observasjonsnotater gjort i felten, og har til sammen lagt grunnlaget for datamateriale for tre masteroppgaver. Den metodiske tilnærmingen i prosjektet blir nøyere omtalt i oppgavens metodekapittel.

I tillegg til oppgavens fokus, er det spesifisert noen forskningsspørsmål.

Forskningsspørsmålene er spisset, og gir en mer konkret pekepinn på hva oppgaven har fokus på. De er blitt formulert i løpet av en dynamisk arbeidsprosess, der litteratur, analyse og metode har vært sentralt. Litteratur om kritisk-matematisk kompetanse la rammer for hva som ble undersøkt, mens metoden har lagt grunnlaget for datamaterialet og analyseprosessen.

Videre er funn gjort i analysen avgjørende for valg av litteratur, som skal brukes for å beskrive funnene. Arbeidet har på denne måten vært en kontinuerlig og dynamisk prosess, der de ulike delene er endret og spisset for å bedre kunne svare på oppgavens fokus.

Oppgaven vil også belyse følgende fokusområder og forskningsspørsmål. Det blir undersøkt *hvordan elevers kritiske-matematiske kompetanse kommer til uttrykk i samtaler, i en naturfaglig kontekst*. Elevene arbeidet i grupper på fire, hvor deres forståelse, løsninger og resultater i arbeid med oppgaver kom til uttrykk i samtaler og diskusjoner. I denne oppgaven er derfor elevers samtaler sentralt, fordi det er samtalene som analyseres, og hvor en kan gjenkjenne elevenes kritiske kompetanse i matematikk.

Det blir også undersøkt *hvilke faktorer som bidro til at elevers fikk vist evner i kritisk-matematisk kompetanse?* I starten av prosjektet informerte læreren at klassen hadde lite erfaring med å være kritiske. Det ble derfor innført ulike tiltak. Tiltakene blir omtalt som faktorer, der hensikten var å legge til rette for at elevene fikk mulighet til å diskutere kritisk. Et av tiltakene var å formulere spørsmålene i undervisningsopplegget slik at de la til rette for diskusjon. Læreren understrekte også i plenumsamtaler med klassen, at det var viktig at elevene forklarte og begrunnet påstander og svar. Det ble også gjennomført en meta-samtale i klassen, der elevene diskuterte hva det vil si å være kritisk, og hvordan en kan være kritisk. Utenom tiltakene er det også undersøkt hvordan arbeid med autentiske data påvirker elevers kritiske diskusjoner, og om arbeid med autentiske data er en faktor som kan bidra til at elever får vist evner i kritisk-matematisk kompetanse.

Oppgaven vil derimot ikke kunne svare på om tiltakene bidrar til økt kritisk kompetanse hos elevene, men kan gi mer innsikt og forståelse for hvorfor elever er kritisk, og hvordan elever er kritiske i eventuelle kritisk diskusjoner. Derfor blir det avslutningsvis diskutert *hvilket potensiale undervisningen har for å utvikle elevers kritiske-matematiske kompetanse?* Det kan

bidra til større innsikt i hvordan en kan legge til rette for at elever har kritiske diskusjoner, og hvilket potensiale det er å arbeide med autentiske data, i forhold til å utvikle kompetansen hos elever.

Oppgaven har også en bakenforliggende hensikt, som er å vise at kritisk kompetanse ikke nødvendigvis må arbeides med separat, eller på ulike måter i fagene matematikk og naturfag. Bakgrunnen for dette ønske er utdanning min som grunnskolelærer i matematikk og naturfag. Det har vært en oppdagelse at jeg ikke har funnet litteratur der de referer til hverandre på tvers av fagkretsene matematikk og naturfag, til tross for at de skriver om de samme temaene. Å arbeide med kompetansen kan ses på som et tverrfaglig prosjekt, og oppgavens hensikt er også å trekke noen tråder mellom de to fagkretsene i temaet kritisk tenkning og kompetanse.

## 1.2 Bakgrunn for valg av tema

Interessen for kritisk-matematisk kompetanse kom gjennom studiet «undervisningsvitenskap», ved Høgskolen på Vestlandet. Her ble jeg introdusert for temaet, og hvorfor kompetansen kan være aktuelt for norsk skole. Dette er en viktig grunn for min interesse i temaet, og forklarer også hvorfor den er aktuelt i linken mellom skole og samfunn.

Kritisk-matematisk kompetanse handler som nevnt om å forstå, og kritisk vurdere matematikkens bruk. Valero (2009) sitt perspektiv på matematikkens påvirkning i samfunnet kan knyttes til retningen «sosial rettferdighet» (Social Justice). Her argumenterer en for at kompetanse i matematikk kan være med på å gjøre et samfunn rettferdig eller urettferdig. Blant annet handler det om at ikke alle mennesker har like muligheter for å ta høyere utdanning og studere matematikk. De menneskene som har muligheten til dette, er også de som i større grad får høytlønnede jobber med status. Videre kan de gjennom yrker med høy status påvirke samfunnsdebatten, fordi de blir hørt av samfunnsstopper og ledere. De som ikke har samme tilgang på høyere utdanning på grunn av økonomi, eller andre utfordringer, får kanskje ikke samme mulighet til å delta eller påvirke samfunnsdebatten. Denne skjevfordelingen gjør at de «fattige» i samfunnet ikke får representert seg selv og sine interesser. Det argumenteres for at det er de med høy status som påvirker retningen til ulike samfunn. Alrø og Skovsmose (2002) diskuterer også hvordan matematikk påvirker samfunnet, men har en mer nedtonet tilnærming enn Valero. De skriver ikke at matematikk kan være med på å avgjøre om et samfunn er rettferdig eller ei, men skriver at matematikk kan ha en formaterende kraft (formatting power), fordi matematikk og vitenskap har en enorm påvirkning på hverdagen. En finner bruk av matematikk i sosiale medier, nyheter og aviser,

og matematikk er grunnlaget for algoritmene som brukes i dagens og fremtidens teknologi, og i behandlingen av statistiske analyser. Matematikk blir også brukt i analyseredskaper for selskaper, bedrifter og statlige organer. Utdanningen må derfor utvide fokuset. Den kan ikke bare handle om å lære elever å regne matematiske oppgaver, men også gi elever innblikk i hvilken påvirkning matematikk kan ha i samfunnet.

I undervisningsopplegget arbeidet elevene med naturfaglige problemstillinger om vær, klima og energiforbruk. Derfor ble det også undersøkt hvordan begrepet *kritisk kompetanse* ble omtalt i naturfaglig litteratur. Her retter Osborne (2010) et kritisk blikk på hvilken retning naturfagsutdanningen er på vei. Han skriver at i utgangspunktet er kjernen til faget å produsere ny kunnskap om verden. De to sentrale egenskapene for å gjøre dette er kritisk tenkning og argumentasjon. Osborne skriver derimot at utdanningen i naturfag er kjent for fraværet av argumentasjon og kritisk tenkning (s. 464). Som lærer ønsker man å presentere teorien og de store sammenhengende på en enkel og forståelig måte, men glemmer ofte at selve kjernen til å forstå teorien har vært gjennom utforskning, diskusjoner og argumentasjon. Naturfag blir derfor ofte oppfattet hos elever som et fag hvor man blir presentert for en mengde fakta, hvor det i liten grad er åpent for diskusjon og undring. Lærebøkene presenteres også som den eneste sannheten, selv om noen temaer i bøkene er omdiskutert, og hvor det fortsatt forskes mer. Her må det en endring til skriver Osborne.

Både Valero, Skovmose og Osborne stiller spørsmålstegn ved hva utdanningen i deres fag skal handle om, og hvordan faglig kunnskap skal knyttes mot å utdanne elever til å bli aktive samfunnsborgere. De diskuterer også hvordan en bør lære matematikk og naturfag på skolen. Oppgavens omfang er derimot ikke stor nok til at det også kan undersøkes hvordan utdanning i disse fagene kan forbedres i lys av å utvikle kritisk kompetanse. Fokuset er på å gjenkjenne elevens kritiske-matematiske kompetanse, i en naturfaglig kontekst. Derimot kan oppgaven kanskje peke på noen tendenser som beskriver hvordan en kan legge til rette for å utvikle kritisk kompetanse i de to fagene.

En annen grunn for interessen i temaet kommer av personlig erfaring fra praksis. I en undervisningssituasjon er det ofte læreren som stiller de kritiske spørsmålene. Kritisk spørsmål i en undervisningskontekst kan være «Hvorfor valgte du å løse oppgaven på den måten, fins det en annen løsningsmetode?», «Hvordan tenkte du?», og «Hvorfor har vi forskjellige svar?» Hvorfor stiller ikke elever slike spørsmål selv? De blir i løpet av et langt skoleløp presentert for informasjon, arbeidsmetoder og meninger, som kanskje ikke gir

mening for dem. Å lære dem hvordan de kan stille spørsmål, undre seg, og undersøke det de er uenige i på egenhånd, kan ses på som et ledd i å utvikle deres kritiske kompetanse (Alrø & Skovsmose, 2002).

I tillegg ønsker jeg å gjøre matematikkundervisning relevant for elever. Bruk av autentiske data og oppgaver er en tilnærming som kan bidra til at elever forstår hvorfor matematikk er viktig, og hvordan matematikk blir brukt utenfor skolen. Dette er en av begrunnelsene for hvorfor jeg valgte å engasjere meg i prosjektet «Ekte Data». Det har gitt meg mulighet til å arbeide med å gjøre matematikk relevant for elever, og fokuset på kritisk-matematisk kompetanse kan gjøre at jeg får økt innsikt i hvordan kompetansen kan utvikles hos elever.

### 1.3 Ekte data og Bergensværet

Ekte data er et prosjekt utviklet av Geofysisk institutt og Skolelaboratoriet i realfag ved Universitet i Bergen. De har til nå lagd oppgaver tilpasset matematikk og naturfag på ulike trinn i videregående skole, ved bruk av autentiske data. De autentiske dataene kommer blant annet fra målinger gjort i vann der målestasjonen Gabriel er særlig sentral. De har også oppgaver knyttet mot vær og klima, som er basert på internettressurser. Prosjektet startet i 2014, og tanken er derfor at det også skal lages oppgaver for å dekke større deler av skoleløpet, som ungdomsskole og barneskole. I 2017 ble det levert to masteroppgaver knyttet til prosjektet (ektedata.uib.no, u.d). Denne masteroppgaven kan bli sett på som et ledd i å bringe prosjektet nærmere ungdomskolen.

Bergensværet (bergensveret.no, u.d) er et samarbeid mellom Bergen kommune og Universitet i Bergen. Gjennom prosjektet NORM (Nysgjerrighet, Opplevelser, Refleksjon og Mestring) har kommunen en omfattende satsing på realfagsutstyr til skoler. Skolen vi har vært på, og en rekke andre skoler i Bergen, har fått utplassert en værstasjon. Værstasjonen tar målinger hvert 10. minutt, og dataene kan brukes til utforskning og forskning på lokalt vær og klima.

### 1.4 Oppgavens oppbygging

Kapittelet 1 har gjort rede for fokuset i oppgaven, hvorfor kritisk kompetanse er aktuelt for norsk skole, og bakgrunnen for valget av temaet. I neste kapittel presenteres relevant litteratur og forskning. Kapittel 2 beskriver ordet kritisk, og begrepet kritisk kompetanse bli gjort rede for, og forklart. Videre defineres kritisk-matematisk kompetanse, hvordan kompetansen kan bli gjenkjent i elevers samtaler, og faktorer som kan påvirke elevers kritiske diskusjoner.



Litteraturen er også en del av grunnlaget for utviklingen av undervisningsopplegget, og aktuelle begreper brukes i analysen og drøftingen.

I kapittel 3 presenteres den metodiske tilnærmingen i oppgaven. Her beskrives prosessen i prosjektet (planlegging, gjennomføring og bearbeiding av data), og hvilke valg og diskusjoner som var sentrale for utformingen av prosjektet. Kapittelet forklarer også hvordan begreper fra litteraturen blir brukt i analysen av dataene.

Kapittel 4 tar for seg analyse og diskusjon av funn i datamaterialet. Her blir utvalgte situasjoner og samtaler diskutert i lys av begreper i litteraturen presentert i kapittel 2. Analysen og diskusjonen legger også grunnlaget for å kunne svare på oppgavens forskningsspørsmål og fokus, presentert i dette kapittelet.

I siste del av oppgaven, kapittel 5, blir funn fra analysen diskutert i lys av oppgavens fokus og forskningsspørsmål. Her vil også mulige begrensninger, muligheter, og veien videre for forskning på kritisk-matematisk kompetanse bli løftet frem og diskutert.

## 2. Kritisk-matematisk kompetanse

Fokuset i oppgaven har gitt retning i forhold til at litteraturen som brukes er hensiktsmessig knyttet mot kritisk-matematisk kompetanse. Med *litteratur* menes det forskning som er relevant for denne oppgaven særlig knyttet til kritisk kompetanse i matematikk, og til dels naturfag siden elevene arbeidet i en naturfaglig kontekst. Litteraturen har både vært avgjørende for det perspektivet analysen ble møtt med, men er også brukt for å beskrive funn gjort i analysen. I feltet kritisk-matematisk kompetanse er Skovsmose sentral. Det teoretiske perspektivet i denne oppgaven er derfor inspirert av hans tanker og tilnærming knyttet til kompetansen og undervisning i matematikk. I tillegg til å gjøre rede for begrepet kritisk kompetanse, har også kapittelet til hensikt å forklare hvordan den kan bli gjenkjent i et klasserom, og en grundigere forklaring av autentiske data.

### 2.1 Ordet kritisk

Hvordan kan vi egentlig forstå ordet kritisk? Betydningen av ordet kan ofte bli assosiert med å være negativ ovenfor noe eller noen. Kritisk kan forstås som å være skeptisk og kritiserende, men brukes også i forbindelse med å beskrive at noe er kritisk, som i en krise eller vanskelige situasjoner. Greer og Skovsmose (2012) skriver at relaterte ord som krise, kritisk og kritikk springer ut fra det latinske ordet *krinein*, som betyr å velge eller å dømme. Ordet krise blir ofte forbundet med en kritisk situasjon, mens i denne oppgaven er fokuset på å være kritisk, eller gi kritikk. Ordet *kritisk* forstås derfor ikke som en tilstand hvor det er kritisk, for eksempel i en operasjon der en pasient har kritiske skader. Det handler heller ikke om å være kritiserende i negativ forstand.

Å være kritisk er en aktiv handling, noe man gjør eller sier, i tilknytning til noe eller noen. I en diskusjon kan en *bli* kritisk ovenfor noen, fordi noen sier noe du ikke er enig i. Dette kan ses på som en aktivitet, en handling der en sentral evne er å reflektere over informasjonen eller påstandene som møter en. Refleksjon og handling blir sett på som sentrale elementer i det å være kritisk (Greer & Skovsmose, 2012), og Skovsmose (1994b) argumenterer derfor for at refleksjon og handling står hånd i hånd. Før begrepet *kritisk-matematisk kompetanse* blir ytterligere forklart, skal vi ta et lite historisk tilbakeblikk på *kritisk tenkning*.

### 2.2 Kritisk tenkning

Kritisk tenkning har blitt sett på av mange store tenkere som en av utdanningsinstitusjonens viktige oppgaver (Siegel, 2010). Det handler om å gjøre våre fremtidige borgere til

selvstendig tenkende og aktive mennesker, som tar del i å utvikle demokratiet og samfunnet videre. I det antikke hellas argumenterte Sokrates, Plato, og Aristoteles for evnen til å kunne reflektere som en sentral del det tenkende menneske (Bensley, 2011). Noen mener at Sokrates' tanker og ideer er de første til utvikling av begrepet kritisk tenkning. Han fremmet en ny type samtale, hvor resonering ble brukt for å vurdere og undersøke meninger, ideer og autoritære utsagn.

Tankene til de tre filosofene levde videre og påvirket filosofien i mange hundre år, men ble også videreutviklet fordi de ble sett på som en for enkel forklaring på hvordan bevis og fakta kan produseres. Immanuel Kant (1724–1804) rundt 2000 år senere så på forskjellen mellom den kunnskapen en får gjennom personlige erfaringer, og kunnskap man tar til seg fra andre ytre kilder. Konklusjonen ble at en ikke så lett kan si at den ene er mer verdt enn den andre, fordi både personlig erfaring, og erfaring fra andre, ville bli subjektiv vurdert av individet (Bensley, 2011). Tilnærming til Kant kan tolkes dit hen at selvstendighet kan være sentralt for kritisk tenkning og kompetanse. Dewey (1910) introduserte begrepet «reflekterende tenkning», for å sette fokus på hvor viktig det er å reflektere over meninger, tanker, og kunnskap, som en møter og blir presentert for opp gjennom livet. Refleksjon rundt både egne tanker og meninger, men også andre sine. Bensley (2011) skriver at mange av Deweys tanker kan identifiseres i Robert Ennis mye brukte definisjon av kritisk tenkning som lyder slik: «reasonable, reflective thinking focused on deciding what to believe og not» (Ennis, referert i Bensley, 2011, s. 4). Grunnet filosofiens og det retoriske miljøets lange innflytelse på diskursen i utdanningsinstitusjoner, er dette en mulig grunn for at evnen til refleksjon er sentral for innholdet i evnen til å tenke kritisk (Bensley, 2011). Videre skriver han at det derimot er diskusjon og uenigheter om hvilke bestemte ferdigheter en må ha for å kunne være en kritisk tenker, hvis det i det hele tatt er mulig å definerer noen evner.

Kuhn (1999) skriver i likhet med Bensley (2011) at det er vanskelig å si noe om hva som kjennetegner gode kritiske tenkere, eller hvilke ferdigheter som må være tilstede. Hun skriver derimot at for å lære å tenke kritisk bør en flytte fokus fra den kognitive tenkningen, hvor en lærer om hvordan å kunne forstå verden, til den meta-kognitive (Kuhn, 1999). «Meta-cognitive skills are second-order *meta-knowing* skills that entail knowing about one's own (and others') knowing» (s. 17). «Meta-knowing» har ingen god norsk oversettelse, men blir her omtalt som *meta-kognisjon*. Med kognisjon siktes det til prosesser i hodet, hvordan en tilegner seg kunnskap, og hvor *meta* er tanker om hvordan en tilegner seg kunnskap. Det handler om å få forståelse om egen kunnskapslæring, men også kunne forstå at andre forstår

og lærer på sin måte, og at det kan være forskjellig. Hun trekker en parallell mellom meta-kognisjon og kritisk tenkning, men er ikke den første til å trekke denne sammenhengen. Lipman referert til i Kuhn (1999) skriver at for å kunne kalle det kritisk tenkning, må en også kunne tenke kritisk om egne tanker. Han skriver at det er mulig være helt ukritisk til egne tanker, og derfor må en «kritisk tenker» også være selv-korrigerende til egne tanker og ideer. Kuhn (1999) skriver at spørsmål som «hva vet jeg?» og «hvordan vet jeg det?» er eksempler på meta-kognitive egenskaper, som kan lede til kritisk tenkning og kompetanse. Sammenhengen mellom kritisk tenkning og meta-kognisjon blir skrevet mer om i delkapittel 2.7 «Begreper satt i sammenheng».

### 2.3 Kritisk epistemologi

Epistemologi er læren om kunnskap og innsikt, hvordan kunnskap blir til hos mennesket. Alrø og Skovmose (2002) skriver at tanker og ideer fra både Dewey og Vygotsky fungerer som en basis for deres tilnærming til kritisk epistemologi.

I følge Dewey er det likhet i hvordan kunnskap blir utviklet hos barn, og ved en vitenskapelig tilnærming (Alrø og Skovmose, 2002). Å konstruere kunnskap ved en vitenskapelig tilnærming kan forklares som en prosess hvor en aktivt undersøker et datamateriale, tester ut hypoteser, arbeider videre med en strategi, eller forkaster ideen helt og prøver på nytt. Han var opptatt av at elever i skolen ikke lærte ved å være passive mottakere av informasjon, men de måtte selv være med på å utvikle kunnskap, og at en vitenskapelig metode til læring gir elever en aktiv rolle i konstruering av ny kunnskap (s. 253).

Dewey var også opptatt av linken mellom utdanning og demokrati. Han peker på at god undervisning bør gi elever verktøy for å håndtere livet og samfunnet de skal leve i. En vitenskapelig tilnærming til læring kan hjelpe elever med dette, fordi kvalitetene ved en slik tilnærming er å kunne tenke selvstendig og fritt, i tråd med det å være en aktiv borger i et demokrati. Alrø og Skovmose (2002) skriver at Dewey sine ideer ikke nødvendigvis må ha noe med kritisk utdanning å gjøre, men det er tilnærmingen hans til aktiv læring i koblingen mellom utdanning og demokrati som er sentral.

I tillegg til Dewey sine tanker, er Alrø og Skovsmoses (2002) tilnærming til kritisk epistemologi også basert på Vygotsky sine tanker om læring i felleskap. De skriver at Vygotsky er sentral, men ikke først og fremst på grunn av den proksimale utviklingssonen, men ett element i den. Et element i den proksimale utviklingssonen er hvordan en ser på tilegnelsen av kunnskap. Tilegnelsen kan ses på som en metafor, der eleven er i sentrum som

byggmester og kontrollerer arbeidet, de rundt ( gjerne læreren) er tilrettelegger for det som skal utvikles. Når bygget kan stå på egne ben, tas stillaset fra «tilretteleggeren» bort. Da har eleven aktivt tatt del i å transformere allmenn kunnskap, til personlig kunnskap gjennom aktiv undersøkelse i felleskap med andre. Alrø og Skovsmose (2002) peker på at kunnskapen som tilretteleggeren besitter må overføres gjennom kommunikasjon og interaksjon. Kunnskap utvikles altså i den proksimale utviklingssone ved dialog, som er interessant sett i lys av Alrø og Skovsmose sitt perspektiv på kritisk læring. De plasserer allikevel ikke *kritisk epistemologi* i Vygotsky «leiren», men han brukes som inspirasjon, fordi dialog og interaksjon blir sett på av dem som sentralt for å utvikle kritisk læring.

Alrø og Skovsmose (2002) skriver at deres forklaring av kritisk epistemologi ikke må bli sett på som en læringsteori, men at det er en tilnærming på læring. En undersøker utvikling av kunnskap, hvor kritikk av hva som blir lært er en naturlig del av prosessen. Med inspirasjon fra ideene til både Dewey og Vygotsky kan kritisk epistemologi oppsummeres på denne måten. En viktig del av kritisk epistemologi (hvordan kunnskap erverves) er å lokalisere ressurser sentrale for kritisk læring. De ser ressurser i interaksjoner mellom mennesker, der dialogen blir sett på som sentral i utviklingen av kritisk tenkning, som et ledd i utdanningen. Det krever at elever er aktive deltakere i prosessen med å utvikle kunnskap og kritisk læring, og ikke passive mottakere av informasjon. Dialog er derimot en skjør læringsarena, fordi en dialogisk læringsprosess fort kan ende opp som en u-dialogisk prosess, hvor deltakerne sitter hver for seg og jobber. Alrø og Skovsmose (2002) avskriver derfor ikke at kritisk læring kan skje i individet på egenhånd. De ser derimot at det er større utfordringer i å utvikle kritisk kompetanse ved monolog, enn ved dialog.

## 2.4 Samtale og dialog

Fokuset i oppgaven er på kritisk-matematisk kompetanse, og datagrunnlaget for analysen er samtale mellom elevene. Osborne (2010) skriver at en på egenhånd kan en reflektere og begrunne sine påstander og argumenter. Allikevel er det som oftest lettere at dette skjer i sosiale kontekster. I en samtale er det mer naturlig å komme i situasjoner der en må begrunne, argumentere og reflektere, slik at andre forstår hva en tenker og mener. Videre kan andre komme med sine forklaringer, motargumenter og eventuelle kritiske holdninger. Alrø og Skovsmose (2002) peker på dialog, og noen dialogiske kvaliteter som sentrale for at kritisk tenkning kan skje. Kvalitetene som karakteriserer en dialog er: *undersøkende, uforutsigbar, risikofyllt, og likeverdig samtale*. Dialogen skal være noe annet enn instruksjon. I en dialog vil deltakerne ha en *undersøkende* samtale, hvor hensikten er å skape ny forståelse. En forholder

seg undrende, søkende og nysgjerrig til hverandre. Det er ikke gitt på forhånd hvilken retning en dialog vil ta. Den beveger seg mellom det kjente og ukjente. En dialog kan derfor oppleves *uforutsigbar*. Ved å gå inn i en slik uforutsigbar retning tar man en *risiko*, fordi en kan møte på utfordrende temaer, gå inn i en blindgate, men også lykkes med å finne ut av noe (s. 129). Risikoen knyttes opp mot det å ta en sjanse, fordi dialogen er uforutsigbar. I tillegg skal en dialog utvikle seg som en dynamisk prosess mellom *likeverdige* parter. Formålet er ikke å vinne frem med sine meninger eller utøve makt, det skal være likevekt mellom partene. Likevekt er en utfordring som tydelig kommer til uttrykk mellom lærer og elev, der læreren i utgangspunktet har autoritet. Alrø og Skovsmose (2006) avskriver ikke at læring kan skje hos individet, men undersøker dialogens muligheter for læring, fordi den inneholder visse kvaliteter som de ser på som avgjørende for kritisk læring. Forskjellen mellom samtale og dialog, er at en samtale kan inneholde ulike kvaliteter, hvor noen kan være av dialogisk natur (Alrø & Skovsmose, 2006). Samtalene mellom elevene i analysen blir derfor ikke omtalt som ulike *dialoger*, fordi de ikke alltid inneholder kvalitetene i begrepet. De blir omtalt som *samtaler*, men undersøkt i lys av de dialogiske kvalitetene, og kan si noe om grunnlaget for at elever får vist evner i kritisk-matematisk kompetanse.

## 2.5 Refleksjon

Refleksjon er sentralt i kritisk kompetanse og tenkning. Evnen til refleksjon i et matematisk perspektiv handler om å både reflektere rundt bruken, virkeområde, og relevansen matematikk har for konteksten det arbeides i. Den naturfaglige konteksten i denne oppgaven kan også legge føringer for hvilken type refleksjoner som kan bli gjeldene. Alrø og Skovsmose (2002) og Alrø og Skovsmose (2006) deler refleksjon i matematikk i tre deler: refleksjon om innholdet, subjektet som reflekterer, og refleksjon knyttet mot konteksten. Kategoriene og innholdet er hentet fra Alrø og Skovsmose (2002, s. 184–192; 2006, s. 132–134).

### 2.5.1 Refleksjon om innholdet

Hva en elev reflekterer rundt i matematikk kan være mye forskjellig. I dette prosjektet kan refleksjonene være knyttet til informasjon, utregninger, løsninger og svar, og mye mer. Alrø og Skovsmose (2002) forklarer at hva en reflekterer rundt kan bli sett på som at refleksjoner har en adresse, og disse kan plasseres i seks ulike dimensjoner.

For det første kan en reflektere over en spesifikk matematisk utregning. Har en gjort riktig, er svaret rett, er det brukt riktig algoritme, har noen andre fått samme resultat?

For det andre, kan elever ta i betraktning om de egentlig har brukt riktig fremgangsmåte? Kanskje de ser at det finnes ulike fremgangsmåter, var egentlig min den beste?

Et tredje aspekt ved refleksjon i matematikk er om løsningen er relevant for konteksten som oppgaven er i. Gir utregningen mening? Er det noe som overrasket elevene? Er resultatet hensiktsmessig? I dette prosjektet kan refleksjon knyttet til punkt tre gjenkjennes ved at elever for eksempel reflekterer rundt en matematisk fremgangsmåte eller løsning, om det gir mening å bruke en matematisk tilnærming i den naturfaglige konteksten.

For det fjerde kan en reflektere rundt om det i det hele tatt er nyttig å bruke en «formell» matematisk algoritme eller løsningsmetode. Trenger en egentlig å løse oppgaven med matematikk, kan en finne svaret uten? I forbindelse med at elever arbeider med matematikk i en naturfagskontekst, kan det være naturlig at de stiller spørsmål ved selve relevansen til matematikken.

Det femte punktet tar opp meningen med matematikk. I de tre første punktene sier en implisitt at matematikk er relevant, det fjerde punktet setter spørsmålstegn ved relevansen til det matematiske i problemløsningen. Matematikk kan også tenkes på i en videre forstand, som en integrert del av hverdagen. Refleksjoner rundt matematikkens rolle i samfunnet, dens påvirkning av vår oppfatning av samfunnet hører til det femte punktet. Hvis refleksjon skal støtte kritisk læring i matematikk, så må elever også ha mulighet å se hvordan matematikk blir brukt i hverdagen.

I det sjette punktet tar en opp at refleksjon kan gå i mange retninger, som ikke nødvendigvis må ha noe med matematikk å gjøre, men som er relevant for læringsprosessen. Underliggende intensjoner opererer alltid i klasserommet, og endrer elevenes retning og fokus. Refleksjon i det sjette punktet innebærer også til en viss grad meta-refleksjon. Det vil si at en reflekterer rundt refleksjonene en har gjort i punktene en til fem. En kan reflektere rundt hvordan en har reflektert, og hvilken innsikt eller påvirkning refleksjonene har gitt.

### **2.5.2 Subjektet som reflekterer**

En kan reflektere rundt innholdet i matematikk, men det er også noen som reflekterer. Hva det reflekteres om avhenger av personen eller personene som reflekterer. Er det bare elever, er læreren med i refleksjon? Refleksjoner avhenger også av en persons interesse, alder, forhåndskunnskap, og hvordan kjemien er med andre (Alrø & Skovsmose, 2006). Refleksjon kan både bli gjort av individet, men også i en gruppe. Hvis en elev for eksempel sier «vi må

... vi trenger ... hvis vi gjør ...» kan dette være indikasjoner på *kollektiv refleksjon*. Eleven inkluderer gruppen ved bruk av ordet *vi*, og gir mulighet for andre på gruppen til å delta i refleksjonen. Alrø og Skovmose (2002) skriver at kollektiv refleksjon på denne måten kan åpne en link mellom dialog og kritisk læring. Gjennom ytringer og interaksjon kan en gruppe reflektere i felleskap. Kollektiv refleksjon består ikke av en rekke individuelle refleksjoner som blir satt sammen, men blir til ved interaksjoner og dialog. De utelater ikke at refleksjon kan skje individuelt, men har fokus på hvordan refleksjon i grupper bidrar til læring.

### **2.5.3 Refleksjon i kontekst**

Konteksten som refleksjonen foregår i kan være med på å definere hvilken type refleksjon eller handling som er gjeldende. Den kan åpne opp for refleksjon, men også være et hinder. Ønsker en diskusjon, argumentasjon og refleksjon, bør også konteksten gi rom og mulighet for dette (Alrø & Skovmose, 2006). I arbeid med autentiske data, var tanken at temaene vær, klima, og energi var kontekster som kunne gi rom for at elevene tok i bruk deres erfaringer og kunnskaper fra hverdagen. I hverdagen erfarer man været og dens effekter fysisk. Er det kaldt, skrur man opp varmen eller fyrer i peisen. Regner det bruker en paraply, regntøy, og kanskje en fortere blir syk? I dette prosjektet hadde den naturfaglige konteksten og de autentiske dataene, som hensikt å legge til rette for at elevene kunne reflekterte og undret seg i møte med informasjon, svar på oppgaver, og andre elevers utsagn som kanskje var i strid med deres egne erfaringer med været.

## **2.6 Intensjon**

Intensjon handler om hva deltakere i en samtale ønsker å oppnå (Alrø og Skovmose, 2002). Det er ingen selvfølge at elevene ønsker å arbeide med oppgaver om vær, klima og energi, eller i det hele tatt lære noe nytt. Noen vil jobbe med å undersøke og stille spørsmål, mens for andre er kanskje fokuset å snakke om gårsdagens fotballkamp. Alrø og Skovmose (2006) påpeker at det vil være vanskelig å forestille seg at en undersøkende og reflekterende tilnærming finner sted, uten at deltakerne er engasjert i prosessen. Læring og kritisk tenkning kan derfor ikke bli tvunget på elever, de må ha et eget ønske om å engasjere seg. Elever må selv ønske å stille seg undrende og å reflektere (s. 132). Oppgavene i undervisningsopplegget hadde som hensikt å appellere til elevers indre motivasjon for å undersøke, stille spørsmål og tenke kritisk, fordi de fikk arbeide med autentiske data fra deres nærmiljø. Vi hadde også til hensikt å tilby dem en annen tilnærming til å lære matematikk og naturfag. Det kan ses på som et forsøk i å påvirke intensjonene til elevene, slik at fokuset ble på det faglige.



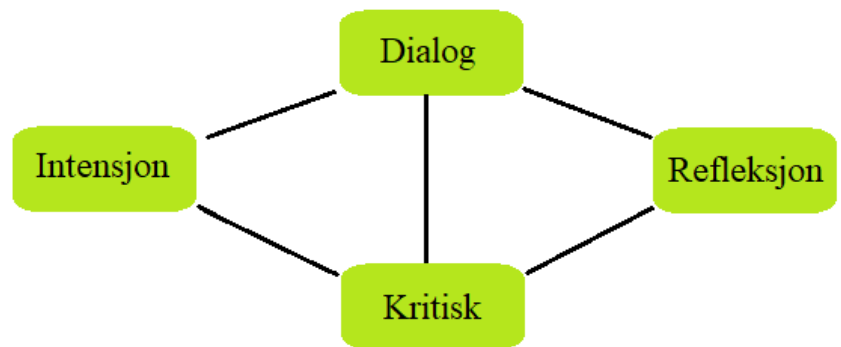
## 2.7 Begreper satt i sammenheng.

Alrø og Skovsmose (2006) viser til koblingen mellom begrepene dialog, intensjon, refleksjon og kritisk læring (se figur 1). Å være kritisk forutsetter involvering. *Intensjon* virker derfor mellom dialog og kritisk tenkning, fordi kritisk tenkning forutsetter aktiv deltakelse. Den aktive og eventuelt kritiske deltakelsen skjer ved å ta del i dialogen. *Refleksjon* viser til

utfordringene og problemene som kan bli

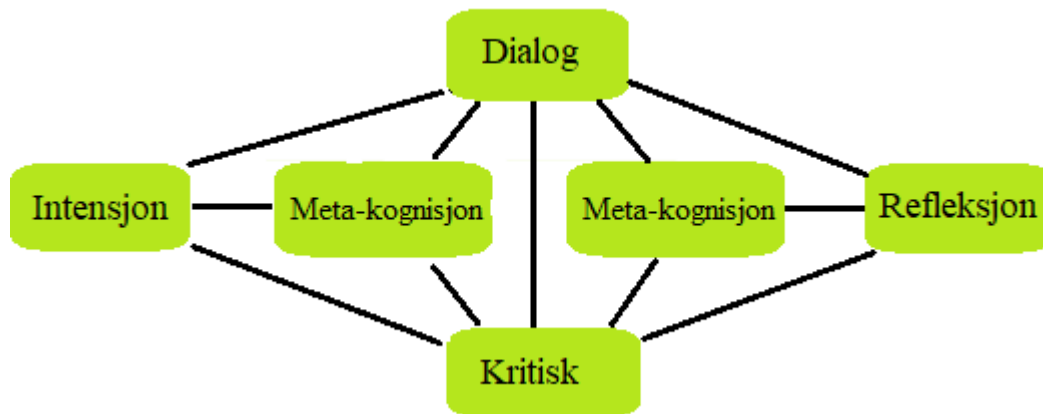
sett på kritisk. Gjennom samtale får de andre innsikt i refleksjonene, og eventuelt de kritiske refleksjonene som danner grunnlaget for kritisk læring ved dialog. *Dialog* handler om at *samtaler* med visse kvaliteter kan legge til rette for kritiske diskusjoner, og at deltakernes intensjoner og refleksjoner har mulighet for å komme frem. Ikke alle dialoger er kritiske, eller har ett kritisk potensial, men en dialog inneholder kvaliteter som er viktige fundamenter for *kritisk læring* og tenkning (Alrø & Skovsmose, 2002).

*Meta-kognisjon* er et begrep som ikke blir nevnt eksplisitt hos Alrø og Skovsmose, men som jeg finner som et interessant og hensiktsmessig tillegg basert på hvordan Kuhn (1999) beskriver det. Som nevnt handler det om å forstå både hvordan en selv og andre, lærer og forstår. Hun trekker en sammenheng mellom kritisk tenkning og meta-kognisjon. I en gruppe der elever diskuterer, kan meta-kognisjon komme til uttrykk i hvordan elever forholder seg til egne, men også hverandres forslag, ideer og refleksjoner. Meta-kognitive egenskaper handler like mye om å være kritisk til egne ideer, som andre sine ideer og refleksjoner. Meta-kognitive egenskaper finner en ikke eksplisitt omtalt i Alrø og Skovsmose (2002) sin tilnærming til kritisk læring. Derimot kan innholdet i begrepet *refleksjon* knyttes mot noen elementer i *meta-kognisjon*. De skriver at «Reflection means considering at a conscious level one's thoughts, feelings and actions» (s. 184). Refleksjon betyr å betrakte ens egne tanker, følelser og handlinger på et bevisst nivå. Å betrakte på et *bevisst nivå* kan tolkes dit hen at man tenker og reflekterer rundt egne tanker på et meta nivå. Da er det også nærliggende å overføre det til å gjelde for andres tanker og ideer også. Begrepet *reflekterende viten* (blir



Figur 1. «Noen begrepsmessige sammenhenger» (Alrø & Skovsmose, 2002, s. 231).

nøyere i delkapittel 2.9.1), nevner også elementer av meta-kognisjon, der Skovsmose (1994b) skriver at en meta-reflekterer rundt tidligere refleksjoner i en arbeidsprosess.



Figur 2. Begrepsmessige sammenhenger. Utvidet figur basert på Alrø og Skovsmose (2002, s. 231) figur «noen begrepsmessige sammenhenger».

Begrepet meta-kognisjon plasseres i figur to, og viser visuelt hvordan det kan relateres til begrepene dialog, intensjon, refleksjon og kritisk. Sammenhengen mellom meta-kognisjon, og dialog, intensjon og kritisk, er at eleven kan vise evne til å sette seg inn i intensjonene til gruppen, men også reflektere over hvordan egne intensjoner og ideer påvirke gruppen. Meta-kognisjon i den sammenhengen kan også komme til uttrykk ved at eleven viser interesse for andres ideer, tanker og refleksjoner, og i tillegg evner å tenke kritisk rundt egne forslag og ideer. Fraværet av meta-kognisjon kan derfor gjenkjennes ved manglende interesse for andres forslag og ideer. I tillegg til at en ovenfor egne forslag er lite kritisk, og ikke evner å ta til seg andre sine synspunkt i gruppediskusjoner. En ønsker egentlig bare å fremme eget standpunkt. I denne oppgaven kan meta-kognisjon i linken mellom dialog, refleksjon, og kritisk komme til uttrykk hvis elevene viser evner til å reflektere over egne, og andres utalte refleksjoner. I motsatt tilfelle kan også fraværet av begrepet kanskje forhindre diskusjon og refleksjon, fordi gruppen og elevene i den, ikke evner å forstå og forholde seg til hverandres tanker og ideer.

Med respekt for Alrø og Skovsmose rettes det ikke kritikk mot deres arbeide at de ikke skriver om begrepet. Begrepet meta-kognisjon slik Kuhn (1999) presenterte det setter allikevel eksplisitt ord på en relevant evne i kritisk kompetanse. Kompetansen handler om evnen til å reflektere, tenke selvstendig og kritisk, men at det også innebærer å kunne forholde seg kritisk til andre sine, og egne tanker på et meta-nivå. Alrø og Skovsmose sine begreper, peker til tider eksplisitt, men i større grad implisitt på elementer i meta-kognisjon. Jeg ønsker

eksplisitt fokus på begrepet meta-kognisjon, på grunn av hvilken rolle det kan ha i uttrykket for den enkeltes kritiske kompetanse, og elevers kritiske diskusjoner.

## 2.8 Definisjon av kritisk-matematisk kompetanse

Kritisk-matematisk kompetanse handler blant annet om å kunne kritisk se på bruken av matematikk i både skole og i samfunnet (Alrø & Skovsmose, 2002). En sentral evne i kritisk-matematisk kompetanse er å kunne reflektere, men det argumenteres også for at evnen til meta-kognisjon er viktig. I tillegg er samtalen sentral for kompetansen, fordi det er i samtalen elevene kan uttrykke sine refleksjoner, intensjoner og få frem eventuelle meta-kognitivite egenskaper. Det argumenteres særlig for at samtaler med noen dialogiske kvaliteter kan legge til rette for kritiske diskusjoner, hvor kritisk-matematisk kompetanse kan komme til uttrykk. En definisjon av kompetansen, med inspirasjon fra Hansen og Hana (2012), kan være:

Kritisk-matematisk kompetanse er evnene til å reflektere og å tenke kritisk over egen og andres forståelse og bruk av matematikk.

Det er fokus på Kuhn (1999) sin kobling mellom meta-kognisjon og kritisk tenkning, og Alrø og Skovsmose (2002) sin tilnærming til refleksjon og samtale. Sentrale evner for kompetansen er å kunne stille spørsmål, undre seg og reflektere, men også være kritisk over egne forslag, og å forstå at andre tenker ulikt, og forstår ulikt. For å få innsikt i andres tanker og meninger må en stille spørsmål og snakke sammen, som igjen referer til at en samtale med visse dialogiske kvaliteter er sentralt for kritisk-matematisk kompetanse. I tillegg er det fokus på at kritisk-matematisk kompetanse er en kompetanse man bruker aktivt. Det handler om at man i ulike møter med matematikk, evner å *reflektere* og å *stille seg* kritisk til hvordan matematikk er blitt brukt eller presentert. Møter der en kritisk vurderer bruken av matematikk kan være på skolen eller i samfunnet. Definisjonen av kompetansen i denne oppgaven knyttes ikke eksplisitt mot å se kritisk på matematikkens anvendelse og bruk i et samfunnsperspektiv. Hensikten er å vise til et bredere fokus på kritisk-matematisk kompetanse, at kompetansen kan komme til uttrykk når en ser kritisk på matematikkens bruk i både skole og samfunn. Selv om det er vanlig, og et mål at en skal lære å se kritisk på matematikkens bruk og påvirkning i et samfunnsperspektiv, kan også kompetansen komme til uttrykk i arbeid med matematikk oppgaver på skolen. Neste delkapittel beskriver hvordan kritisk-matematisk kompetanse kan bli gjenkjent i elevers samtaler.

## 2.9 Gjenkjenne kritisk-matematisk kompetanse

Det er nok flere nyanser på hva som kan gjenkjennes som kritisk-matematisk kompetanse, og hvordan en kan gjenkjenne den i samtaler. I datamaterialet undersøkes samtaler og situasjoner der elever virker å ha kritiske diskusjoner. De analyseres videre i lys av begrepene til Skovsmose, Alrø, og Kuhn, for å diskutere elevers kritiske kompetanse i gitte situasjoner. For å gjenkjenne kritiske diskusjoner i samtaler trekkes det her frem tre sentrale deler. Først rettes det fokus mot Skovsmoses tre begreper om: «mathematical knowing», «technological knowing» og «reflective knowing», som blir brukt for å kategorisere og gjenkjenne refleksjoner i samtale. For det andre er det fokus på at kritisk kompetanse kan bli gjenkjent der elever undrer seg og stiller spørsmål. Siste del belyser hvordan analyse av elevers argumenter kan bli brukt for å gjenkjenne kritisk-matematisk kompetanse i samtaler.

### 2.9.1 Skovsmoses tre begreper om «knowing»

Skovsmose (1994a; 1994b) argumenterer for at «mathematical knowing», «technological knowing», og «reflective knowing» er tre sentrale faktorer i matematikk. De tre begrepene har til nå ingen god norsk oversettelse, men *matematisk viten* handler om å reflektere rundt bruken av det matematiske. Det kan knyttes til punkt en og to (delkapittel 2.4.1) i Alrø og Skovsmoses forklaring av «refleksjon om innholdet». Tenkte spørsmål eller refleksjoner i denne sammenhengen kan knyttes mot forståelsen av værddata i tabeller, om elever har brukt riktig regneoperasjon, eller om de kunne løst oppgaven ved en annen matematisk tilnærming. *Teknisk viten* handler om å reflektere rundt matematikkens bruk i ulike kontekster. Det kobles opp mot punkt tre og fire (delkapittel 2.4.1), hvor en kan stille spørsmål som: gir det matematiske svaret mening i konteksten vi arbeider i? Er det relevant å bruke matematikk i det hele tatt? Elevene kan diskutere matematisk informasjon de blir presentert for, deres matematiske forståelse, og svar i forhold til den naturfaglige konteksten de arbeider i. Ved *reflekterende viten* er spørsmål stilt i et bredere perspektiv. Hvordan påvirker det matematiske i utregningen av værddata vår oppfattelse av verden? Her er det spørsmål som adresserer problemstilling knyttet mot matematikkens formatterende kraft i samfunnet (Skovsmose, 1994b). Reflekterende viten knyttes opp mot punkt fem og seks (delkapittel 2.4.1) og handler om å reflektere over de tankene, spørsmålene og refleksjonene gjort tidligere i prosessen.

Skovsmose (1994a) skriver at kritisk-matematisk kompetanse ikke bare kan bli gjenkjent ved evnen til reflekterende viten, som er å se kritisk på matematikkens bruk i samfunnet. Elever må også ha innsikt i og forstå hvordan problemet ble løst, og hvorfor det ble løst som det

gjorde, som referer til matematisk og teknologisk viten. De tre begrepene knytter han sammen og danner det han forklarer som stammen for kritisk-matematisk kompetanse.

For å kunne gjenkjenne Skovsmose sine tre begreper i klasserommet

støtter jeg meg på Barbosas'

(2006) sin modell. Han oversetter

Skovsmose sine tre begreper om

«knowing» til «mathematical

discussion», «technological diskussion»

og «reflective discussion». Han bruker

«diskusjon» fordi fokuset er på å analysere

samtaler, i likhet med denne oppgaven. Figur 3 viser hvordan de tre begrepene henger

sammen, hvor Barbosa (2006) sine begreper er oversatt til norsk. Modellen gir mulighet for å

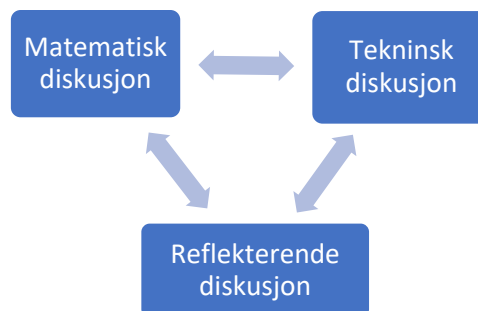
kunne kategorisere elevers samtaler, om de er av en faglig, teknisk eller reflekterende

karakter. Sammenhengen mellom de tre diskusjonstypene er gjort med bakgrunn i Skovsmose

sin tilnærming. Skovsmose (1994b) peker nemlig på at selv om en elev-diskusjon kan være av

en teknisk karakter, så vil ofte samtalen inneholde både matematiske og reflekterende

avveininger.



Figur 3. «Typer av elevdiskusjoner». Min oversettelse av Barbosa (2006, s. 298)

### 2.9.2 Stille spørsmål

En annen måte å gjenkjenne kritisk kompetanse på hos elever er når de stiller seg spørrende og undrende. I artikkelen til Albergaria-Almeida, Teixeira-Dias og Martinho (2011) trekker de særlig fram at å stille spørsmål er en aktivitet en kan gjenkjenne som kritisk. De henviser til Browne og Freeman (2000) som argumenterer for at spørsmål er: «the primary behavioral characteristic of critical thinking classrooms» (s. 302). Spørsmål kan lede til kritiske diskusjoner, fordi en ofte lurer på noe, utfordrer et utsagn, eller er uenig i argumentene som blir fremmet. De skriver at selv om man stiller spørsmål er en ikke automatisk kritisk. Kritisk tenkning krever fatteevne, det vil si at for å stille spørsmål til et argument eller et resonnement, må man først oppdage og forstå det (Browne & Freeman, 2000). Selv om det her blir beskrevet at kritisk tenkning kan bli gjenkjent ved spørsmål, er ikke spørsmål den eneste måten å være spørrende på.

Alrø og Høines (2016) skriver at «å være spørrende er å forholde seg dialogisk med de kvaliteter det innebærer» (s. 125). De dialogiske kvalitetene er som nevnt likeverdighet,

undersøkende, uforutsigbar og risiko. I en spørrende tilnærming vil det si at en er åpen, nysgjerrig og undrende til både seg selv og andre. Det ligger en forventning om at en er «åpen søkende, eller svarende uten å være lukkende» (s. 125). Det kan bety at man åpent (ved å utrykke seg i en gruppe) søker etter ny informasjon eller kunnskap. Samtidig skal heller ikke informasjonen eller kunnskapen som legges frem være lukkende for samtalen, en ønsker at den spørrende samtalen kan fortsette. Ved å være åpent søkende, altså gjøre det kjent for de man arbeider med hva man lurer på, inviterer en også til et felles interessefelt. I denne oppgaven kan for eksempel en gruppe utvikle et felles interessefelt ved at en elev er åpent spørrende til informasjon de blir presentert for. I felleskap undersøker de, stiller spørsmål og undrer seg i møte med for eksempel tabeller, med den hensikt å forstå dataene bedre.

I det å være spørrende, undrende og undersøkende peker Browne og Freeman (2000), og Alrø og Høines (2016) at aktiv deltakelse er nødvendig. Det er ved å delta aktivt i samtaler at en får uttrykt sine meninger, spørsmål og tanker. Det viser til hvor sentralt en samtale med visse dialogiske kvaliteter er for å utvikle kritisk kompetanse. I samtale og aktiv deltakelse blir elever både eksponert for, og får uttrykt sine tanker og meninger. Da kan det oppstå diskusjoner, hvor noen diskusjoner blir av en kritisk karakter, der en kan gjenkjenne evne til kritisk tenkning og kompetanse hos elevene.

Ved å identifisere dialogiske kjennetegn, og beskrive hvordan deltakere i en samtale utvikler et felles interessefokus, kan dette være med på å beskrive om kommunikasjonen er spørrende (Alrø & Høines, 2016). Er kommunikasjonen spørrende, betyr ikke det nødvendigvis at en vil gjenkjenne hv-spørsmål (**h**vorfor, **h**va, osv). Elevers spørrende tilnærming kan være skjult, og utsagnene kan være dvelende, nølende og utforskende. Alrø og Høines (2016) viser til at en spørrende tilnærming kan gjenkjennes i fraser som: «Skulle vi prøve», «Kunne det tenkes?», «Hvordan kan det være...». I denne oppgaven kan elevers spørsmål og spørrende holdninger være rettet mot hverandres løsninger, ideer, forklaringer eller informasjon de får i forbindelse med oppgavene. På forhånd informerte læreren at temaet «vær» ikke ville være ukjent for elevene, men at en «undersøkende» arbeidsmetode var litt ukjent for dem. Temaet, arbeidsmetoden, og autentiske data kunne derfor være en arena som inviterte til spørrende holdninger og diskusjoner, fordi elevene ble nødt til å søke innsikt og forståelse fra tabeller og modeller, for å løse oppgavene vi gav dem.

### 2.9.3 Elevers argumenter

Et siste element i å gjenkjenne kritisk kompetanse er ved å analysere innholdet i argumentene til elevene. Å argumentere kan handle om å «vinne» over en annen, ved å fremme sine egne argumenter som de beste, som i en politisk debatt for eksempel. Det er ikke slik begrepet blir brukt i denne oppgaven. Et argument kan bidra til å knytte sammen teori og praksis, sett fra et vitenskapelig ståsted. Når en forsøker å forklare et fenomen, argumenterer en ofte med bruk av teori og forståelsen av den, og hvordan teorien kan brukes til å forklare det praktiske (Osborne, 2010). I en vitenskapelig dialogisk diskurs der målet er søken etter ny kunnskap og forståelse, vil ofte argumenter i en samtale være preget av blindveier, misoppfatninger og ulik forståelse (Duschl & Osborne, 2002). Osborne (2010) ser allikevel på argumentasjon som et viktig punkt for å lære elever å tenke kritisk. Å være kritisk er selve essensen i den vitenskapelige praksisen, og uten argumentasjon og evaluering så ville utvikling av ny kunnskap være umulig. Allikevel må en ikke nødvendigvis argumentere kritisk. Argumentasjon blir brukt i reklamer, hvor hensikten ikke er å være kritisk, men å overbevise, påvirke og kanskje spille på følelser. Skal et argument kategoriseres som kritisk, er det ved at elever reflekterer og stiller spørsmål (Herheim & Rangnes, 2016).

I likhet med Alrø og Skovsmose (2002) skriver Osborne (2010) at sosiale settinger (hvor han ser på dialog og samtale som sentralt for å utvikle argumentasjon) bidrar til at elever må sette ord på sin forståelse. De må trekke slutninger basert på egen forståelse og kunnskap, og blir utfordret ved at andre elever kommer med motargumenter og andre forklaringer. Denne måten å arbeide på vil på sikt kunne bidra til at elever inntar en kritisk holdning i møte med vitenskap og ny informasjon. Osborne (2010) bruker ikke begrepet kritisk kompetanse, men skriver om «å være kritisk». Forklaringen for hvorfor elever skal lære å argumentere, inneholder sentrale elementer i hvordan begrepet blir brukt i denne oppgaven. Ved å analysere elevers argumenter kan jeg undersøke om de blant annet er av en reflekterende, teknisk eller faglig karakter sett i lys av Skovsmoses tre begreper om «knowing».

### 2.10 Andre faktorer

Å være kritisk er ikke alltid så enkelt. I følge Skovsmose (1994b) kan elever være umotiverte, ikke gidde eller ha interesse av å være undersøkende og kritisk. I samtale med læreren ble det også klart at elevene hadde lite kjennskap til å være kritiske. Det ble derfor gjort noen grep som skulle legge til rette for at elevene kunne diskutere kritisk. Oppgavene elevene jobbet med var basert på autentiske data. Faktoren blir sett i lys av hvordan den kan ha bidratt til at elever engasjerte seg i kritiske diskusjoner. Et annet tiltak som ble gjort i undervisningen var

at elevene hadde en meta-samtale, om hva det vil si å være kritisk, og hvordan en kan være kritisk.

### **2.10.1 Autentisk data**

Siden prosjektet ekte data bruker data fra virkeligheten, ble det naturlig å undersøke hvordan arbeid med autentisk data kan påvirke elevers kritiske diskusjoner. Det blir her skrevet om autentisk data og ikke autentiske oppgaver, fordi det er *vær-dataene* som er autentisk.

Oppgavene tilknyttet undervisningsopplegget hadde ikke nødvendigvis noe autentisk ved seg, og det skrives derfor ikke om autentiske oppgaver, men om autentisk data. Jonker og Wijers (2017) skriver at innholdet i begrepet autentisk læring handler om at elevene må gjenkjenne konteksten, og dataene de jobber med. Det må være relevant også utenfor skolen, og muligheten for å konstruere kunnskap må være tilstede. I dette prosjektet fikk elevene jobbe med tall og data som var hentet fra værstasjonen på skolen. Dataene den samler inn er autentiske fordi de ikke bare er funnet opp, men er tall som er hentet fra virkeligheten.

Hvorfor ønsker en egentlig å arbeide med autentiske oppgaver eller data? Jonker og Wijers (2017) peker på at skole og hverdag kan oppleves som to forskjellige verdener for elever i matematikkundervisning. Derfor ønsker en å bedre linken mellom skole, hverdagskunnskap, og kunnskap en senere får behov for på arbeidsplasser. Arbeid med autentiske data kan gjøre at elever lettere knytter erfaringer fra hverdagen til det faglige, fordi konteksten allerede er kjent for dem, og at de derfor allerede besitter kunnskap om temaet (s. 251). Selv om konteksten er kjent, nevner de også at oppgavene elevene gjør til en viss grad bør være autentiske, slik at problemet de arbeider med har røtter i virkeligheten. Når elever her arbeidet med vær-data, ble det lagt til rette for at de kunne ta i bruk deres erfaringer med værmeldinger og været de kjenner på kroppen hver dag.

Arbeid med autentiske data kan også bedre motivasjonen til elever. Ideelt sett skal de føle at det er nyttig å løse oppgavene, at de ser meningen med det de gjør (Jonker & Wijers, 2017). Herheim og Rangnes (2016) har gjennomført et prosjekt hvor elever arbeidet med trafiksikkerhet på en vei i nærheten av skolen deres. I artikkelen uttrykte elevene at de så poenget med arbeidet de gjorde, fordi bedring av trafiksikkerheten kunne bidra til å redde liv. De viser også til elever som indirekte uttrykte at det var lettere å se feil, fordi de allerede kjente til virkeligheten og konteksten som de arbeidet i. Sett i lys av funnene gjort i artikkelen til Herheim og Rangnes (2016), kan det tenkes at arbeid med vær og klima vil være en kjent kontekst for elevene. De opplever været på kroppen hver dag, og de ser kanskje værmeldinger



på tv eller ulike apper. I tillegg kan skolens lokale værstasjon ha bidratt til at elevene fikk en form for eierskap til dataene de arbeidet med i undervisningen.

Alrø, Blomhøj, Bødtkjær, Skovsmose og Skånstrøm (2001) skriver derimot at oppgaver ikke nødvendigvis må være realistiske for elever, for at de skal se meningen med dem. De ser fordelene av at oppgaver er forankret i hverdagen, men skriver at i deres tilfelle opplevde elevene forsøket med salmonella i egg som meningsfylt, til tross for at problemet var funnet på. Elevene hadde i oppgave å teste ut hvor mange egg en måtte sjekke for å kunne si med størst mulig sikkerhet, og minst mulig kostnad, at et parti egg hadde salmonella eller ei. Elevene klarte å sette seg inn i situasjonen, og opplevde forsøket som meningsfylt. De skriver at problemet som skal løses, og konteksten en arbeider i, må forklares og gjennomføres på en slik måte at elever gjennomskuer den pedagogiske konkretiseringen, samtidig som de drar nytte av den (s. 44). I dette tilfelle kan det bety at selv om ikke oppgavene om vær og klima oppleves som autentiske, så kan konteksten og de reelle dataene bidra til at elevene ser på konteksten de arbeider i som realistisk, og kanskje meningsfull til og med.

### **2.10.2 Meta-samtale og roller**

I prosessen med å finne relevant litteratur, kom jeg over artikkelen til Herrenkohl og Guerra (1998), i Duschl og Osborne (2002) som har skrevet om argumentasjon-diskurs knyttet til naturfagundervisning, ved å gjennomgå relevant litteratur knyttet til dette temaet. Herrenkohl og Guerra (1998) undersøkte bruk av roller som veiledning og støtte, for å hjelpe elever å lage egne forklaringer, og for å evaluere andre elever sine. Roller blir i deres artikkel knyttet til intellektuelle roller, og fungerte som verktøy for elevene i å tenke vitenskapelig, og i det å konstruere en forklaring. Drageset og Allern (2017) har også sett på hvordan roller kan bli brukt for å endre diskursen i matematikklasserommet. Elevene ble engasjert i en historie om en gruppe flykninger som drar fra Syria, og som møter på ulike problemer og matematiske utfordringer. Med en rolle forbinder man ulike væremåter og talemåter. I begge artikler nevnes det hvordan roller kan ha hjulpet elever med å sette seg inn i nye væremåter. Elevene fikk på den måten en hjelp til å forstå hvordan en kan være undrende, spørrende, motiverende og kritisk, som i begge artiklene stod sentralt (Allern & Drageset, 2017; Herrenkohl & Guerra, 1998).

Denne oppgaven har ikke fokus på rollespill, men det ble i analysen oppdaget situasjoner der elever tok i bruk roller. Det har derfor vært nødvendig å undersøke bruken av roller knyttet til kritisk kompetanse, for at de situasjonen kunne bli analysert. Det som i utgangspunktet

interesserte meg i de to artiklene var at i begge tilfeller var det gjennomført en meta-samtale med elevene. I samtalen var elevene deltakende i å definere rollene. Her diskuterte de «egenskaper» ved de ulike rollene. Det kom blant annet frem at for å forstå hvordan noen tenker må man lytte, undre seg, stille spørsmål, og reflektere. Herrenkohl og Guerra (1998) hadde også en meta-samtale med elevene om hvordan en kan stille spørsmål for å få innsikt i en forklaring, og med den hensikten å teste andre elevers hypoteser, forklaringer, og resultater. Arbeidet til Allern og Drageset (2017), og Herrenkohl og Guerra (1998) gjorde at jeg ønsket å gjennomføre en meta-samtale med klassen i prosjektuken. Her skulle de diskutere hva det vil si å være kritisk, og hvordan en kan være kritisk. Mer om hvorfor og hvordan det ble gjennomført er omtalt i delkapittel 3.4.1 i metoden.

## 3. Metode

I dette kapitlet blir det gjort rede for oppgavens metodiske tilnærming, hvordan det ble samlet inn data, forklaring av undervisningsopplegget og prosjektuken, etiske problemstillinger, og hvordan analysen er gjennomført. Hensikten til kapitlet er å gjøre rede for hvordan fokuset er undersøkt, der det undersøkes et *undervisningsopplegg med bruk av autentiske data*. Hvor det legges til grunn et elevperspektiv med *fokus på elevers kritiske-matematiske kompetanse, i en naturfaglig kontekst*

Prosesen med å finne ut av metode, forskningsspørsmål, litteratur og analyse har vært en omfattende og dynamisk prosess. Det startet med et bredt fokus på kritisk-matematisk kompetanse. Videre har forskningsspørsmål, fokus, analyse, og litteratur blitt endret og spisset flere ganger for å best mulig gi innsyn i fokusområdet. Det har vært en arbeidsprosess hvor de ulike delene er blitt arbeidet med om hverandre. Utformingen og arbeidet med oppgaven har på denne måten vært en dynamisk prosess.

### 3.1 Valg av metode

For å undersøke elevers kritiske-matematiske kompetanse, er det benyttet kvalitativ metode. Målet er ikke å kvantifisere data, det skal ikke telles eller undersøkes hvor mye. Formålet er å undersøke kompetansen hos elever. Det har vært hensiktsmessig å analysere samtaler i dybden, og ikke samle inn store datamengder med den hensikt å kunne generalisere funn. I kvalitativ metode er fokuset på få deltakere, og det er språket, ord og uttrykk som danner grunnlaget for dataen (Kvake & Brinkmann, 2015). Grunnlaget for analysen er derfor knyttet til samtaler mellom elever. Samtalene gjengis i form av samtaleutdrag, sitater og beskrivelser av situasjoner. De legger grunnlaget for fortolkninger og analyse, i lys av litteratur knyttet til kritisk-matematisk kompetanse. Fortolkning og analyse som ville vært annerledes ved bruk av andre forskningsperspektiv (Alrø & Høines, 2016).

#### 3.1.1 Kasusstudie

Ved å konsentrere forskningen mot et fenomen eller enhet (selv kasuset), siktes det mot å oppdage og utforske signifikante faktorer som er karakteristisk for kritisk-matematisk kompetanse (Merriam, 1998). Det er derfor valgt kasusstudie, fordi jeg er interessert i innsikt, utforskning, og tolkning, og ikke i testing av en hypotese. Kasusstudie er en metodisk tilnærming ved kvalitative studier, og er definert som utforskning av et bundet system både i tid og sted (Postholm, 2010). Billedlig kan klassen forklares som en grense, hvor det er

innenfor klassen fire vegger studiet foregår, og de to gruppene som filmes er hjertet av studiet. De to gruppene er det bundne systemet som utforskes, og prosjektuken er tiden som skal brukes. Merriam (1998) skriver at ved kasusstudier ønsker en å få dybdeforståelse av situasjonen og meningen til de involverte i den. Hensikten er å beskrive en situasjon, bundet til tid og sted, så detaljert som mulig. I tillegg til å beskrive, skal også situasjonene analyseres og fortolkes i lys av litteraturen. Postholm (2010) skriver at hensikten med oppgaven bestemmer teorien, som blir brukt i analyse og fortolkning av de funnene som blir gjort. Hvordan begreper fra teorien blir brukt i analysen blir nærmere omtalt i delkapittel 3.8, *Analyseprosessen*. utfordringer ved kasusstudier er forskeren som person. Merriam (1998) peker på at forskeren har stor frihet i analysen av datamateriale, som for eksempel kan bli misbrukt ved politiske eller økonomiske interesser. Det er få retningslinjer i kasusstudier som forklarer hvordan en analyse skal være. Det er derfor viktig at dette kapittelet forklarer hvordan, hvorfor, og hva som er gjort, for å gi oppgaven *transparens, troverdighet og gyldighet*. De tre begrepene blir nøyere omtalt i kapittel 3.6, men handler i korte trekk om kvaliteten og troverdigheten ved resultater og funn.

### **3.1.2 Metodetriangelring**

I et kasusstudie er det ofte relevant å ta i bruk flere metoder, fordi man undersøker alle aspektene ved kasuset (Merriam, 1998). Metodetriangelring innebærer at de involverte bruker ulike kilder (flere datainnsamlingsstrategier), og at dataene brukes av flere forskere (Postholm, 2010). Datamaterialet her er grunnlaget for tre ulike masteroppgaver. Vi er tre masterstudenter som har studert data-materialet på ulike måter, med ulikt fokus og teoretisk bakgrunn. Selv om vi ikke har samme fokus har det vært samtaler om hvordan vi tolker elevens utsagn, oppførsel og ulike situasjoner. Det kan ha bidratt til et mer nyansert og riktigere bilde av en elev og en situasjon, fordi det er tre ulike personer som har dannet seg et felles bilde.

I prosjektet er det brukt interaktiv observasjon, video og lydopptak, og innsamlede elevark i innsamling av data. De ulike metodene har gitt et rikt datamateriale. Video og lydopptak har gjort det mulig å studere elevens samtaler og interaksjon i detalj. Det har vært mulig å spille av og utforske enkelte situasjoner, uttrykk, og hendelser gjentatte ganger på film.

Båndopptakere ble brukt for å bedre lyd kvaliteten, og ble etter innsamlingen synkronisert med videoopptakene, dette løste et problem med bakgrunnsstøy fra videoopptakene. Ved å samle inn elevarkene fikk vi også mulighet til å se hva elevene hadde gjort. Elevarkene var også nyttige å ha tilstede når videoopptakene ble studert. I noen filmer pekte og forklarte elevene

utfra hva som stod på arkene de jobbet med. Da var det en fordel å vite hva de pratet om og pekte på. Ved observasjon fikk vi også et helhetlig bilde av klassen og undervisningsuken. Vi ble kjent med elevene, var tilstede i situasjoner som oppstod, og fikk en følelse av stemningen i klasserommet. Vi observerte også elevene i arbeid, stilte spørsmål og var en ressurs for dem ved behov. De ulike metodene satt sammen har gitt et godt grunnlag for analysen.

Metodetriangulering bygger opp under *gyldigheten* ved ett kasustudie (Postholm, 2010).

Dataene er ikke bare samlet inn på en måte. Det er brukt flere innsamlingsmetoder som kan ha bidratt til at analysen har gitt ett bedre, og riktigere bilde av hva som faktisk er sagt og gjort.

Bruken av flere metoder har også minsket behovet for å tolke materialet, med den hensikt å skape mening utfra det som blir sagt og gjort.

### **3.1.3 Videoopptak**

For å kunne studere, beskrive og tolke situasjoner ønsket vi å bruke videoopptak i datainnsamling. Det gav oss mulighet for å undersøke i detalj, både det verbale og det non-verbale i gruppene, og deres samtaler. Lyd og bilde ble fanget opp i videokameraet, og gav et detaljert bilde på en situasjon. En unngår også feil eller misforståelser som kan bli beskrevet i et observasjonsnotat, som er en subjektiv vurdering av det non-verbale (Alrø & Kritstiansen, 1997). Allikevel gjengir ikke en video mennesker i kjøtt og blod, men gjengir fragmenter i menneskers liv som kan medvirke til å muliggjøre undersøkelse av prosesser, samtaler og situasjoner. Videoopptakene gjengir bare et tredimensjonalt bilde av situasjonene i klasserommet. Situasjoner utenfor kameraets synsvinkel, og andre forhold som ikke kan bli fanget på film blir borte (Alrø & Kristiansen, 1997). Dette ble løst ved observasjon, der vi fikk føle stemningen i klassen på kroppen, og vi fikk med oss andre situasjoner som ikke kom med på videoopptakene.

En annen utfordring var videokameraet tilstedeværelse i klasserommet. Tilstedeværelsen gjorde at situasjoner kunne bli kunstige og ikke helt autentiske (Alrø & Kritstiansen, 1997). Dette kom tydelig frem ved at elever både vinket til kameraet, lagde grimaser, og sa ting som: «Ah, hater å bli filmet» og «Tror du de hører oss nå?». Slike utsagn viser at elevene oppførte seg annerledes, og ikke alltid var helt komfortable i situasjonen. Allikevel gav opptakene god oversikt over situasjonene som utspilte seg, og innsikt i elevers samtaler. I hvilken grad kameraene har påvirket elevenes samtaler til å bli mindre realistiske, er vanskelig å vurdere, men er noe jeg må være klar over. Alrø og Kristiansen (1997) peker allikevel på at forskning gjort med bruk av videokamera og observatører, ikke viser til radikale endringer i allerede eksisterende interaksjonsmønstre, som ofte har utviklet seg over lengre tid i en klasse.

### 3.1.4 Interaktiv observasjon

En problemstilling som ble diskutert i planleggingen av prosjektet, var hvilken forskningsrolle vi skulle ha i klasserommet. Vi diskuterte om vi skulle delta i samtale og arbeidet til elevene, eventuelt hvor ofte og hvordan. En tanke var å *passivt observere*, men det ville bli vanskelig fordi tilstedeværelsen av tre studenter og to kameraer sannsynligvis blir lagt merke til. Allikevel ønsket vi heller ikke en rolle som *deltakende observatør*, fordi vi ikke skulle delta i aktivitetene. Rollen vår kan derfor beskrives som *interaktiv observatør*. Tjora (2017) beskriver *interaktiv observasjon* ved at forskeren i utgangspunktet er en ren observatør, men for at situasjonen skal bli mer naturlig for de observerte, kan en interagere ved samtaler, assistanse eller lignende. Vår rolle i klassen var i utgangspunktet å observere, men det ble naturlig at hvis elever spurte om hjelp, henvendte seg til oss, eller vi så behovet for å gripe inn, så gjorde vi dette. Vi var bevisst påvirkningen vi ville ha som observatører, men ønsket også å være ressurs i undervisningen, om det skulle være behov.

Var grupper i gang med det som hørtes ut som en god samtale, skulle en engasjere seg i mindre grad. Opplevdes samtaler som avsporende skulle en gripe inn. Organiseringen av oss i klasserommet var at vi hadde en på hvert kamera, og en «joker». Jokeren hadde hovedansvar for den dagens undervisning, og snakket derfor med læreren om fremdriften i opplegget. Han gikk også rundt til de andre gruppene som ikke ble filmet, observerte og tok eventuelle notater. Elevene virket å godta rollene vi hadde i klasserommet, det var lite kommentarer på hva vår oppgave var, og hvorfor vi var der. Det kan ha bidratt til at situasjonene og samtale i analysen var tilnærmet normale, og kan ha styrket *troverdigheten* og *gyldigheten* til forskningen (Alrø og Kristiansen, 1997).

Selv om det på forhånd var diskutert i hvilken grad vi skulle engasjere oss, hadde vi noen utfordringer. Involvering fra studenter og lærer ødela eller endret noen ganger en ellers interessant elev-samtale. Grunnen til dette er blitt diskutert, og det har sannsynligvis vært gjort en vurdering der og da, om at det var nødvendig å gripe inn. Noen ganger virket det som gruppene hadde sporet av, og en ønsket derfor å lede dem inn på «riktig» spor igjen. I gjennomgangen av video og transkripsjoner viste det seg derimot at gruppene noen ganger pratet om temaer som virket som avsporing eller tull, men som kunne være ledd i en interessant samtale. Allikevel har tilstedeværelse i klassen bidratt til at analysen av videoopptak og transkripsjoner ble lettere. Vi har ikke bare sett video av gruppene, men har blitt kjent med deltakerne, vært til stede i situasjonene, og sett hva som ellers skjer i klasserommet.

### 3.2 Utvalg av informanter

I kvalitativ forskning er det hensikten med oppgaven som styrer utvalget. Et hensiktsmessig utvalg danner utgangspunktet for valg av setting eller personer (Postholm, 2010). For å gjøre et hensiktsmessig utvalg baserte vi oss på strategisk- og tilgjengelighets-utvalg.

Utgangspunktet for utvelgelsen var et ønske om å være på 9. trinn, og at vi fikk arbeide med autentiske data. Å arbeide med 9. trinn var et *strategisk utvalg*, som betyr at de hadde egenskaper og kvalifikasjoner som var avgjørende for å få et godt datamateriale (Thagaard, 2013). Elever på 9. trinn har ikke presset med eksamener som de på 10. trinn har, og derfor kunne de kanskje være mer åpne og motivert for «alternativ undervisning», men har også et høyere faglig nivå enn lavere trinn. Vi ønsket et visst faglig nivå, fordi arbeid med store tallmengder knyttet til vær og klima, kan være faglig utfordrende. Et tilgjengelighetsutvalg er ifølge Thagaard (2013) de deltakerne som er tilgjengelige for forskeren basert på det strategiske utvalget. I vårt tilfelle var dette en enkel prosess, fordi «Ekte Data» prosjektet allerede var i kontakt med noen skoler. Skolen og læreren vi kom i kontakt med hadde 9. trinn i matematikk og naturfag. Det ble valgt ut to grupper på til sammen ni elever som skulle filmes. Gruppene var lagd av læreren som mente at dette var elever som kunne fungere godt sammen. Det ble ikke tatt hensyn til faglig nivå i sammensetningen av gruppene, noe vi ikke ønsket å ta hensyn til.

Refleksjoner gjort i tilknytning til gruppestørrelse og sammensetning var at fire elever ville sørge for et visst mangfold i gruppene. Vi forholdt oss ikke til faglig nivå, på grunn av at det var samtalen og arbeidet som var i fokus, ikke resultatene elevene produserte. Det ble også valgt at de samme gruppene skulle filmes gjennom hele uken. Det kunne kanskje minimere uroen i klasserommet (fordi kameraene stod likt plassert hele uken), og de to gruppene ville kanskje vende seg mer og mer til situasjonen. I ettertid var kanskje grupper på fire elever litt mye, fordi noen elever ofte trakk seg litt tilbake i diskusjonene. Om dette hadde blitt bedre med grupper på tre eller to er usikkert. Følgende av å ha tre eller to på gruppen ville derimot vært at vi bare fikk seks eller fire informanter. Vi ønsket mangfold, ved at flere «elev-typer» og stemmer kom frem.

### 3.3 Prosjektuken

Denne delen har til hensikt å beskrive prosjektuken og undervisningsopplegget. Det blir først skrevet litt om planleggingen, valg som ble tatt, og diskusjon knyttet til det. Videre blir innholdet i de ulike dagene beskrevet. På grunn av at det ble gjort noen tiltak for å legge til

rette for kritiske diskusjoner, blir disse tiltakene skrevet om og diskutert i forhold til forskningens troverdighet og gyldighet. Hensikten med undervisningsopplegget fra prosjektet «Ekte Data» sin side, var at dette kunne være en begynnelse på å utvide prosjektet til ungdomskolen. De har til nå oppgaver rettet mot videregående. For skolen og læreren sin del var også prosjektet med på å gi tips til hvordan å bruke værstasjonen i undervisning. Det er skrevet møtelogg fra planleggingsmøtene. Møteloggene har bidratt til å sikre en felles forståelse og opplevelse av valg vi gjorde, og problemstillinger som ble diskutert i forbindelse med planlegging og gjennomføring.

### **3.3.1 Planlegging og gjennomføring av prosjektuken**

Prosjektukens omfang var på fem timer, en time hver dag i en hel uke. Det gav oss tilsammen ti timer med videoopptak, fem timer fra hver gruppe. Læreren styrte undervisningen, for å gjøre situasjonen for elevene mer normal. På forhånd besøkte vi skolen og klassen, for å bli bedre kjent med elevene. Vi fortalte litt om oss selv, og informerte dem om hvorfor vi skulle filme. Det ble gitt informasjon om at vi ikke skulle undersøke hvor flinke de var i matematikk og naturfag, men at vi skulle undersøke samtalene og arbeidet deres. De ble også informert om at det var frivillig å være med på videoopptakene, men at undervisningen var obligatorisk. I tilknytning til besøket fikk elevene utdelt samtykkeskjema som både de og foreldre skulle skrive under på, og hvor de kunne be om fritak fra forskningsprosjektet.

I forbindelse med planleggingen var det mange problemstillinger som ble diskutert. På det første planleggingsmøte diskuterte vi blant annet hvordan vi skulle sikre data til våre tre oppgaver, når vi hadde tre ulike fokus. Samtidig ønsket vi at undervisningen skulle å ha en rød tråd gjennom hele uken. Elevene skulle ikke føle at de arbeidet med tre ulike undervisningsopplegg. Hver og en utformet egne oppgaver som handlet om vær og klima, men som også la til rette for datamateriale til egen oppgave. Selv om vi utformet egne oppgaver, arbeidet vi sammen med å planlegge hele uken for at det skulle være flyt. Alle tre hadde fokus på å undersøke elevers samtaler, og videoopptak var derfor et godt medium for alle.

Et annet ønske vi hadde var at elevene skulle få tid til å arbeide med oppgavene. Det vil si at hvis elevene hadde gode diskusjoner, skulle opplegget forskyves slik at elevene fikk tid til å diskutere ferdig. Opplegget kunne forskyves over til neste dag, fordi oppgavene for hver dag hadde en hoveddel, som vi «visste» vi ville bli ferdig med. Når elevene var ferdig med hoveddelen, var det mulig å få utdelt tilleggsoppgaver. Alle elevene arbeidet altså med de



samme oppgavene til enhver tid. Læreren og studenten som hadde hovedansvar for dagen gikk også rundt og utfordret gruppene som ble tidlig «ferdig», til å undersøke og diskutere mer innenfor hovedoppgavens rammer.

En annen utfordring vi hadde var hvordan selve datainnsamlingen skulle gjennomføres i klasserommet. Før innsamlingen ble alt utstyr testet og kontrollert. Det ble også testet i skolens kantine, hvor vi oppdaget at videokameraene tok inn mye bakgrunnsstøy. Vi valgte



Figur 4. Klasserommet

derfor å bruke båndopptakere i tillegg. Dette gav oss god lyd kvalitet, støttet av visuelle opptak. Andre spørsmål vi diskuterte var «Hvor skulle kameraene plasseres?», og «Hvordan får vi bare videoopptak av en gruppe og ikke resten av klassen?»

Figur 4 illustrere hvordan de to gruppene ble filmet, og hvordan elevene var plassert. Kameraene var festet på stativ, og plassert slik at de bare filmet de fire elevene i gruppen, og ikke andre elever i bakgrunnen. De filmet altså mot bakveggen i klasserommet, ikke opp mot tavlen. Elevenes plassering kan kanskje virke litt kunstig i forhold til hvordan en vanligvis sitter i grupper på fire. De var derimot plassert slik at vi fikk filmet ansiktene deres. Hensikten var at transkriberingen skulle bli lettere og mer korrekt, til tross for noe bakgrunnsstøy, fordi det er lettere å se og høre hva noen sier. Løsningen på utfordringen med bakgrunnsstøy var å plassere en båndopptaker i midten av hver gruppe, for så i etterkant å synkronisere lyden og videofilen. Båndopptakerne ble plassert i midten av hver gruppe som på figur 4. Ved hvert kamera satt en student som hadde særlig ansvar for å observere gruppen, og ansvar for at kamera og båndopptaker var slått på og fungerte.

Det er flere problemstillinger som ble diskutert i planleggingen, blant annet hvilket nivå oppgavene skulle være på, hvordan vi skulle sikre matematikken, tidsbruk, at det ble lagt til rette for at elevene kunne bruke kunnskap fra deres hverdag, åpne eller lukkede oppgaver, og mange flere. Noen problemstillinger er allerede diskutert i dette kapittelet: hvordan vi skulle samle inn data, vår rolle i klasserommet, gruppestørrelse og faglig nivå i gruppene. På grunn oppgavens fokus er det særlig en problemstilling til jeg vil trekke frem. Det var hvordan vi skulle legge til rette for kritiske diskusjoner i gruppene. Tilrettelegging for kritiske diskusjoner blir skrevet om etter presentasjonen av undervisningsopplegget (i delkapittel 3.4).

### 3.3.2 Undervisningsopplegget

Her presenteres først hele uken i korte trekk. Etterpå vil tirsdag og onsdag bli forklart grundigere, fordi dette er dagene som ligger til grunn for datamaterialet som analyseres.

<b>Timer med prosjektarbeid fordelt på matematikk- og naturfagstimer</b> (hver time tilsvarer 60min.)	<b>Tema og oppgavetittel</b>
1.time - naturfag (mandag)	Arbeid med tabeller og problem posing «Været på X skole»
2.time - matematikk (tirsdag)	Arbeid med tabeller og grafer «Å være meteorolog»
3.time - naturfag (onsdag)	Arbeid med tabeller og grafer «Lag temperaturprognoser»
4.time - matematikk (torsdag)	Arbeid med modeller «Energiforbruk og modeller»
5.time - matematikk (fredag)	Arbeid med innhenting av data og fremføring «Eget energiforbruk»

Tabell 1. Punktvis oversikt over undervisningssuken.

**Mandag:** «Været på X skole». Elevene lagde oppgaver (problem posing) basert på tall og data hentet fra skolens lokale værstasjon, presentert i en tabell (se vedlegg 7.3).

**Tirsdag:** « Å være meteorolog». Meta-samtale om hva det vil si å være kritisk, og hvordan være kritisk. Etterpå skulle elevene spå været den neste dagen. På slutten av dagen diskuterte de konsekvenser av å melde «feil vær». Også her benyttet elevene seg av tabellen fra mandag.

**Onsdag:** «Lag temperaturprognoser». Konkurransen om hva temperaturen skulle være 1 mars 2018, gruppen med best argumenter vant. Etterpå arbeidet de med forståelse av en graf, og lagde en temperaturprognose på GeoGebra. Mot slutten diskuterte de fordeler og ulemper ved å fremstille vær med prognoser.

**Torsdag:** «Energiforbruk og modeller». Her fikk elevene utdelt et ark med to modeller. De skulle diskutere hvordan de forstod modellene og hvorfor det eventuelt var gode eller dårlige modeller.

**Fredag:** «Eget energiforbruk». En videreføring av opplegget på torsdagen. Her sammenlignet elevene utvalgte hus og leiligheter med bakgrunn i informasjon de fant på siden <http://bergen.energiportalen.no/>. I tillegg snakket gruppen om hvilken informasjon som var relevant for energiforbruket. Dette skulle brukes i en liten presentasjon boligens energiforbruk, og hva som kunne påvirke dette.

### **Tirsdag, «være meteorologer»**

Timen startet med at læreren hadde en plenumssamtale om hva en meteorolog er. Etterpå forklarte han forskjellen på lav og høytrykk, og hva slags vær en kan vente ved de to trykkene. Etterpå hadde gruppene en meta-samtale hvor de diskuterte spørsmål 1 og 2 i ca 5 min.

Spørsmål 1: Hva betyr det å være kritisk/spørrende?

Spørsmål 2: Hvilke ulike spørsmål kan vi stille når det er vår jobb å være spørrende til svar, påstander, fremgangsmåter, tanker noen har.

Spørsmålene ble ikke gitt til elevene skriftlig, men ble brukt som veiledning for hva læreren skulle si. Han presenterte dem muntlig, og gav også elevene tips til hvordan spørsmål de kunne diskutere: «Hva kan vi være kritiske til?», «Hva vil det si å være kritisk til noe?», og «Lag dere gjerne en case» og «Hva kan vi gjøre for å finne ut om en nyhetssak er riktig eller ikke?». Etter hvert spørsmål hadde læreren en plenumssamtale, hvor hver gruppe skulle

fortelle hva de hadde pratet om. Etterpå fikk elevene utdelt oppgavearket for tirsdagen og jobbet med det. Dette er oppgavearket elevene fikk.

## Oppgave tirsdag: Være meteorolog

### Oppgave 1.

Dere skal spå været for i morgen og neste uke (bruk gjerne værdatablene fra sist måned, som dere jobbet med på mandag, eller andre kilder for å begrunne svaret). Lag en værmelding for i morgen og neste uke. Skriv og begrunn hvorfor dere tror været blir som det blir, og hva dere har tatt hensyn til.

Ikke bruk værmeldingstjenester på nett, som yr eller storm.

### Oppgave 2.

Hvilke konsekvenser kan det få hvis man tar feil når man melder været?

Figur 5. Oppgaveark tirsdag.

På grunn av mye diskusjon knyttet til hva været ble dagen etterpå, sløyfet vi at elevene skulle spå været for neste uke. At de skulle spå været for uken etter var også gitt som en ekstra oppgave for de gruppene som eventuelt ble tidlig ferdig. Læreren hadde derimot en gjennomgang av værmeldingen til gruppene, hvor de presenterte det de hadde funnet ut. Siste delen av timen gikk til at gruppene diskuterte oppgave to. Læreren avsluttet timen med at gruppene fikk fortelle litt om det de hadde diskutert, og det ble også noe diskusjon i plenum før timen avsluttet.

## Onsdag, «lag temperaturprognoser»

Timen startet med en gjennomgang av været elevene hadde meldt dagen før. Før elevene begynte å arbeide med oppgavene, sa læreren at det var viktig å begrunne og forklare hvordan de kom frem til de «tingene» de gjorde. For eksempel: «Skriv ned og diskuter hvorfor vi som gruppe mener dette» og «Kilder, hvor fant vi dette og dette?». Elevene fikk så utdelt oppgavearket under.

## Oppgave onsdag: Lag temperaturprognoser

### Oppgave 1.

Hva blir temperaturen 1 mars 2018?

Skriv ned argumenter for hvorfor temperaturen blir som dere tror. Hvis dere vil laste ned data fra værstasjonen på [redacted] og se hva temperaturen har vært tidligere år, bruk nettsiden <http://bergensværet.no/lastned/>.

PS! Når alle har presentert, vil den gruppen som klassen stemmer for at har de beste argumenter vinne (det er ikke være lov å stemme på egen gruppe, og gruppene må i felleskap bestemme seg for en annen gruppe å stemme på).

### Oppgave 2.

Når meteorologer prøver å forutsi været fremover i tid, bruker de modeller. Modeller kan bestå av en eller flere ligninger som uttrykker forholdet mellom ulike målinger og datasett. Det kan være at de vil forutsi hvor mye nedbør det blir i Norge 2030. Dette går ikke an å måle. Derfor bruker de matematiske modeller som beregner matematisk hvor mye nedbør som kan komme. De matematiske beregningene er basert på tidligere målinger og datasett. I denne oppgaven skal dere prøve å lage en temperaturprognose (en modell) for temperaturen fremover på [redacted] Skole.

- Last ned GeoGebra arket på Itslearning, [redacted]. Dere skal nå få opp en GeoGebra-fil med en linje som beskriver temperaturutviklingen på [redacted] skole fra 1 august til 31 oktober. Beskriv temperaturutviklingen for hverandre i gruppen. Er den som forventet? Hvorfor/ hvorfor ikke?
- Velg funksjonen «beste tilpassede linje» i GeoGebra. Trykk så på listen over punktene; for å lage en temperaturprognose for denne perioden. Hva var temperaturen 1. sep, 1. okt og 1. nov 2017 ifølge modellen? Hvor godt stemmer dette overens med temperaturen som faktisk ble målt disse datoene?
- Modeller brukes for å forutsi været. Hva blir temperaturen 1 mars 2018 ifølge prognosen (når dere har vinterferie)? Hvordan stemmer dette med hva dere fant i oppgave 1? Synes dere svaret til modellen er realistisk? Begrunn svaret.
- Hvis vi ser et år tilbake i tid, hva sier modellen at temperaturen var 1. februar 2017? Er det realistisk? Hvorfor/ hvorfor ikke?
- Synes dere lineære modeller er et godt redskap for å lage temperaturprognoser? Hvorfor, hvorfor ikke?

Figur 6. Oppgaverark for onsdag

Elevene hadde en konkurranse (oppgave 1) som gikk ut på å argumentere best mulig for hva temperaturen kunne bli 1. mars 2018. Elevene jobbet deretter med en GeoGebra fil på en datamaskin. Filen viste gjennomsnittstemperaturen i perioden fra 1 august til 31 oktober på skolen deres, uttrykt ved punkter og en linje gjennom punktene. Dataene ble hentet fra værstasjonen på skolen. De startet med oppgave 2a, der de diskuterte temperaturutviklingen vist på GeoGebra filen. I oppgave b lagde de en graf med funksjonen «best tilpassede linje» i GeoGebra, for så å bruke denne grafen til å finne ut hva temperaturen kunne bli 1. mars 2018. Til slutt skulle de diskutere prognosens styrker og svakheter. Opplegget er basert på ekte data sin oppgave, «Hvordan lage enkle temperaturprognoser ved hjelp av lineære modeller?» (Muilwijk, 2016).

### 3.4 Tilrettelegging for kritiske diskusjoner

En sentral problemstilling var hvordan vi skulle legge til rette for kritiske diskusjoner i undervisningen, uten at dette nødvendigvis påvirket resultatene. Kritiske diskusjoner kan oppstå av seg selv, men for å sikre materiale til masteroppgaven gjorde vi noen grep. Det ble gjennomført en meta-samtale, oppgaveformuleringene og lærerens formuleringer i introduksjon av oppgavene handlet om å fremme diskusjon, bruk av argumenter og begrunnelser, og det ble undersøkt påvirkningen av arbeid med autentiske data. Fokuset i oppgaven er heller ikke å kartlegge om kritiske diskusjoner oppstår i elevers samtaler, men å undersøke innhold i elevenes kritiske diskusjoner, hvordan de stiller seg kritisk, og eventuelt hvorfor. Tiltakene som ble gjort blir tatt hensyn til å analysen, ved at valgene er gjort bevisst og blir omtalt deretter. Funn og eventuelle diskusjoner knyttet til analysen, og som er påvirket av disse tiltakene blir skrevet om og diskutert. Det blir gjort for å bedre oppgavens transparens, troverdighet og gyldighet.

#### 3.4.1 Meta-samtale

Med inspirasjon i artikkelen til Herrenkohl og Guerra (1998), ønsket jeg at elevene skulle ha en meta-samtale om hva det vil si å være kritisk. I deres artikkel benytter de seg som nevnt av intellektuelle roller, der hensikten er at de skal fungerer som verktøy for elevene i hvordan en kan stille spørsmål og undre seg. Det var ikke tid eller mulighet for å gi elevene roller, og undersøke hvordan det kanskje kunne styrket de kritiske diskusjonene. Meta-samtalen skulle gi innsikt og fokus hos elevene på hva det vil si å være kritisk, men også hvordan en kan være kritisk. Ideen med en meta-samtale ble også tatt godt imot av læreren, som tidligere hadde nevnt at elevene kanskje ikke var vant til å være kritiske, eller jobbe på en «spørrende» måte.

Elevene fikk derfor muligheten til å sette ord på hva de legger i å være kritiske og spørrende. I tillegg fikk de diskutert og løftet frem hvilke spørsmål og formuleringen, man kan ta i bruk når man lurer på noe. Det tas høyde for at meta-samtalen med hensikt har lagt til rette for at kritiske diskusjoner skulle oppstå i gruppene, og de potensielle kritiske diskusjonene omtales derfor ikke som spontane. Meta-samtalen drøftes som en faktor i forhold til hvordan en bevisst ønsker å legge til rette for at kritiske diskusjoner kan oppstå.

### **3.4.2 Fokus på elevers argumenter, refleksjoner og diskusjoner**

Det var ikke bare meta-samtale som skulle legge til rette for kritiske diskusjoner.

Oppgaveformuleringer og lærerens uttalelser skulle også legge til rette for diskusjon i gruppene, og at de måtte argumentere for sine meninger. Eksempler på dette er i beskrivelsen av konkurransen i oppgave 1 på onsdag (figur 6). Her fikk elevene beskjed av læreren, og det stod formulert i oppgaveteksten at det var argumentene som avgjorde, ikke nødvendigvis resultatet. Per påpekte dette stadig vekk, her er to uttalelser fra han: «Du, vi trenger ikke ha riktig. Det er den som har best argumenter», videre sa han «men i stedet, så tror ikke oppgaven fokuserer mest på å få riktig. Det er jo argumentene.» Det viser at noen elever plukket opp og forholdt seg til oppgaveformuleringer, og fokuset læreren hadde i introduksjonen av oppgavene. I andre oppgaver stod det også formulert «hvorfor/ hvorfor ikke?», for at elevene skulle ha fokus på å begrunne og argumentere. Duschl og Osborne (2002) peker på at det å skape et miljø hvor elever engasjerer seg i argumentasjon og diskusjon, hjelper dem i å tenke i de banene. Siden fokuset ikke er rettet mot om kritiske diskusjoner oppstår av seg selv, er heller ikke tiltakene i undervisningsopplegget «skadelig» for oppgavens analyse og resultater. Det er innholdet i elevers utsagn som er i fokus, der det blant annet ses på hvilke faktorer som kan bidra til at elever får vist evner i kritisk-matematisk kompetanse.

### **3.4.3 Autentiske data og oppgaver**

Det var også interessant å se hvordan arbeid med autentiske data kunne påvirke elevers kritiske diskusjoner. Analysen og diskusjonen knyttet til dette blir ikke besvart her, men jeg vil trekke frem hvordan vi la til rette for at elevene kunne ta i bruk deres hverdagskunnskaper om været. Prosjektet «ekte data» sitt mål, værstasjonen på skolen og dataene den henter ut, utgjør i stor grad grunnlaget for at elevene kunne ta i bruk kunnskap fra hverdagen (ektedata.uib.no, u.d). Allikevel måtte oppgavene være formet slik at det ble naturlig for dem å ta i bruk den kunnskapen.

Tirsdagen var elevene meteorologer. Dette var en type rolle vi tenkte de kanskje var kjent med fra nyheter og værmeldinger. Elevene har kanskje tidligere sett hva meteorolog legger vekt på i en værmelding, med tanke på innhold, og ord og uttrykk de bruker. Når elevene fikk i oppgave å spå været for neste dag, måtte de ikke trekke inn egne kunnskaper om været. Oppgaven var derimot utformet slik at det kanskje ble naturlig for elevene å ta i bruk denne kunnskapen, fordi de var kjent med hva en meteorolog var, og hva en værmelding vanligvis inneholder.

På onsdagen jobbet elevene med temperaturer som værstasjonen hadde målt i løpet av høsten. Her la særlig oppgave 2a (figur 6.) opp til kritiske diskusjoner basert på deres erfaringer med været for den perioden «Er dette som forventet? Hvorfor/ hvorfor ikke?» (referert til temperaturmålingene presentert i GeoGebra). Her var tanken at elevene kunne trekke linjer til hvordan de husket at været hadde vært i løpet av høsten, og eventuelt stille seg kritisk til dataene de ble presentert for i GeoGebra-filen. Oppgaven undersøker ikke om elever tar i bruk kunnskap fra hverdagen i en skolesammenheng, men undersøker hvordan arbeid med autentiske data kan bidra til at elever engasjerer seg i kritiske diskusjoner.

### 3.5 Forskerrollen

Kvale og Brinkmann (2015) skriver at hensynet til forskerens rolle er avgjørende for den vitenskapelige kvaliteten og de etiske beslutningene. Med den vitenskapelige kvaliteten menes det at forskningen og resultater som blir presentert er så nøyaktig som mulig, og at analysen skal være gjort så objektivt som mulig. Det vil si at analysen ikke må fortolke situasjonene, men beskrive det som faktisk skjer. Bruk av både videoopptak, observasjon og innsamlede elevark har lagt et grunnlag for å kunne beskrive situasjonene i detalj. Behovet for å tolke det elevene sier og gjør er også redusert, fordi detaljene fra datamaterialet er beskrivende i seg selv. Det er allikevel utfordrende å være helt objektiv, siden en leter og undersøker datamaterialet for nettopp det en ønsker å finne (Kvale & Brinkmann, 2015). Rasmussen (1997) peker på at som individer leser og tolker vi ut fra vårt eget livsverdensperspektiv. Gyldigheten av tolkningene og resultatene avhenger derfor av at jeg som forsker evner å reflektere over denne problemstillingen. Det tas derfor høyde for at funn ikke kan generaliseres, og at funn gjort i analysen som diskuteres er tett knyttet til det litterære fokuset på kritisk-matematisk kompetanse.



### 3.6 Oppgavens troverdighet og gyldighet

Reliabilitet sikter i utgangspunktet til spørsmålet om en annen forsker med bruk av samme metoder får lignende resultater (Thagaard, 2013). Det er en utfordring i kvalitative studier, fordi menneskets oppførsel ikke er statisk. I denne kvalitative oppgaven har det derfor vært fokus på å forklare forskningsprosessen og gjennomføringen, referert til oppgavens *troverdighet*. Det er gjort slik at en annen forsker som gjør det samme i utgangspunktet vil klare å komme frem til noenlunde like resultater. Siden mennesker ikke er statiske handler det også om å forklare at resultatene er representative i lys av hvordan dataene er samlet inn og analysert (Merriam, 1998). Representative resultater knyttes mot funnene i oppgaven, at de er realistiske i forhold til innholdet i datamateriale knyttet til oppgavens fokus. Kapitlet har også hatt som hensikt å bidra til *transparens* i oppgaven, som ifølge Thagaard (2013) styrker troverdigheten ved ett kvalitativt studie. Det betyr at metodene som er brukt er gjort synlige, hvis andre vil gjennomføre et lignende prosjekt. I metodekapitlet er det gjort rede for at det er brukt flere metoder i innsamlingen av data (video, observasjon, lydopptak, og innsamling av elevark), og at vi er tre «forskere» som har vært deltakende i planlegging og gjennomføring av prosjektet. Kapitlet har også hatt som hensikt å gi innsyn i valg som er gjort, problemstillinger som er diskutert, og selve gjennomføringen av prosjektet, innsamlingen av data, og analyseprosessen (blir omtalt i delkapittel 3.8). Det er blant annet skrevet om valg av gruppestørrelse, hvorfor læreren skulle styre undervisningen og vår rolle i klasserommet. Det er også løftet frem valg som ble gjort i planleggingen for å legge til rette for at elever kunne diskutere kritisk.

Som forsker er jeg også bevisst min rolle i analysen av datamaterialet. Mitt perspektiv på kritisk-matematisk kompetanse kan ha påvirket tolkningen av dataene. Derfor vil det i slutten av dette kapitlet bli beskrevet hvordan begreper fra litteraturen blir brukt i analysen. Analysen er også bare blitt gjort i lys av hva elevene faktisk sa og gjorde, som kan knyttes til oppgavens validitet. Merriam, (1998) skriver at det handler om at funn som blir gjort er realistiske. Begrepet som her blir brukt er oppgavens *gyldighet*. Det sikter til om metoden faktisk undersøker det som ønskes undersøkt. Metode-triangulering har gitt et godt datamateriale for analyse. Observasjon, video, lyd, transkribering og innsamlede elevark har lagt grunnlaget for å kunne undersøke elevs samtaler i dybden. De ulike datainnsamlingene har bidratt til å skape et detaljert og oversiktlig bilde av situasjonene og samtalene til elevene. Metodene har også gjort at det har vært lettere å transkribere og analysere datamaterialet, og risikoen for feil og misoppfatninger knyttet til hva elever har sagt og gjort virker minimert. En

utfordring er derimot at tilstedeværelsen av to kameraer og tre studenter har påvirket elevene. For å minimere denne utfordringen valgte vi som nevnt å filme de samme gruppene gjennom hele uken, slik at de kanskje ble mer vant til situasjonen. I hvilken grad materialet gjengir en normal situasjon kan diskuteres, men er også noe som er tatt hensyn til i presentasjon av funn og resultater.

### 3.7 Etiske retningslinjer

I tilknytting til prosjektet har vi forholdt oss til etiske retningslinjer for kvalitativ forskning. Deltakelse i prosjektet har vært frivillig, og elevene var informert om hva vi skulle undersøke. Thagaard (2013) skriver også at deltakere i et forsknings-prosjekt heller ikke skal ta skade av å være med. I dette prosjektet innebar det krav om anonymisering, og sikker bevaring og bruk av videoopptak. Vi søkte Norsk senter for forskningsdata (NSD) for godkjenning av prosjektet. Kravet om anonymisering og behandling av videoopptak var av stor betydning, siden elever lett kan bli gjenkjent på film. Lagring og bruk av opptakene er behandlet i tråd med retningslinjene NSD gav oss. Samtykkeskjema og søknaden til NSD ble behandlet og godkjent før prosjektet var i gang, etter krav fra NSD.

### 3.8 Analyse prosessen

Analysen har hatt som mål å gi innsikt i hvordan kritisk-matematisk kompetanse kommer til uttrykk hos elever som har arbeidet med autentiske data i en naturfaglig kontekst. Intensjonen med en kvalitativ analyse er at forskeren møter datamaterialet med et åpent sinn, og legger til side sine ervervede perspektiver (Postholm, 2010). Det er derimot naturlig at fokus, og de ervervede perspektivene har sin plass, da en ikke kan ta for seg alle elementer i et datamateriale. Datamaterialet har derfor blitt møtt med åpenhet, men med fokus på kritisk-matematisk kompetanse. Det blir her forklart hvordan begreper fra kapittel 2 er operasjonalisert, for å kunne analysere situasjoner og funn som ble observert i datamaterialet.

Første del av analyse prosessen ble brukt til å se igjennom alle videoene og transkripsjonene for å finne eksempler der elever var spørrende eller undrende. Sett i lys av at spørsmål og en undrende holdning, kan være et godt kjennetegn på kritisk kompetanse (Albergaria-Almeida et al., 2011; Alrø & Høines, 2016; Browne & Freeman, 2000), virket det som et naturlig sted å starte. Det ble undersøkt situasjoner hvor elever stilte spørsmål, eller der elever brukte ord som «jeg tror», «kan det være», som kan indikere en spørrende holdning. Situasjonene ble studert nøyere ved å se på opptakene og lese transkripsjonene flere ganger. Videre ble uttrykk og ord markert som gav indikasjoner på at elevene var kritiske. Det innebar ofte markering av

uttalelser fra elever som stilte seg spørrende eller var uenig med andre: «hvordan kan du være sikkert på det?», «hva mener du?», «hva om vi heller», «det tror ikke jeg».

Skovsmose (1994b) sine tre begreper om «knowing», og litteratur knyttet til bruk av spørsmål, spørrende holdninger og innhold i elevers argumenter, ble så brukt for å beskrive utvalgte samtaler, der innholdet i elevenes utsagn var i fokus. I denne oppgaven er Barbosa (2006) sin tilnærming til Skovsmose sine tre begreper om «knowing» brukt, og oversatt til matematisk, teknisk og reflekterende diskusjon. De ble brukt for å kategorisere hvilke typer diskusjoner elevene kan ha hatt. Samtaler der elever diskuterte forståelse av en tabell, utregning og andre faglige spørsmål, ble ofte kategorisert som en matematisk diskusjon. Diskusjoner knyttet til matematikkens relevans i den naturfaglige konteksten ble kategorisert som en teknisk diskusjon. Hvis elevene diskuterte matematikkens påvirkning, eller hvis de hadde en meta-diskusjon om arbeidsprosessen kunne dette bli kategorisert som en reflekterende diskusjon.

En utfordring var derimot at ikke alle samtaler like godt lot seg kategorisere. Det var ikke et mål å kategorisere en diskusjon som matematisk, teknisk eller reflekterende, men de ulike diskusjonstypene inneholder noen kjennetegn på kritisk-matematisk kompetanse, som kunne gjøre den videre analysen lettere. Et eksempel var der elevene begynte å diskutere påliteligheten til ulike kilder. Per sa «hvorforskal vi tro på det du sier nå?», Silje svarte «fordi det er NRK-laget», hvorpå Per svarte «er NRK veldig troverdig?». Dette var et eksempel på en diskusjon der elevene ikke nødvendigvis var kritiske til matematikk, men hvor diskusjonen opplevdes som kritisk. Den inneholdt flere kjennetegn knyttet til kritisk kompetanse, men ble valgt bort fordi elevene ikke direkte trakk inn ett matematikk fokus.

Videre ble utvalgte situasjonene analysert ut fra begreper i figur 2, *Begrepsmessige sammenhenger*. Figuren som setter intensjon, dialog, refleksjon, meta-kognisjon i sammenheng med kritisk kompetanse, og er brukt for å kunne undersøke kompetansen hos elevene, og hvordan kompetansen kan komme til uttrykk. Siden samtaler som har blitt analysert ikke nødvendigvis inneholdt de kvalitetene som skulle til for å kunne kalle det en *dialog*, er det i denne oppgaven brukt *samtale*. Dialogiske kvaliteter er allikevel brukt i analysen, og kan si noe om forholdene for kritiske diskusjoner, og potensiale for utvikling av kritisk-matematisk kompetanse. Begrepet intensjon ble brukt for å undersøke hvordan interesse og aktiv deltakelse, eller fraværet av dette, påvirket diskusjonene. Elevers intensjoner i samtaler ble for eksempel gjenkjent der elever uttrykte et ønske for hva gruppen

burde gjøre «Vi må være troverdige!». Eksempelet med Per som ønsket fokus på argumenter, ble også undersøkt som en elevs intensjon. For å analysere elevens argumenter, spørrende holdninger, og innholdet i utsagnene deres har begrepet refleksjon vært sentralt. Begrepet *refleksjon* knytter sammenheng mellom hva elevene diskuterte (matematisk, teknisk eller reflekterende diskusjon), og hvordan det kunne knyttes til deres mulige kritiske tenkning og kompetanse. Elevens refleksjoner ble knyttet til deres argumenter og forslag, der de ofte trakk inn det faglige. For eksempel sa Frida, «okei, du kan finne det ut fra... fra måling av lufttrykk». Her kan hun ha reflektert rundt hvordan været kan knyttes til dataene i tabellen, og at det brukes for å si noe om tendensen for været videre. Det ble også sett på hvordan meta-kognisjon kan ha påvirket elevens intensjoner og refleksjoner. Klarte for eksempel elevene å se kritisk på både egne og andres refleksjoner? Hvordan kunne eventuelt fraværet av meta-kognisjon komme til uttrykk i samtale og elevenes utsagn.

I tillegg ble det sett på hvordan autentiske data, og meta-samtalen kan ha påvirket elever til å innta en kritisk holdning. En del av analysen handler derfor om hvordan kritisk-matematisk kompetanse kom til uttrykk, og faktorer som kan ha påvirket elever til å være kritiske. I diskusjonsdelen i kapittel 5 blir også fokuset løftet et hakk opp, og det blir undersøkt potensiale for kompetansen i lys av figur to, *begrepsmessige sammenhenger*, og øvrige litterære begreper. Ved å ha studert elevens samtaler, utsagn, argumenter og spørsmål i lys av litteraturen fra kapittel 2, har det vært mulig å undersøke elevens kritisk-matematisk kompetanse, i en naturfaglig kontekst, der de arbeidet med autentiske data.

## 4. Analyse og diskusjon

I dette kapitlet vil det presenteres ulike situasjoner som blir analysert, og diskutert opp mot begreper knyttet til kritisk-matematisk kompetanse, presentert i kapittel to. Dette blir gjort for å bygge ett grunnlag for å kunne svare på oppgavens fokus, der et undervisningsopplegg med bruk av autentiske data blir undersøkt. Det legges til grunn et elevperspektiv, hvor fokuset rettes særlig mot elevers kritiske-matematiske kompetanse, i en naturfaglig kontekst.

Kapitlet tar for seg tre ulike situasjoner. Det undersøkes hvordan elever inviterer til kritiske diskusjoner, hvordan og hva de stiller seg kritisk til, hva som gjør at de er kritiske, og faktorer som kan påvirke de kritiske diskusjonene. Funn i analysen legger også grunnlaget for å kunne drøfte rundt undervisningsoppleggets potensiale for utvikling av kritisk-matematisk kompetanse hos elevene. Funnene blir sett i lys tidligere forskning og litteratur, og kan peke på noen tendenser som kan være avgjørende for utviklingen av den.

Situasjonene som analyseres er valgt ut på bakgrunn av det rike innholdet, sett i lys av interessen for funn knyttet til kritisk-matematisk kompetanse. De gir innsyn i hvordan en slik kompetanse kan komme til uttrykk i samtaler mellom elever, som arbeider i en naturfaglig kontekst. Utdragene er også beskrivende for noen generelle tendenser i klassen, men på grunn av oppgavens omfang er bare de «rikeste» utdragene tatt med. Med de «rikeste» henvises det til at innholdet i samtalen (hvor elevenes utsagn og ord er av særlig interesse), kan knyttes til det å vise evner i kritisk-matematisk kompetanse. Før hvert utdrag vil relevant bakgrunnsinformasjon bli gitt. Det er informasjon om hvilken oppgave de jobber med, hva de har pratet om i forkant, og annen relevant informasjon. Grunnen til dette er for å gi mer innsikt i hvorfor samtalen utarter seg som den gjør, og litt om elevene sin posisjon og tidligere deltakelse i samtalen og gruppen.

Første situasjon er delt i tre deler. Del en tar for seg hvordan elever kan invitere til diskusjon. I del to og tre er det gjenkjent en matematisk og teknisk diskusjon knyttet til bruk og relevansen for matematikk i en naturfaglig kontekst. De to diskusjonstypene, og innholdet i elevenes samtale, knyttes opp mot sentrale faktorer i kritisk-matematisk kompetanse.

Den andre situasjonen tar for seg elevenes meta-samtale om det å være kritisk. Her løftes det frem ulike tolkninger elevene hadde knytte til hva det vil si å være kritisk, og hvordan en kan være kritisk.

I den tredje situasjonen er det særlig fokus på hvordan autentiske data kan være en faktor i kritisk tenkning og kompetanse. Det blir også sett på hvordan meta-samtalen kan ha påvirket elevenes diskusjoner, og det analyseres en situasjon der en elev går inn i rollen som kritisk.

#### 4.1 Kritisk diskusjon om matematikkens bruk og rolle

I denne situasjonen arbeider gruppen med oppgave en fra onsdagens oppgaveark (se figur 7). De skal prøve å komme fram til hva temperaturen kan bli 1. mars 2018. Situasjonen i sin helhet (lengden på transkripsjonen) er ganske lang, og er derfor delt opp i tre deler. De tre delene belyser hvordan elever kan invitere til diskusjon, hvordan elever kan diskutere matematikkens bruk, og relevansen for matematikk i en naturfaglig kontekst. Innholdet i de tre delene blir også analysert i lys av faktorer som kan være sentrale for elevers kritiske-matematiske kompetanse.

### Oppgave onsdag: Lag temperaturprognoser

#### Oppgave 1.

Hva blir temperaturen 1 mars 2018?

Skriv ned argumenter for hvorfor temperaturen blir som dere tror. Hvis dere vil laste ned data fra værstasjonen på [redacted] og se hva temperaturen har vært tidligere år, bruk nettsiden <http://bergensveret.no/lastned/>.

PS! Når alle har presentert, vil den gruppen som klassen stemmer for at har de beste argumenter vinne (det er ikke være lov å stemme på egen gruppe, og gruppene må i felleskap bestemme seg for en annen gruppe å stemme på).

Figur 7. Utsnitt av figur 6. «Oppgaveark onsdag».

##### 4.1.1 Introduksjon av gruppen

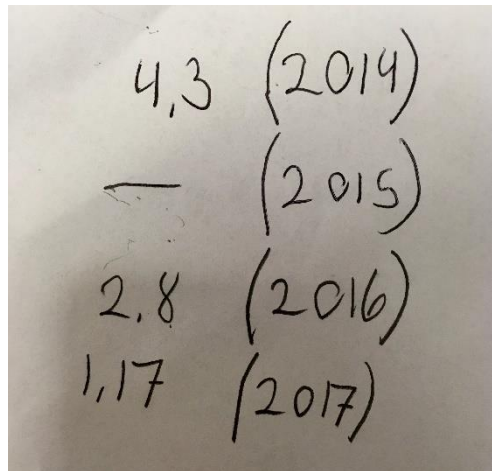
Læreren har i introduksjonen lagt vekt på at elevene skal begrunne og forklare hvorfor de tenker og gjør som de gjør. Det som har skjedd frem til situasjonen som blir presentert, er at gruppen har bestemt seg for å undersøke hva temperaturen har vært 1. mars de foregående årene. På nettsiden (bergensveret.no/lastned) får de dag til dag oversikt over alle målinger siden værstasjonen på skolen ble satt opp i 2014. I gruppen er det fire elever. Etter å ha studert opptak, transkripsjoner, og egen erfaring fra observasjoner, viser det seg at Frida og Silje er forholdsvis samkjørte i sine meninger. Per har gjentatte ganger nevnt at det er argumentene som avgjør om de vinner eller ei, ikke selve resultatet og temperaturen de kommer frem til. Han virker også å ha et litt anstrengt forhold til Frida, som på sin side oppleves med sine

utsagn som direkte i både tale- og væremåte. Den siste eleven i gruppa er Oda, som veksler på å være uengasjert og engasjert, ved ytringer som til tider får Frida til å reagere. Silje oppleves innimellom som gruppens diplomat, og knytter bånd mellom Frida, Oda og Per, men faglig er hun som oftest enig med Frida. Frida og Silje omtales også av Oda og Per som de «smarte» på gruppa ved flere anledninger.

## 4.2 Invitasjon til samtale og diskusjon

Gruppen har hentet ut gjennomsnittstemperaturene målt av værstasjonen på skolen, for hver dag siden januar 2014. Den store datamengden blir presentert i Excel. Gruppen diskuterer hvordan de skal tolke og bruke dataene, men

oppdager at en del data mangler. Læreren forklarer at det er på grunn av feil på værstasjonen. Det virker som beskjeden skaper litt frustrasjon i gruppen. Etter å ha studert dataene, finner de målingene fra 1. mars de fire siste årene: 4,3 i 2014, ingen måling i 2015, 2,8 i 2016, og 1,7 i 2017. Elevene har derimot på den siste målingen fra 2017 skrevet ned 1,17 grader, istedenfor 1,7 grader (se figur 8). Læreren kommer bort til gruppen og spør om de har funnet ut hva temperaturen kan bli første mars 2018, og hvorfor de



Figur 8. Elevark med 1. mars målinger.

tror det. Situasjonen i del en begynner i det læreren er på vei til å gå fra gruppen, for å si noe i plenum. Frida begynner å prate til Silje om hva svaret kan være utfra dataene de har. Oda derimot henvender seg fortsatt til læreren, og ser ikke ut til å få med seg det som blir sagt av Frida og Silje.

Frida                   Jeg tror at temperaturen går mer ned dette året faktisk.

Silje                    Det tror jeg òg. Den har gått nedover hvert år.

Oda                     Det var 20, 30 ... hvilken måned kommer før mars?

Per                     Februar.

*En liten pause der læreren tar ordet og sier de har noen få minutter igjen, før de skal presentere resultatene. Han nevner også at det er argumentene som er viktig, ikke selve resultatet. Oda ser ned på tabellen mens læreren prater.*

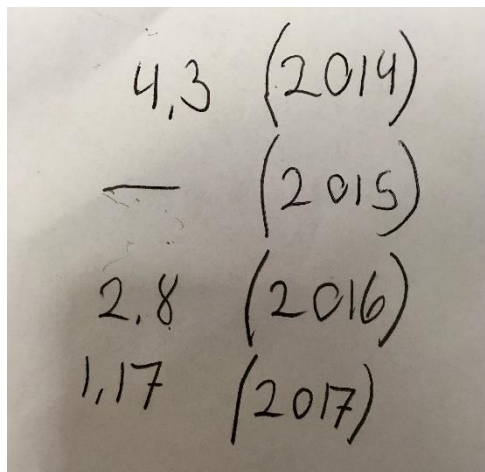
Oda                     Den har sunket.

Frida Det er det vi sier, for den har gått ned dette året (peker på arket og viser), så vil den sannsynligvis gå ned dette året også.

Per Vi sier at Einstein sa det.

Fra opptakene ser og hører en at Frida og Silje begynner å diskutere seg imellom i det læreren er på vei til å gå. Oda har fortsatt en samtale med læreren, og det ser derfor ikke ut til at hun og Per hører hva de to jentene sier (fordi Per ser ut til å følge med på samtalen mellom Oda og læreren).

Frida henvender seg til Silje og sier: «Jeg tror at temp går mer ned dette året faktisk». Resoneringen er sannsynligvis gjort på bakgrunn av informasjonen de har. De ser en nedadgående tendens i temperaturene fra målingene som de har notert ned (Figur 8). Silje svarer: «Det tror jeg også, den har gått nedover for hvert år», og viser til arket. Hun gir respons på Frida sitt forslag, og sier hun er enig fordi hun også ser at temperaturen går ned for hvert år.



Figur 8. Elevark med 1. mars målinger.

Samtidig spør Oda gruppen med et humoristisk tonefall etter samtale med læreren: «Det var 20, 30 ... hvilken måned kommer før mars?». Hun avbryter samtalen mellom Frida og Silje, mulig på grunn av at hun ikke har fått med seg at de prater om noe. Per svarer «februar», før læreren tar ordet i plenum, og samtalen stilner.

På videoopptakene ser en at under plenumsamtalen studerer Oda arket som ligger foran Frida og Silje. I det læreren er ferdig å prate sier hun «Den har sunket.» Nå har hele gruppen fokus på arket. Frida forklarer at denne observasjonen har «vi» (hun og Silje) allerede sett, og peker på tabellen for å vise Oda og Per hva hun mener. Per sier med et smil om munnen: «Vi sier at Einstein sa det», mulig tenkt som et humoristisk forsøk på å gi argumentene mer tyngde. Per har som nevnt gjentatte ganger uttrykt at det er argumentene som er viktige.

#### 4.2.1 «Jeg tror», invitasjon til kritisk diskusjon

Utdraget starter med at Frida sier: «Jeg tror at temp går mer ned dette året faktisk». Silje svarer: «Det tror jeg også, den har gått nedover for hvert år». Begge uttrykker at de tror noe, det viser at de hver for seg sannsynligvis har tolket tabellen, vurdert og analysert, og har et forslag til en slutning. Dette kan knyttes til elementer i begrepet refleksjon, som er sentralt i kritisk kompetanse. Siden de også bruker ordet «tror», for så å legge frem et argument for hva



de tror, legger det til rette for at de andre på gruppen kan engasjere seg i diskusjonen. Å «tro» noe er ikke bastant, det åpner opp for tolkning av argumentene som blir fremlagt. I de to gruppene som er filmet begynner flere diskusjoner etter at en elev uttrykker sin mening. Elevene kan uttrykke en mening ved å legge frem påstander, at de har et forslag, eller ved at noen på gruppen inntar en spørrende holdning. Ved at elever bruker ordet «tror» fremmer de en slik undersøkende holdning, selv om ordet i seg selv også bare kan bli brukt for å være hyggelig. Ordet gir uttrykk for at en ikke er sikker, men at man har en ide, tolkning eller en mulig løsning. Bruk av ordet «tror», eller andre ord som viser til en spørrende holdning argumenteres ikke for å være den eneste inngangen til at kritiske diskusjoner kan oppstå. Det er flere tilfeller der elever kommer med et spørsmål, utsagn eller bruker ordet «tror», uten at det blir en kritisk diskusjon. Datamaterialet viser derimot til en tendens der ordet «tror», eller en spørrende holdning, i større grad virker å legge til rette for at diskusjoner kunne oppstå, kontra der en eller to elever er skråsikre på svaret. En spørrende og undrende holdning er også ofte et kjennetegn på kritisk tenkning (Alrø & Høines, 2016).

Utraget viser også at *samtale* kan være sentralt for tilretteleggelsen av kritiske diskusjoner. Bruk av ordet «tror» og andre fraser i samtaler der en inviterer til andre tolkninger, kan ses i lys av dialogiske kvaliteter. En kvalitet ved dialogen er at den skal være noe annet enn instruksjon. I en dialog er samtalen mellom deltakerne undersøkende, hvor hensikten er å skape ny forståelse. En forholder seg undrende, søkende og nysgjerrig til hverandre (Alrø & Skovsmose, 2002). I hvilken grad bruken av ordet «tror» påvirket en begynnende dialog i dette eksempelet er ikke sikkert, siden Per og Oda egentlig ikke fikk med seg samtalen mellom de to jentene. Det er allikevel interessant å undersøke hvordan ord og uttrykk hos elever i samtale, enten kan legge til rette for, eller avvise muligheten for kritisk diskusjon og dialog. Utdraget viser hvordan det å stille seg spørrende og undrende kan invitere til diskusjon, og som på sikt eventuelt kan utvikle seg til en kritisk diskusjon.

Ved samtale har gruppen fått innsyn i hverandres tanker og refleksjoner. Gruppen har en felles intensjon om å finne temperaturen for 1. mars 2018, fordi de har lagt frem sine tanker og fått frem at de har en felles forståelse av informasjonen. Det kommer frem når Oda sier: «Den har sunket», og Frida bekrefter: «det er det vi sier», og forklarer ytterligere hva hun og Silje har tenkt: «for den har gått ned dette året (peker og viser), så vil den sannsynligvis gå ned dette året også». Gruppen har i dette øyeblikket det som virker som en felles forståelse og løsning på problemet.

#### 4.2.2 Ord kan også stenge

Etter plenumssamtalen der Oda nevner at temperaturen har sunket, og hvor Frida forklarer Oda og Per, hva hun og Silje tenker, inkluderes gruppen i deres refleksjoner. Fridas valg av ord legger derimot ikke i like stor grad til rette for diskusjon som tidligere. Hun bruker ordene «Det er det **vi sier**», og «**så vil den**», som virker mer bestemt. Hun er tydelig på hva de to mener er et godt svar. Ved å bruke «vi» referer hun til enten hun og Silje, eller at dette kanskje er noe gruppen bør enes om. Hun bruker ordet «sannsynligvis», som kan være fordi hun og Frida har forståelse for at de ikke kan si noe sikkert om fremtiden. Hadde hun derimot også i dette utsagnet sagt «vi *tror den* går ned dette året også, fordi ...», kunne dette åpnet opp for at Per og Oda i større grad kunne følt seg invitert.

Utdraget i sin helhet viser hvordan noen få ord kan åpne en samtale for diskusjon, men også hvordan valg av ord ikke inviterer til diskusjon. Det påstås derimot ikke at en samtale blir kritisk bare ved å bruke ordet «tror». Den blir av en kritisk karakter på grunn av at de andre på gruppen deltar i samtalen. Det er nemlig andre situasjoner i løpet av uken hvor elever kommer med et spørsmål, utsagn eller bruker ordet «tror», uten at samtalen blir kritiske. At denne samtalen blir en diskusjon hvor evner i kritisk-matematisk kompetanse kan gjenkjennes, innebærer også andre faktorer som de to neste delene av denne situasjonen skal vise til. Utdraget i denne første delen viser derimot at ordet «tror», kan være en av flere faktorer som inviterer til diskusjoner hvor en kan gjenkjenne evner i kritisk-matematisk kompetanse.

#### 4.3 Den matematiske fremgangsmåten

Fra siste utsagn i forrige samtalesekvens til starten av denne har elevene en samtale som ikke blir presentert. Her undersøker Oda problemet med det som kan være en matematisk innfallsvinkel. I siste del av forrige samtale ser en på opptakene at hun tar opp kalkulatoren. Hun spør også Silje: «Hvor mye har den gått ned fra der til der?», og peker på arket med målingene. Siden Silje svarer 1,5, har Oda sannsynligvis spurt om endringer i temperaturen fra året 2014 og 2016. Dette gir mening fordi den eneste muligheten for en temperaturendring på 1,5 er mellom årene 2014 og 2016.

$$\text{Endring i temp. fra 2014 til 2016. } 4,3^\circ - 2,8^\circ = 1,5^\circ \text{ endring}$$

Oda regner deretter videre på kalkulatoren. Fridas' respons på Oda sin matematiske tilnærming, tyder på frustrasjon eller uenighet. Hun sier blant annet: «Holdt kjeft om temp ...». Hun har ved flere anledninger ikke vegret seg for å bruke «kraftige» ord. Dette kan resultere i noen tydelige beskjeder og meninger. En grunn til at hun i denne situasjonen sier

«hold kjeft», kan også være fordi det nærmer seg presentasjon, og gruppen har liten tid igjen på å gjøre seg ferdig. Oda gir seg derimot ikke, og presenterer det hun har funnet ut så langt.

- Oda Det blir 0,6 grader ned per år.
- Silje Nei, der til der. (peker på arket)
- Frida Men det har ingenting å si.
- Oda Jo, for se, den går ned 06, og den går ned 0,6, og de –  
(Blir avbrutt av Silje)
- Silje Hvordan vet du at den gikk ned 0,6, vi har jo ikke temperaturen.
- Oda Så det er den pluss den (peker på arket) og så deler på to, og det er 0,6.  
(Silje og Frida virker oppgitte)

Oda undersøker om en kan finne temperaturen første mars 2018 med en matematisk tilnærming. En utfordring hun møter på er at de mangler en måling fra året 2015. Hun prøver å løse problemet med å beregne temperaturendringen mellom 2014 og 2016.

Temperaturendringen blir med hjelp fra Silje satt til 1,5 grader. Hun regner seg frem til et foreløpig resultat: «Det blir 0,6 grader ned per år». Ved å finne ut at gradene synker 0,6 grader per år, kan hun finne temperaturen 1. mars 2018 ved å trekke fra 0,6 fra målingen i 2017 (1,17). Oda ser svært fornøyd ut.

Før samtalen analyseres ytterligere må den matematiske løsningen til Oda kommenteres. Hvordan hun har funnet ut at gradene synker med 0,6 er uklart. I forklaringer til Silje sier hun: «Så det er den pluss den og så deler på to, og det er 0,6». På videoopptaket ser det ut som om hun peker på 4,3 og 2,8. Problemet er at disse to tallene, eller noen av de andre tallene (4,3, 2,8 eller 1,17) ikke kan plusses sammen og deles på to, for så å bli 0,6. En annen innfallsvinkel Oda kan ha brukt er å se på endringen i temperatur over alle årene, og finne en jevn nedgang. Vi vet at endringen i temperaturen fra 2014 til 2016 er 1,5 grader. Endringer mellom 2016 (2,8) og 2017 (1,17) er 1,63. Legger vi sammen 1,5 og 1,63 og deler på to får vi derimot heller ikke 0,6.

Ser man på temperaturendringen fra 2014 til 2017, og dividerer på antall år temperaturen endrer seg (3 ganger):  $\frac{4,3-1,17(\text{som de har notert})}{3} = 1,04$ , blir svaret 1,04 grader ned pr år.

Prøver en å dele på fire, da det er mulig Oda har tenkt fire år, og ikke antall år temperaturen endrer seg, blir svaret.  $\frac{4,3-1,17}{4} = 0,78$ . Prøver vi derimot med målingen 1,7 som er korrekt

måling fra 2017 (det kan være Oda brukte denne ved å lese direkte av pc'en), og en deler på fire år, nærmer svaret seg 0,6.  $\frac{4^{3-1,7}}{4} = 0,65$ , men er ikke helt riktig. Hva Oda faktisk har gjort er med andre ord litt usikkert, men tanken om å bruke en matematisk fremgangsmåte er interessant.

Silje og Frida uttrykker at de er kritiske til Oda sitt resultat. Silje sier: «Nei, der til der» hvorpå Frida kommenterer: «Det har ingenting å si ...». Frida virker avvisende, hun ønsker å ikke forholde seg til Oda sin idé. «Det har ingenting å si», hun avfeier blankt at det Oda har gjort kan brukes til noe som helst. Silje peker på det matematiske Oda har gjort ved å si «der til der». Det er noe hun ikke er enig med Oda i, som kommer tydeligere frem når hun sier: «Hvordan vet du at den gikk ned 0,6, vi har jo ikke temperaturen». Hun avviser ikke Oda sin idé, men stiller et spørsmål ved om utregningen hun har gjort er mulig. Dette gir Oda mulighet til å forsvare seg, og hun sier: «Så det er den pluss den (peker på arket) og så deler på to, og det er 0,6». Hun har plussert to tall sammen, og delt på to og funnet frem til at temperaturen synker jevnt med 0,6. I etterkant av Oda sin forklaring ser Frida og Silje oppgitte ut. Gruppen har nå to forslag på hvordan oppgaven kan løses, dette viser seg å være et godt utgangspunkt for en kritisk diskusjon.

#### 4.3.1 Intensjon

Silje og Frida møter Oda sin idé med ulike intensjoner. Frida sitt utsagn «det har ikke noe å si», kan tyde på at Frida ikke ønsker å forholde seg til Oda sin idé. Det kan godt være hun er kritisk til det matematiske Oda presenterer, men det kommer ikke frem i hennes utsagn. Utsagnet kan kobles til Fridas intensjon, hvor hun uttrykker at hun ikke er interessert. Hun har presentert en løsning på problemet hun mener er god, og det er kanskje godt nok for henne. Gruppen kunne med dette bare avvist Oda sine ideer og snakket om noe annet. Selv om Oda la frem en ny løsning måtte ikke det nødvendigvis trigge til diskusjon. Silje sine utsagn viser til en mer spørrende holdning, «Hvordan vet du at den gikk ned 0,6». Hun anerkjenner først og fremst Oda sin matematiske tilnærming, og uttrykker interesse for å forstå henne ved å spørre hvordan hun vet «at den gikk ned 0,6». Hennes intensjon kan i likhet med Frida være å argumentere mot Oda sitt forslag, men hun gjør det ved å også vise interesse for hva Oda har tenkt. Silje gir uttrykk for at hun ønsker å forstå Oda bedre, og inntar en spørrende holdning til henne. Å være spørrende er et av kjennetegnene på kritisk tenkning (Albergaria-Almeida et al., 2011). I situasjonen stiller Silje seg spørrende til en løsning som også er i konflikt med hennes egen forståelse og tolkning av dataene. Hun og Frida har presentert en løsning tidligere, men hun ønsker en avklaring på hvordan Oda har tenkt. I Silje sine utsagn ser en

hvordan meta-kognisjon spiller inn i både elevens intensjoner og refleksjoner i en samtale. Meta-kognisjon som gjenkjennes ved evnen til å kunne forstå at andre forstår og lærer på sin måte, og at det kan være forskjellig (Kuhn, 1999). Silje uttrykker med utsagnet «Hvordan *vet* du», en evne til å forstå at oppgaven kan ha flere løsninger. Hun lurer på hvordan Oda *vet*, og er kanskje åpen for at hennes og Frida sin løsning ikke er det eneste alternativet. Kanskje hun til og med er åpen for endring? Frida på sin side avfeier Oda med utsagnet «det har ingenting å si», hun viser liten grad av vilje og evne til å tenke kritisk rundt egen eller andres refleksjoner. Elevers intensjoner i sammenheng med deres evner i meta-kognisjon, kan på denne måten påvirke hvordan de stiller seg kritisk i en samtale.

#### **4.3.2 Elevers argumenter**

Duschl og Osborne (2002) skriver at argumentasjon kan være et ledd i å skape ny kunnskap og innsikt gjennom samtale. Utdraget viser derimot et eksempel på hvor krevende det kan være. Måten Oda, Silje og Frida argumenterer på handler til tider mer om å vinne eller overbevise den andre, enn et felles mål mot ny kunnskap og innsikt. Det blir brukt fraser som, «vær stille», «det har ingenting å si», «det er ikke», som ikke akkurat stimulerer til videre diskusjon og undersøkning av Odas' tilnærming. Silje sitt spørsmål om «hvordan vet du ... vi har jo ikke ...» viser tendenser til undersøkende aktivitet. Her referer hun til Oda «du», og hennes tanke, samtidig som hun påpeker et felles problem «vi», som gruppen har ved den manglende måling i 2015. Innholdet i Silje sine argumenter inviterer i større grad til videre diskusjon enn Frida sine.

Ved å studere innholdet i elevenes argumenter er det her gjenkjent kritisk tenkning og diskusjon. Frida og Silje uttrykker at de er kritiske til Oda sin tilnærming, men ser seg nødt til å forholde seg til henne, fordi hun ikke gir seg. De to jentene blir presentert for ny informasjon, en ny tolkning og forståelse av materialet. Oda blir også utfordret på å forklare og forsvare hvorfor hun har tenkt som hun har gjort. Selv om de ikke ble helt enige, viser analysen at to ulike forståelser av et datamateriale kan legge til rette for en kritisk diskusjon. Elevene så seg nødt til å argumentere for sitt syn, og hvorfor de mente de hadde mest rett. De måtte også stille seg spørrende til hverandres fremgangsmåte for å få innsyn i hverandres argumenter og refleksjoner. Dette er ulike faktorer som kan være sentrale for kritiske tenkning og kompetanse.

### 4.3.3 Matematisk diskusjon

Det er ovenfor argumentert for at det er gjenkjent elementer i kritisk tenkning og kritisk-matematisk kompetanse, men hva er det Silje og Frida er kritiske til? Ved å undersøke innhold i argumentene kan samtalen bli kategorisert som en *matematisk diskusjon*. Elevene reflekterer i lys av de to første punktene om «refleksjonens innhold» (se 2.4.1) De reflektere over en spesifikk matematisk utregning. Har Oda gjort riktig, er svaret rett? For det andre stiller Silje og Frida spørsmålet om Oda i det hele tatt har brukt riktig fremgangsmåte?

Silje uttrykker at hun er kritisk til det matematiske: «hvordan vet du at den gikk ned 0,6». Når hun videre sier: «vi har jo ikke temperaturen», trekker hun Odas' matematiske tilnærming i tvil. Hun stiller spørsmål ved om det er mulig å si det Oda sier, når det tydelig mangler en viktig måling fra 2015. Hadde det blitt målt 8 grader, da hadde en nedgang på 0,6 grader per år blitt feil. En slik refleksjon rundt det matematiske er et ledd i å tenke kritisk. Hun er for det første kritisk til den spesifikke matematiske utregningen til Oda. Har hun gjort riktig, er svaret realistisk? For det andre tar Silje i betraktning om Oda i det hele tatt kan ta i bruk den fremgangsmåten. Utsagnet og måten Silje uttrykker seg på i videoopptakene viser også til at hun kanskje reflekterer rundt eget svar. Kanskje hun lurte på om det hun og Frida kom fram til gav det beste resultatet. I refleksjonen og spørsmålet til Silje så langt, ligger det implisitt at matematikk er relevant, den er bare ikke brukt på riktig måte. Det gjør at samtalen blir kategorisert som en *matematisk diskusjon*. I begrepet *matematisk viten* (som er oversatt til matematisk diskusjon) til Skovsmose (1994b), handler det om å diskutere og reflektere rundt bruken av matematikken.

Oda sitt svar: «Så det er den pluss den og så deler på to, og det er 0,6» følger opp den matematiske diskusjonen som Silje inviterte til. Hun prøver å forklare hvilke utregninger som ligger til grunn for svaret. I motsetning til Frida og Silje som i starten brukte «jeg tror», sier Oda: «det blir» og «det er». Dette gjør kanskje at samtalen og responsen hun får fra Frida og Silje oppleves litt hard. Hadde hun heller introdusert ideen sin med bruk av ord som: «Jeg har prøvd en annen måte, hva tror dere, kan dette være en god ide», ville det kanskje vært lettere for gruppen å undersøke Odas' idé i fellesskap. Ordene «det blir» og «det er», tilsier ikke at hun er usikker. På grunn av måten hun argumenterer, virker det ikke som hun tar inn over seg at hennes løsning kan være feil, eller at den har noen store mangler. Hennes utsagn viser til mindre grad av refleksjon rundt eget svar, som kan knyttes til mindre grad av meta-kognisjon (å kunne stille seg kritisk til både egne og andres tanker). Utdraget i del en viser hvordan meta-kognisjon i sammenheng med elevens refleksjoner kan påvirke elevens argumenter og

fremtreden i en samtale. Med evner i meta-kognisjon kan elever fremstå mer reflekterte, og mindre bombastiske. I dette tilfellet var det en *matematisk diskusjon* som ble gjenkjent, hvor elever kritisk reflekterte rundt matematikkens bruk. Samtalen og argumentene ble også påvirket av elevens intensjon og deres evne til meta-kognisjon.

#### 4.4 Matematikkens rolle i en naturfaglig kontekst

I forrige del ble det undersøkt hvordan kritisk-matematisk kompetanse kan bli gjenkjent i en matematisk diskusjon. Silje rettet et kritisk blikk på Oda sin matematiske løsning, hvor de to elevene hadde en matematisk diskusjon. Samtalen som her presenteres er siste del av denne situasjonen, og samtaleutdraget er i direkte sammenheng med der samtalen fra del to avsluttet.

(Silje og Frida virker oppgitte)

Oda	Det gav mening.
Silje	Nei, liksom – (Blir avbrutt av Frida.)
Frida	Bare vær stille. (Henvender seg til Oda)
Oda	Men for den – (Silje tar ordet)
Silje	Det er jo ikke en sånn regel i naturfag at det er 0,6, 0,6 hvert år.
Frida	Har du et argument, Per? Se på dette arket. Hva ville du sagt var det beste argumentet? (Gir arket til Per)
Oda	Få se på det (Ser på arket og regner på kalkulatoren.)
Frida	Slutt og gjør matte, matte har ikke en dritt med dette å gjøre.
Oda	Det betyr at graden blir 2,2.
Per	Det ser ut som det blir mindre.

Del tre starter med at Oda sier: «det gav mening», en henvisning til at det hun har gjort gir mening. Frida avbryter kontant og sier: «Bare vær stille». Det kan virke som Frida begynner å bli litt lei eller frustrert over Oda. Silje følger opp med å si: «Det er jo ikke en sånn regel i naturfag at det er 0,6, 0,6 hvert år.» Silje argumenterer for hvorfor hun er kritisk til det Oda har gjort. Frida henvender seg så til Per og spør om han har et argument, eller hva som kunne vært det beste argumentet. Hun inkluderer Per i diskusjonen gruppen er i, og gir han arket med målingene så han får se bedre. Han svarer ikke med en gang, men sitter og ser på arket. På videoopptaket ser en at Oda også ser på arket igjen, og begynner å taste inn noe på kalkulatoren. Dette vil ikke Frida ha noe av og sier: «Slutt og gjør matte, matte har ikke en

dritt med dette å gjøre». Oda velger allikevel å presentere resultatet hun har regnet seg frem til: «Det betyr at graden blir 2,6.» Hvorpå Per svarer: «Det ser ut som det blir mindre», etter å ha tenkt litt. Per støtter seg på resoneringen gjort tidligere av gruppen, at temperaturtendensen de siste årene viser til nedgang. Han er uenig med forslaget til Oda som presenterer et resultat som sier at det blir varmere i 2018, enn det var i 2017. Hvordan Oda ender opp med temperaturen 2,6 for 2018 er litt vanskelig å forstå. Spesielt basert på tidligere utsagn hvor hun har sagt at gradene synker med 0,6 per år, hvor temperaturen i 2017 var 1,17. Da ville det vært naturlig at temperaturen ble lavere enn 1,17. Resultatet kan allikevel stemme for Oda sin del, fordi det er flere deler av utregningen hennes som det ikke er mulig å få helt innsikt i, eller en god forståelse av.

#### **4.4.1 Kritisk til matematikk i en naturfagskontekst**

Silje og Frida uttrykker at de er kritiske til å bruke matematikk i den naturfaglige konteksten de arbeider i. Bakgrunnen for den kritiske holdningen kan komme fra klassens opplevelse av prosjektet. Prosjektet ble introdusert som et tverrfaglig prosjekt, der elevene skulle få jobbe med matematikk og naturfag på samme tid, dette virket derimot litt uklart for en del. En elev beskrev noe av forvirringen: «Vi jobber jo med naturfag, er det ikke egentlig matematikktime nå?» Elevene hadde en opplevelse av å jobbe med naturfag og ikke matematikk, selv om det var matematikktime. Opplevelsen kan komme av at oppgavene ikke bar preg av så mye utregning. De var ikke nødt til å ta i bruk «tradisjonell» matematikk, som multiplikasjon, divisjon eller andre «typiske» matematiske ferdigheter. Matematikken de her viste kunnskap i handlet mer om å kunne lese av, forstå og diskutere tabeller, grafer og modeller. I forhold til det som virket å være et mer synlig fokus på naturfag, var matematikken i større grad skjult for elevene. De opplevde ikke at de snakket og brukte matematikk når de løste oppgavene, og matematikken de er kjent med fra før, var ikke nødvendig å ta i bruk for å svare på de «naturfaglige» spørsmålene.

Silje og Frida stiller seg kritisk til Oda som introduserer «tradisjonell» matematikk for å løse oppgaven. Allerede i del to begynner Frida å stille spørsmål ved matematikkens relevans: «Men det har ingenting å si.» Hun viser til at utregningen som Oda presenterer ikke er relevant. Frida uttrykker også mot slutten av samtalen i del tre at: «matematikk har ikke en dritt med dette å gjøre.» Det er kontant og en smule hardt, men innholdet i utsagnet er ikke til å misforstå. Hun fremstår uenig i at matematikk er relevant for å svare på oppgaven. For henne tilfører ikke matematikken noe i denne sammenhengen. I likhet med Frida, er også Silje kritisk til at Oda har brukt matematikk: «Det er jo ikke sånn regel i naturfag at det er 0.6, 0.6

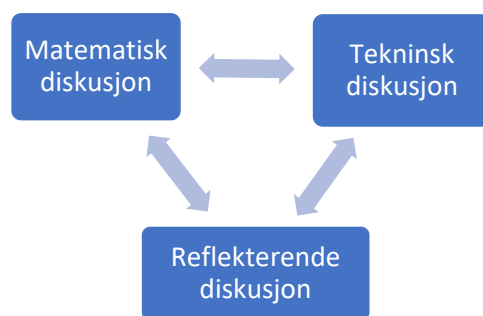


hvert år.» Hun avskriver ikke matematikken i sin helhet (slik Frida gjorde), men stiller seg kritisk til hva matematikken beskriver. Den beskriver at temperatur i naturen kan ha en jevn og regelmessig nedgang. Her sier hun implisitt at hun er kritisk til matematikkens bruk i den naturfaglige konteksten de arbeider i. Frida uttrykte dette eksplisitt. I motsetning til Frida får vi også innsikt i hvorfor Silje er kritisk til matematikken Oda presenterer. Hun er kritisk til at en kan lage regler knyttet til fenomener i naturfag. For henne gir det ikke mening å presentere en jevn nedgang i været, når hun kanskje tenker på hvor upålitelig været er. Her trekker hun kanskje inn sine hverdagskunnskaper om været. Forslaget til Oda strider imot Siljes oppfatning av været. Hun tenker kanskje at vær sjeldent opptrer konstant, og har erfart at været skifter fra dag til dag, selv om det ikke alltid er store endringer. I tillegg viser dataene at temperaturen ikke har avtatt med nøyaktig 0,6 grader for hvert år, noe som støtter hennes erfaring.

En respons på hva Oda mener får vi ikke i samtalen, men hun sier tilslutt at utfra hennes beregninger blir temperaturen 2,2 grader i 2018. Hvordan hun har funnet svaret kommer ikke fram på video eller på elevarkene. En tenkt mulighet er at hun har trukket fra 1,5 grader fra 4,3 som var målingen 2014. Da får hun 2,8 grader også har hun trukket ifra 0,6 og ender opp med 2,2 grader første mars 2018.

Innholdet i argumentene til de to jentene kan gjenkjennes som refleksjon knyttet til punkt tre, fire og til dels fem i *refleksjon om innhold* (se delkapittel 2.5). Der Alrø og Skovsmose (2002) skriver at i punkt tre og fire reflekterer en over matematikkens bruk og relevans i kontekst, og i punkt fem reflekterer en rundt hvordan matematikken kan påvirke vår oppfattelse av noe. Silje og Frida stilte seg kritisk til matematikkens bruk. De søkte forståelse for hvordan Oda hadde tenkt, men hun kunne ikke gi dem noen gode svar som gjorde at de endret deres kritiske holdning. Samtalen går fra en *matematisk diskusjon* til en *teknisk diskusjon*, fordi Silje og Frida diskuterer matematikkens relevans for konteksten de arbeider i. Innholdet i Silje sine argumenter peker mot at hun ikke synes det gir mening å bruke matematikk. Refleksjoner knyttet til punkt tre og fire tar heller ikke forgitt at matematikk er relevant, en stiller seg spørrende til dette. Samtalen og diskusjonen kan derfor kategoriseres som en *teknisk diskusjon*. I tillegg gir hun uttrykk for hvordan matematikken feilaktig kan beskrive et naturfaglig fenomen når hun sier: «ikke en sånn regel i naturfag». Hun peker her på hvordan matematikk brukt i en naturfaglig kontekst, faktisk kan gi et galt bilde av hvordan været oppfattes, og bør forstås ifølge henne. Hun uttrykker at det ikke går an å beskrive vær med regler og utregninger som gir uttrykk for lineære temperaturendringer. Særlig Silje har nå

engasjert seg både i en matematisk og teknisk diskusjon, der gruppen har diskutert bruken av matematikk, og matematikkens relevans for den naturfaglige konteksten de arbeider i. De to diskusjonstypene inneholder sentrale elementer i å utvikle kritisk-matematisk kompetanse. Barbosa (2006)

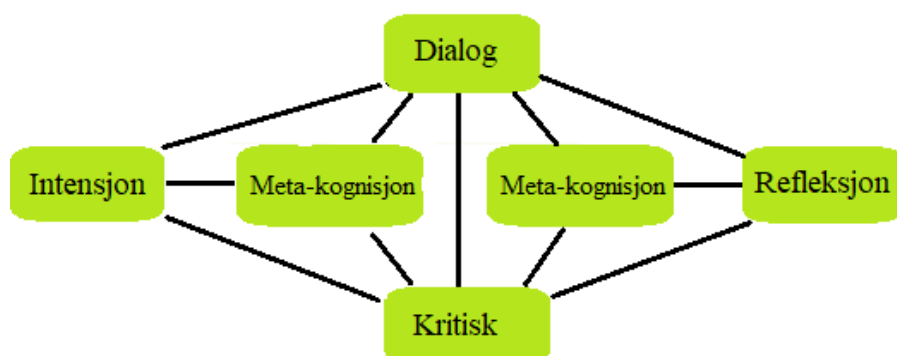


Figur 3. «Typer av elevdiskusjoner» (Barbosa, 2006, s. 298)

peker på hvordan en teknisk diskusjon også inneholder elementer av både matematisk og reflekterende diskusjon. Situasjonen sett i lys av sammenhengen mellom de tre diskusjonstypene (figur 3), viser hvordan kritisk-matematisk kompetanse kan bli gjenkjent i elevers samtaler, og at en samtale kan inneholde elementer av både matematiske, tekniske og reflekterende diskusjoner.

#### 4.5 Hele situasjonen sett i lys av «begrepsmessige sammenhenger»

Samtalens tre deler viser at kritisk-matematisk kompetanse både kan gjenkjennes og komme til uttrykk på ulike måter. I første del ble det sett på hvordan ordet «tror», og spørrende holdninger kan invitere til kritisk diskusjon i samtale. Sett i lys av figur 2 inviterte Frida og Silje til diskusjon ved at de gav uttrykk for



Figur 2. Begrepsmessige sammenhenger.

hva de tenkte. De brukte ord som åpnet opp for at andre kunne gi tolkninger av data materialet. Det er også flere eksempler i datamaterialet på lignende situasjoner, der elever inviterer til samtale og diskusjon ved spørrende holdninger, og bruk av ord som for eksempel «jeg tror». Eksempler der elever utrykte egne meninger, eller i større grad var sikre på «svaret», inviterte ikke alltid i like stor grad til samtale. At en samtale inneholder noen *dialogiske kvaliteter*, kan vise seg å være avgjørende for at en gruppe trer inn i diskusjon. På sikt kan det også bidra til at diskusjonen kan bli av en kritisk karakter. De dialogiske kvalitetene som ble særlig gjenkjent i dette utdraget var *undersøkende, uforutsigbar* og i noen grad *risikofyllt*. Det var derimot mer fravær av en *likeverdig samtale*. Samtalen var

*undersøkende* fordi de diskuterte hvordan de kunne finne ut av hva temperaturen 1. mars 2018 kunne bli. Det var ulike tilnærminger, og samtalen ble *uforutsigbar* ettersom Oda valgte å undersøke en matematisk tilnærming. Oda tok også en *risiko* ved å undersøke en ny tilnærming. Hun visste ikke om det ville gi noen svar, og hvordan det ville bli tatt imot i gruppen. Samtalen gikk inn i en ny retning, der utfallet av den ikke var gitt på forhånd. Den var derimot i mindre grad en *likeverdig samtale*. Elevenes argumenter handlet ofte mer om å «vinne» frem med egne meninger, istedenfor å undersøke i felleskap.

I del to (matematisk fremgangsmåte) og tre (matematikkens relevans) ble kritisk-matematisk kompetanse gjenkjent ved både en *matematisk*, og *teknisk diskusjon*. De to diskusjonstypene inneholdt *refleksjon* rundt matematikkens bruk og relevans i en naturfaglig kontekst. Silje og til dels Frida viste i sine utsagn evner til å reflektere over Odas' bruk av matematikk, og matematikkens rolle i konteksten. Refleksjonene som kom frem i elevenes argumenter viste hvordan og hvorfor de to jentene var kritiske til Oda. Oda på sin side var den som tok initiativ til å undersøke oppgaven med en matematisk tilnærming. Hun viste i starten av samtalen at hun forstod gruppen sin første tilnærming (der de så på tendensen i målingene), men oppdaget at dataen også kunne undersøkes med en matematisk tilnærming. Ved at Oda undersøke en ny tilnærming, stilte hun seg også indirekte kritisk til det Silje og Frida argumenterte for.

*Meta-kognisjon* i koblingen med *intensjon* kan ha påvirket samtalen og elevenes utsagn. Det var forskjell på hvordan Silje og Frida responderte på Oda sine ideer. Frida sine utsagn var av en mer avvisende karakter, i forskjell fra Silje som i større grad gav uttrykk for å forstå hvordan Oda hadde tenkt. Ved å spørre hvordan hun hadde tenkt anerkjente Silje, Oda sin tilnærming, i forskjell fra Frida som virket avvisende. Siljes antatte evner i meta-kognisjon kan ha påvirket måten hun var kritisk til Oda på, som opplevdes kritisk på en helt annen måte enn Frida. Måten Silje responderte på Oda sine utsagn opplevdes reflekterende, mer imøtekommende, men allikevel kritisk. Utsagnene til Frida viser hvordan «manglende» vilje eller evne til meta-kognisjon kan påvirke måten en er kritisk på. Hun var tydelig på at hun ikke ønsket å forholde seg til Oda sine ideer. Innholdet i argumentet hennes har likheter med Silje, de er begge kritiske til matematikken i den naturfaglige konteksten de arbeider i, men hun åpnet ikke opp for at Oda kunne få forklare hvordan hun hadde tenkt og reflektert. I diskusjonsdelen vil koblingen mellom begrepene bli drøftet videre i lys av kritisk-matematisk kompetanse, og diskusjonen vil også belyse hvilket potensiale det er for elevers utvikling av den.

## 4.6 Meta-samtale og dens påvirkning

Som nevnt i metodedelen ble jeg inspirert av Herrenkohl og Guerra (1998), til å gjennomføre en meta-samtale i klassen. Læreren introduserte derfor tirsdag morgen at elevene skulle snakke om hva det betyr å være kritisk til noe, og hva en kan være kritisk eller spørrende til. Det blir her presentert ulike utsnitt av samtaler som gir innblikk i elevers forklaring av begrepet kritisk. I gruppe A startet diskusjonen om å være kritisk på denne måten.

- Ane                    Nei men i alle fall, du får vite at det finnes ekte «unicorns», så er det ikke sikkert at det gjør det, fordi hvordan kan du vite at den mannen snakker sant. Da må du spørre andre eller søke på nett.
- Emil                    Søke på nett?
- Ane                    Ja.
- Mia                    For alt på nett er sant?

Innholdet i samtalen til gruppen er kanskje litt spesielt. «Mannen» som Ane referer til er en narkoman. Hun lager et senario, der «mannen» har sagt at det finnes «unicorns». Hvis dette er senarioet, sier Ane at man bør innta en kritisk holdning for å sjekke om mannen snakker sant ved å: «spørre andre eller søke på nett». Emil stiller seg spørrende til bruk av nett: «for alt på nett er sant?», og viser til en kritisk holdning mot internett som kilde. Videre i samtalen diskuterer gruppen påliteligheten til nettet som kilde, og hvorfor en ikke alltid kan stole på det som står der. I gruppe B ble blant annet dette sagt om å være kritisk.

- Per                    Men la oss si at hvis jeg er litt kritisk til en person her.
- Frida                    Det betyr jo ikke å være irriterende. Så hvis du sier at jeg tror på at enhjørninger er ekte, skal jeg bare tro på det?
- Silje                    Nei, du bør være kritisk.
- Frida                    Du må jo liksom ha litt bak i hodet som tenker ah, det høres ikke så ekte ut, kanskje jeg bør sjekke det ut selv. Da kalles det å være kritisk av dine kilder.

Per åpner opp diskusjonen om det å være kritisk til noen: «kritisk til en person her.» Hvorfor han velger å spesifisere en i gruppa er usikkert, men på filmene virker det som det er en litt trykket spenning mellom han og Frida. Frida responderer med å si: «Det betyr jo ikke å være irriterende», og trekker inn det å være kritisk til om enhjørninger eksisterer. Litt artig at begge gruppene diskuterte det å være kritisk med eksempel om eksistensen rundt enhjørninger, grunnen til dette er uvisst. Silje sier: «Nei, du bør være kritisk». Frida følger opp og sier: «Du

må jo liksom ha litt i hodet som tenker, ah det høres ikke ekte ut». Videre nevner hun at en «bør sjekke det ut».

I de to utsnittene setter elevene ord på hvordan de forstår begrepet kritisk, hva det er, og hva det kan brukes til. Ane sier blant annet at: «Da må du spørre andre eller søke på nett», og Silje sier: «du bør være kritisk». Frida nevner også at en «bør sjekke det ut». Disse frasene referer til en holdning hos elevene om at *kritisk* er noe man *gjør* eller *er*. Det er en aktiv handling, i likhet med denne oppgavens definisjon av kritisk-matematisk kompetanse. Der den kan gjenkjennes ved evnen til å reflektere og å tenke kritisk over egen og andres forståelse og bruk av matematikk.

I utdraget løfter også Per frem et syn på begrepet kritisk som mange deler, at kritisk ofte forbindes med å være negativ. Han sier: «Men la oss si at hvis jeg er litt kritisk til en person her». Det er ingenting galt i å si at en er kritisk til noen, og at det ofte kan oppleves som negativt. I sammenheng med undervisning og kritisk kompetanse er derimot forståelsen en annen. Frida setter ord på denne forståelsen av begrepet, «Det betyr jo ikke å være irriterende». Å være kritisk er ikke ensbetydende med å være negativt. At dette kommer frem i en meta-samtale kan hjelpe elever til å forstå hva hensikten med å tenke kritisk er. Det handler ikke om å være negative ovenfor hverandres forslag, men å være spørrende til det andre mener og sier (Herrenkohl & Guerra, 1998).

Frida nevner også «bak i hodet», en tanke som kan referere til at å være kritisk er noe alle kan være, men at en kanskje må velge å være det. Med et lærerperspektiv kan en også se tenke seg at dette er noe en må lære elever å ta i bruk. Alle elever har det, men de vet ikke hvordan, eller hvorfor de skal være kritiske. Meta-samtalen i de to gruppene kan ha bidratt til at flere i gruppene forstod hva det ville si å være kritisk, og hvordan de kunne være kritiske i diskusjoner senere.

#### **4.6.1 Kritisk til å være kritisk**

Etter elevene hadde diskutert hva det vil si å være kritisk, fikk elevene også i oppgave å diskutere hvordan de kan være kritiske. Frida er i gang med en lengre forklaring om hvordan en kan være kritisk, før hun sier.

Frida                   ... du kan gjøre din egen undersøkelse på de tingene liksom. Men hvem er det egentlig som har tid til det liksom. Sånn seriøst, sånn hvem! Liksom hvis vi ungdommer skulle gjort det.

Silje           Å nei.

Frida           Det er jo ikke noe som noen hadde giddet å gjøre, sånn bare sånn, «Nå skal jeg finne ut om det jeg leser nå er riktig eller ikke riktig.» Nei, ingen hadde gjort det.

Silje           Nei.

Frida har hatt et lengre innlegg om hvordan en kan være kritisk, før det virker som noe går opp for henne: «Men hvem er det som har tid til det liksom. Sånn seriøst, sånn hvem! Liksom hvis vi ungdommer skulle gjort det.» Hun stiller seg kritisk til det å være kritisk. Videre sier hun: «Det er jo ikke noe som noen hadde giddet å gjøre, sånn bare sånn». Frida peker på tre faktorer: tid, hvem (med særlig fokus på ungdommer), og interessen for å være kritisk. Silje støtter opp med å si: «Å nei». Frida kommer også med et eksempel der en ofte ikke hadde «giddet» å være kritisk: «Nå skal jeg finne ut om det jeg leser nå er riktig eller ikke riktig». Hun viser til en hverdagsituasjon hvor en kanskje leser en avisartikkel, og mener at i slike situasjoner vil man (særlig ungdommer) droppe å være kritiske. Frida har noen interessante tanker om det å være kritisk.

Dilemmaene som Frida nevner er også skrevet om i litteratur knyttet til kritisk kompetanse. Alrø og Skovsmose (2002) peker på tilfeller i deres forskning der elever ikke alltid orker eller har lyst til å være kritiske. Hansen og Hana (2012) skriver at de i deres forskningsprosjekt hadde utfordringer med tiden, fordi elevene først skulle forstå det matematiske, løse oppgavene, før de mot slutten ideelt sett skulle diskutere funn og resultater kritisk. De skriver at ofte er delen hvor en kritisk diskuterer mot slutten av en økt, en del kan være i fare for å falle ut på grunn av tiden en har til rådighet i en skoletime. Frida på sin side peker nok på tid i en litt annen sammenheng, hvor det kanskje refereres til tiden det vil ta å undersøke om noe er sant eller ei. Om man ser på tiden i den ene eller andre sammenhengen, er det allikevel en utfordring. I skolesammenheng hvor fokuset er på læring, hvor mye tid og rom skal det egentlig legges til rette for å lære elever kritisk tenkning og kompetanse? Et tema som også kan oppleves som vanskelig å krevende å undervise i.

Frida peker også på ungdommer i forbindelse med kritisk tenkning, og stiller spørsmål med hvem som gidder. Sannsynligvis bruker ikke Ola og Kari Nordmann mye tid og krefter på å kritisk undersøke nyhetsoppslag, kilder og datamateriale. Det er sjeldent en føler behovet, eller som Frida peker på, har tid eller gidder å undersøke noe kritisk. På grunn av dette er kanskje behovet for å lære fremtidens borgere kritisk tenkning ekstra viktig. Hvis en person

ønsker å få frem et politisk budskap som er ment for å skremme, er det behov for at de som leser det, evner å stille seg kritisk. Det er for eksempel nyttig at en evner å skille forskjellen på en artikkel sponset av annonsører, og artikler fra mer pålitelige kilder.

#### 4.7 Bruk av egne erfaringer om været

Situasjonen er hentet fra timen på tirsdag, der gruppene startet med meta-samtale om det å være kritisk, og hvordan en kan være kritisk. I delkapittelet over er det trukket fram sentrale deler av hva elevene diskuterte. Oppgaven elevene fikk etterpå var å lage et værvarsel for onsdagen (dagen etterpå). Gruppen i denne situasjonen består av fire elever, Ane, Mia, Pia og Emil. Gruppen kan oppleves som mer «dynamisk» enn gruppe B. Med det menes det at det ikke er en tydelig leder i gruppen, som Frida i gruppe B innimellom opptro som. Gruppe A virket derimot å ha større problemer med å jobbe jevnt, samtalene sporet oftere av, og det virket litt lite målrettet innimellom.

Emil oppleves som både av og på i samtalene, men uttrykker seg ofte selvsikkert om det han mener, og har tidligere nevnt at: «Jeg vet allerede hva gradene blir i morgen». Han opptrer samtidig litt som gruppens artige karakter, der han vitser og ler, og er flink til å få samtalene til å spore av. Ane er ofte den som drar i gang samtalen, hun kommer med ideer og er aktiv i samtalene som utspiller seg. Forslagene hennes virker derimot litt merkelige innimellom, og slår ikke alltid like godt an i gruppen. Hun fant blant annet en nettside som sa at: «når katten vasker ørene så blir det regn». Pia er denne dagen svært stille (hun er ellers aktiv i gruppen), og deltar i liten grad i samtalen. I løpet av oppgaven de jobbet med, viste hun derimot interesse for noen av Mia sine uttalelser og ideer. Tidligere stilte hun også spørsmålet: «Hva skal vi gjøre med den der?», i det de fikk utdelt tabellen med målinger av været for den siste måneden (den samme tabellen de jobbet med på mandagen). Mia har i forkant av situasjonen som presenteres, kommet med to ideer på hvordan de kan løse oppgaven. Hun har foreslått at de kan søke på nett, og søke «hvordan finne ut hva været blir». I tillegg viste hun interesse for tabellen i det Pia spurte hva de skulle bruke den til. Hun nevnte at lufttrykket var lavt og har tidligere sagt: «i alle fall herfra og ned, og se gradene», men fikk lite respons fra gruppen. Da hun skal til å forklare Pia oppdagelsen hun har gjort, kommer en student til gruppen, og samtalen blir dreid mot hva en værmelding skal inneholde. I forkant av samtaleutdraget under har studenten som avbrøt Mia og Pia gått. Gruppen brukte litt tid på å komme i gang med den faglige samtalen igjen (de ser blant annet på bilder av «søte» katter), men begynner i det Mia sier. «For en søt katt. Okei, men været.»

Emil           Jeg tror ikke det blir sol i hvert fall.

Ane            Jeg tror det blir sol.

Mia            Jeg tror det blir sol og skyete.

Emil           Shut up. Jeg tipper det blir kaldt om morgenen, veldig mørkt og ikke sol.  
Også kommer solen utpå dagen, men det er fortsatt kaldt.

Mia            Skal vi bare skrive det da?

Emil           Nei.

Ane            Hvorfor tror du det?

Emil           På grunn av det er sånn det har vært de siste dagene.

Ane            Men hvorfor har det vært sånn de siste dagene?

Mia            Det er jo ikke det vi skal finne ut av – (blir avbrutt av Ane)

Ane            Hysj da.

Emil           Eh, vet ikke, på grunn av (drar på siste ordet)

Mia            Lavt lufttrykk.

Emil           Klimaet.

Ane            Hvorfor klimaet og sånn?

Emil           Eh, nei nå bare ødelegger du.

Mia            Nå må du bytte gruppe snart.

Ane            Jeg er bare kritisk, okei. Jeg skulle bare si at – (blir avbrutt av Mia)

Mia            Men nei, siden se da, hvordan lavt lufttrykk hele tiden, og da blir det sikkert  
lavt lufttrykk, som gir dårlig vær. (Viser og peker til tabellen)

Ane            Ja! Se der, vent litt. (Lener seg frem mot tabellen)

Samtalen blir avbrutt av at læreren kommer til gruppen, og spør hvordan vær de tenker å melde.

Samtaleutdraget starter med at Emil, Ane og Mia kommer med ulike forslag for hvordan været kan bli. Emil sier: «Jeg tror ikke det blir sol i hvert fall», imens Ane og Mia tror det blir sol. Dette virker å provosere Emil som sier «shut up». Etterpå sier han: «Jeg tipper det blir kaldt om morgenen, veldig mørkt og ikke sol. Også kommer solen utpå dagen, men det er fortsatt kaldt.» Mia svarer: «Skal vi bare skrive det da?» Her virker det som Mia synes forslaget til Emil er greit. Hun referer til «det», og spør om de skal «skrive det da?». Emil svarer derimot «nei», han ønsker ikke at de skal skrive det ned. Ane spør: «Hvorfor tror du det?», hun spør hvorfor Emil mener det blir kaldt, og mindre sol enn det de to jentene mente. Han svarer: «på grunn av at det har vært sånn de siste dagene». Ane er ikke ferdig med å



spørre ut Emil, og graver videre med å spørre hvorfor han tror det han sier. I samtalen stiller Ane tre *hvorfor* spørsmål til Emil: «Hvorfor tror du det?», «Men hvorfor har det vært sånn de siste dagene?», og «Hvorfor klimaet og sånn?» Ved siste anledning uttrykker både Emil og Mia frustrasjon over Ane, hvorpå Emil først sier: «Eh, nei nå bare ødelegger du.», og Mia følger opp med: «Nå å må du bytte gruppe snart.» Ane svarer derimot: «Jeg er bare kritisk, okei.» Mia kommer tilslutt med en observasjon hun har gjort i tabellen de har fått utdelt. Her gir hun uttrykk for at hun har lest i tabellen at lufttrykket har vært synkende de siste dagene: «... siden se da, hvordan lavt lufttrykk hele tiden, og da blir det sikkert lavt lufttrykk, som gir dårlig vær.» Hun virker ivrig, ved å peke og vise i tabellen mens hun prater. I gjennomgangen som læreren hadde i starten av timen, forklarte han hvordan lavt lufttrykk (lufttrykk under 1015hPa) ofte kan forbindes med dårlig vær. Fint vært kom ofte i forbindelse med høytrykk (over 1015hPa). På bakgrunn av denne kunnskapen kan Mia ha trukket konklusjonen at det kan bli dårlig vær også dagen etterpå, fordi lufttrykket har vært lavt over lengre tid. Samtalen avsluttes med at læreren kommer til gruppen og spør hvordan værmelding de har kommet frem til.

#### **4.7.1 Autentiske data og refleksjon**

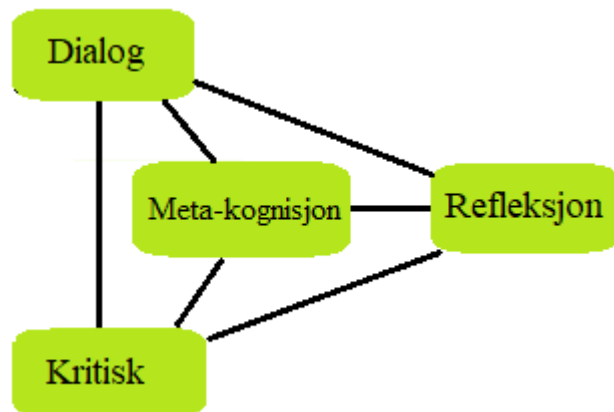
Utdraget viser hvordan autentiske data kan påvirke elever til å engasjere seg i kritiske refleksjoner. I utdraget sier Emil: «På grunn av det er sånn det har vært de siste dagene.», her virker han å reflektere på bakgrunn av egne erfaringer med været. Han kan ha erfart at det ofte er en viss likhet i været over tid, til tross for at han bor på vest-landet. Emil bruker sin egen hverdagskunnskap til å stille seg kritisk til Ane og Mia sitt forslag. Jentene mente at det kom til å bli sol, noe han mente var feil. Videre i samtalen utfordrer derimot Ane, Emil sin idé. Måten Ane gjør det på skal diskuteres opp mot det å tre inn i en rolle som kritisk, som blir skrevet om i neste delkapittel.

Emil svarer derimot «klimaet» på Ane sitt spørsmål. En får ikke en videre forklaring fra han på hvorfor det er klimaet, men svaret kan rettes mot hans virkelighetsoppfatning. Han har fått et spørsmål om hvorfor han tror det blir dårlig vær, og sier at det kan skyldes klimaet. For Emil kan klimaet være en årsak til at hans spådom for at været dagen etterpå blir dårlig.

Utdraget viser også hvordan Mia tenker kritisk rundt egen refleksjon, og kan ses i sammenheng med dialog, meta-kognisjon og refleksjon (figur 9 på neste side). I utgangspunktet tenkte Mia å melde fint vær og sol. Gjennom samtalen ender hun derimot opp med å melde dårlig vær basert på sannsynligheten for lavt lufttrykk. Da Emil introduserte sin

ide om at det faktisk kunne bli dårlig vær, på grunn av at det har vært det de siste dagene, virket det å skje noe hos Mia. Hun har sannsynligvis erfart at været de siste dagene i forkant av timen var dårlig. Framfor seg har hun en tabell med reelle data om været, og leser i tabellen at det faktisk har vært lavt lufttrykk når det har vært dårlig vær. Tabellen viser målinger i temperatur, nedbør, vind og lufttrykk de siste 30 dagene fra værstasjonen på skolen. I tillegg hadde læreren en gjennomgang hvor det ble sagt at dårlig vær, ofte henger sammen med lavt lufttrykk. Mia ser i tabellen at det har vært lavt lufttrykk de siste dagene, og på bakgrunn av de autentiske dataene sier hun: «hvordan lavt lufttrykk hele tiden, og da blir det sikkert lavt lufttrykk, som gir dårlig vær». Hun gir uttrykk for å ha koblet den nye tillærte kunnskapen om lufttrykk til de reelle dataene, og observasjonene fra tabellen.

Mia har tatt tak i Ane sine hvorfor spørsmål som egentlig ble stilt til Emil, der han måtte forklare hvorfor han mente det ble dårlig vær. Mot slutten av samtalen sier hun: «Men nei, siden se da». Hun har observert noe og ønsker å vise det til gruppen. På videoopptaket kan en se hvordan hun peker og viser til tabellen. Ved å bruke dataene har



Figur 9. Del av «Begrepsmessige sammenhenger» (Figur 2).

Mia begrunnet hvorfor hun tror det blir dårlig vær dagen etterpå, og indirekte svart på Ane sine tre *hvorfor* spørsmål. De autentiske dataene i tabellen, og hennes egne erfaringer med været (ved å være ute og kjenne været på kroppen), har gjort at Mia klarte å koble teori og praksis. Hun har kritisk vurdert sitt første forslag til å være feil, fordi målingene, egne erfaringer og den nye tillærte kunnskapen skapte strid med hennes første forslag. Hennes mulige evner i meta-kognisjon kan ha bidratt til at hun kritisk reflekterte rundt egne refleksjoner. Hun reflekterte rundt egen forståelse og idé. Uten en samtale hadde det derimot ikke vært sikkert at Mia ville begynt å reflektere rundt eget svar, fordi hun ikke ville blitt utsatt for andre forslag en det hun først tenkte. Samtalens undersøkende holdninger, der elevene presenterte ulike forslag på hva været kunne bli, bidro kanskje til at det ble skapt en stemning i samtalen, som kan knyttes til en *undersøkende* samtale, en dialogisk kvalitet.

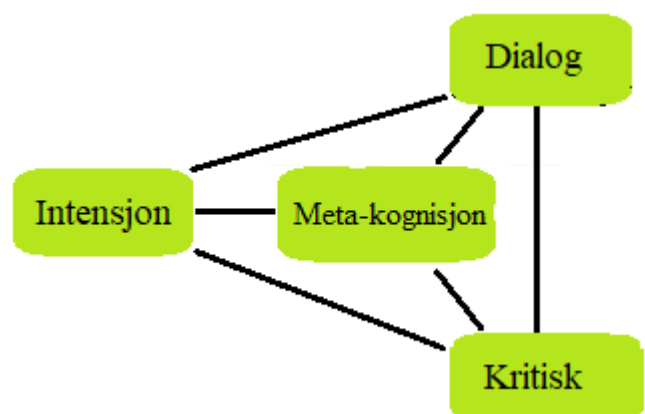
#### 4.7.2 Å tre inn i en rolle

Ane ønsket å få vite hvorfor Emil trodde det ble dårlig vær. Tidligere hadde gruppene en meta-samtale om hva det vil si å være kritisk, og hvordan en kan være kritisk og spørrende. På

denne gruppen ble det trukket frem at «hvorfor» spørsmål var lurt å stille. I utdraget stiller Ane tre «hvorfor» spørsmål til Emil. Etter hvert blir derimot Emil og Mia frustrert og sier: «Eh, nei nå bare ødelegger du», og «Nå må du snart bytte gruppe». Det er svaret Ane så gir som er av interesse, «jeg er bare kritisk, okei ...» Ane uttrykker at hun *er* kritisk, hun tredde inn i rollen som *den kritiske*. Hun kan ha tatt i bruk det gruppen snakket om tidligere, at en kan være kritisk til andre ved å stille hvorfor spørsmål. Tilnærmingen til Ane ble å tre inn i en rolle som kritisk, som for henne kanskje innebærer å stille hvorfor spørsmål. Funnet er i tråd med Herrenkohl og Guerra (1998) sine funn. De skriver at elever kan oppleve det som lettere å stille kritiske spørsmål, hvis de trer inn i en rolle som kritisk, som en lærer eller noen andre. Videre pekte de på at hos de elevgruppene som hadde fått ulike «roller», ble det også i større grad stilt kritiske spørsmål mellom elevene. Selv om ikke rollen som kritisk ble tatt godt imot av Mia og Emil i denne situasjonen, er konsekvensen at Emil prøvde å argumentere for sitt forslag, og at Mia begynte å undersøke tabellen på nytt.

#### 4.7.3 Intensjonen med rollen

Ser en Ane sine utsagn i lys av begrepsmessige sammenhenger (figur 10) basert på Alrø og Skovsmose (2002), kan en analysere hvordan intensjonen til Ane kan ha påvirket både rollen og spørsmålene. Spørsmålene blir stilt i en samtale, der *undersøkende* gjenkjennes som en dialogisk kvalitet. Ane tar også en *risiko*, ved å tre inn i en kritisk rolle. Noe som virker ukjent for både Ane og de andre på gruppen på måten Emil og Mia uttrykte seg. Ane har derimot en intensjon med rollen, som er å være kritisk og å få innsikt i hvorfor Emil mener det han gjør. Hun bruker derfor hvorfor spørsmål, fordi gruppen tidligere har snakket om at slike «hv-» spørsmål kan brukes når en er kritisk.



Figur 10. Del av «Begrepsmessige sammenhenger» (Figur 2).

Intensjonen til Ane om å være kritisk, sørget ikke bare for at Emil måtte argumentere over sine egne påstander. Det gjorde også at Mia knyttet egne erfaringer om været til målingene i tabellen, som viste lavt luftruckrykk, som hun satt sammen med kunnskapen om at lavt trykk ofte forbindes med dårlig vær. Mia kan ha blitt trigget av Ane sin kritiske rolle og hennes hvorfor spørsmål, og hennes intensjon om å sette Emil på prøve. Hun endte opp med å

undersøke tabellen på nytt, gav uttrykk for at hun fant ut hvorfor det kunne bli dårlig vær, og presentere på denne måten en ny løsning.

## 5. Diskusjon og avslutning

I de tre situasjonene som er analysert, har kritisk-matematisk kompetanse kommet til uttrykk på ulike måter. Kompetansen er gjenkjent i samtaler hvor elevene har arbeidet med oppgaver basert på autentiske vær data, og i en meta-samtale der elevene diskuterte begrepet *kritisk*. Litteraturen som er brukt i oppgaven har lagt føringer for hvordan situasjonene har blitt analysert, og påvirket hvilke funn som er gjort. Spesielt er det undersøkt situasjoner der elever har vært *spørrende* og *undersøkende*. Situasjonene og elevens utsagn har videre blitt analysert i lys av de tre ulike diskusjonstypene (*matematisk*, *teknisk* og *reflekterende*), og utfra den begrepsmessige sammenhengen mellom begrepene *samtale*, *intensjon*, *refleksjon* og *meta-kognisjon*. De mest sentrale funnene vil i dette kapitlet bli presentert og drøftet i lys av oppgavens fokus, som var å *undersøke et undervisningsopplegg med bruk av autentiske data*, der det legges til grunn et elevperspektiv, *hvor fokuset var særlig rettet mot elevens kritiske-matematiske kompetanse, i en naturfaglig kontekst*

### 5.1 Oppgavens funn med fokus på kritisk-matematisk kompetanse

Analysen peker på noen faktorer og kvaliteter som ofte gjenkjennes når elevene var kritiske, eller viste tegn på kompetansen. De mest sentrale funnene fra analysens blir presentert i dette diskusjonskapitlet. Tilslutt diskuteres potensiale for utviklingen av elevens kritiske-matematiske kompetanse, sett i lys av analysens funn og litteraturen presentert i kapittel 2.

#### 5.1.1 Samtale med dialogiske kvaliteter

Først og fremst er samtalen sentral med tanke på å gjenkjenne evner i kritisk-matematisk kompetanse hos elever, men også som en faktor som legger til rette for kritiske diskusjoner. Det er ikke undersøkt om kompetansen kan komme til uttrykk når elever arbeider en og en, men fra videoopptakene, transkripsjonene, og tidligere forskningslitteratur, er det få indikasjoner som peker den retningen. Det er mer naturlig at elever i samtale kommer i situasjoner der de må begrunne, argumentere og reflektere (Osborne, 2010). Oppgavens funn er også i tråd med det Alrø og Skovsmose (2002; 2006) peker på, at kritisk kompetanse oftere kan komme til uttrykk i samtaler som inneholdt noen dialogiske kvaliteter. Funn i analysen peker på den dialogiske kvaliteten *utforskende*, som et godt grunnlag for at kritiske diskusjoner kunne oppstå. I en *utforskende* tilnærming var elevene spørrende, de kom med spørsmål, og brukte ord som *tilsa* at de undret seg eller hadde en idé. I denne oppgaven ble blant annet ordet *tror* brukt mye av elevene, gjerne etterfulgt av et forslag på løsning. Denne kombinasjonen med en spørrende og utforskende tilnærming, etterfulgt av et forslag, viste seg

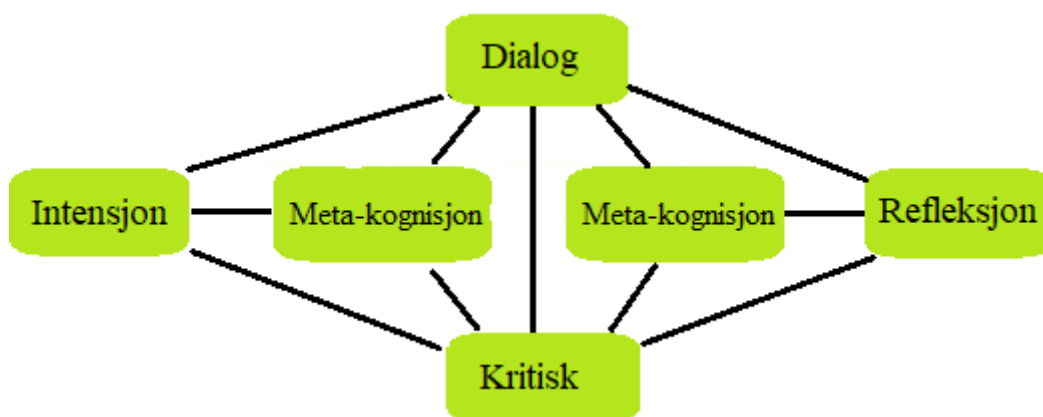
å være en god «oppskrift» på hvordan samtaler kunne bli kritiske. Funnet bekrefter det Alrø og Høines (2016), Browne og Freeman (2000), og Albergari-Amleida et al. (2011) skriver, at en spørrende holdning ofte kan forbindes med kritisk tenkning. Det er også en faktor som kan legge til rette for at kritiske diskusjoner oppstår.

En annen dialogisk kvalitet som ble gjenkjent i samtaler av en kritisk karakter, var at elever tok *risiko*. Oda tok initiativ til å undersøke hva temperaturen kunne bli 1. mars 2018 med en matematisk tilnærming. Løsningen hun presenterte var at temperaturen ville bli 2,6 grader, fordi hennes utregning viste til en jevn nedgang på 0,6 grader per år siden 2014. Hun visste ikke hvordan de andre på gruppen ville reagere, men turte å stå i det. I gruppen ble ikke forslaget så godt mottatt. Frida sine ytringer kan ha blitt opplevd som avvisende for Oda sin del. Utsagn som «det har ingenting å si», og «slutt og gjør matte», inviterer ikke til dialog, og videre undersøkende samtale. Uten denne risikoen som Oda tok, ville derimot ikke samtalen ha blitt av en kritisk karakter. Situasjonen viste hvordan *risiko* som dialogisk kvalitet kan ha bidratt til at samtaler ble kritiske.

I koblingen med at elever tok *risiko*, er det også observert at samtaler til elevene kunne oppleves *uforutsigbare*. Samtalene hadde overraskende vendinger der elevene blant annet brukte eksempler om enhjørninger, og snakket om verdens-klimaet når de skulle spå været for dagen etterpå. At elevene selv styrte samtaler kan derimot ha bidratt til at de kritiske diskusjonene oppstod på deres premisser. Diskusjonene var ikke satt i gang av en lærer, som ofte kan ha en hensikt med spørsmålene og kommentarene sine, men de oppstod fordi elevene faktisk oppdaget noe. Imens Ane spurte ut Emil om hans forslag til løsning, oppdaget Mia en kobling mellom teori og praksis, og endret eget forslag. Uforutsigbarheten til samtalen, og *likeverdet mellom deltakerne* gjorde kanskje at elevene i denne gruppen turte å «skyte inn» nye forslag, selv om forslagene ikke var så gjennomtenkte. Det kan også ha bidratt til at de andre elevene ble trigget til å undersøke noe nytt.

At kritisk-matematisk kompetanse kom til uttrykk i samtaler med visse dialogiske kvaliteter (undersøkende og spørrende, uforutsigbar, risikofylt og likeverdig) betyr ikke at en «hel» samtale var dialogisk. Alrø og Skovsmose (2002) peker på at en sjeldent kan beskrive en samtale i sin helhet som dialogisk. De skriver i likhet med funn gjort i analysen, at dialogiske kvaliteter gjenkjennes i korte perioder og sekvenser. Som utsnitt av en lengre samtale (s. 130).

### 5.1.2 Oppgavens funn sett i lys av begrepsammenhengen



Figur 2. Begrepsmessige sammenhenger

Samtale med visse dialogiske kvaliteter argumenteres for å være sentralt for at kritisk-matematisk kompetanse kan komme til uttrykk. I tillegg viser funn i analysen koblet til relevant litteratur, og særlig til Alrø og Skovmose, at det også kan argumenteres for en sammenheng mellom begrepene dialog (samtale med dialogiske kvaliteter), intensjon, refleksjon og meta-kognisjon. Der fokuset er særlig rettet mot kritisk tenkning og kompetanse. Det blir her diskutert oppgavens funn sett i lys av figur 2, forklart tidligere i delkapittel 2.7 som er inspirert av Alrø og Skovmose (2002, s. 231)

I likhet med Alrø og Skovmose (2002) blir elevens *intensjoner* i samtale, sett på som en faktor som kan bidra til, eller hindre en samtale i å bli undersøkende, og eventuelt kritisk. I gruppe B virket det som intensjonen til Frida var å avfeie Odas' idé. Hun virket ikke interessert i å forstå henne, og gav uttrykk for at løsningen hennes var helt feil. Silje sin intensjon hadde likhetstrekk med Frida, men hun viste også interesse for å forstå Oda sine tanker. Utsagnene til Silje har blitt sett i lys av *meta-kognisjon* i sammenheng med *intensjon*. *Meta-kognisjon* handler om forståelse rundt egen kunnskapslæring, men også det å kunne forstå at andre forstår og lærer på sin måte, og at det kan være forskjellig (Kuhn, 1999). Meta-kognitive egenskaper kan i sammenheng med intensjon, være en faktor som påvirker hvordan elever er kritiske, og hvordan deres kritiske kompetanse kan komme til uttrykk i samtaler. Der begrepet kritisk-matematisk kompetanse blir definert som evnen til å *reflektere og å tenke kritisk over egen og andres forståelse og bruk av matematikk*. Silje sine ytringer oppleves som mer reflektert enn Frida sine. Hun uttrykket forståelse for at eget forslag kunne være feil, og virket mer åpen for Oda sine idéer. Hun satt seg inn i hennes refleksjoner, og implisitt viste hun også evne til å være selv-kritisk. På grunn av manglende målinger, og at de arbeidet med naturfaglige temaer stilte hun seg derimot kritisk til den matematiske tilnærmingen til Oda.

I gruppe A fikk vi innsyn i hvordan Ane sin *intensjon* om å *være kritisk* ovenfor Emil, kan ha påvirket Mia til å bli kritisk ovenfor egen løsning. Ane gikk inn i rollen som kritisk (dette blir videre diskutert i delkapittel 5.1.4), og stilte tre «*hvorfor spørsmål*» til Emil, der han måtte begrunne sine svar. Dette fulgte Mia med på, og det virket som spørsmålene også trigget Mia til å undersøke sitt eget svar, som kan ha resultert i at hun tilslutt så en kobling mellom teori og praksis. Hun koblet egne erfaringer med været, med avlesninger om lavtrykk i tabellen, og lærerens forklaring av hvilket vær en kan forvente ved dette trykket. Hun gikk bort ifra sitt første forslag om å melde pent vær, og endte opp med å si at det ble dårlig og kaldt. At elevers intensjoner kan påvirke retningen på en samtale, er i tråd med Alrø og Skovsmose (2002). De skriver at elevers intensjoner gjenkjennes i deres aksjoner i utsagn eller handlinger. Det kan igjen gi innsikt i om en gruppe ønsker å diskutere og lære, eller om de ønsker å gjøre noe helt annet. At intensjoner til elever også kan gå imot læring er viktig å få frem. Fra videoopptakene er det flere eksempler der elevers intensjoner også bringer samtalen bort fra læring, og inn mot helgens planer, gårsdagens dataspill eller håndballkampen de skal spille senere.

Analysen peker også på at *refleksjon* kan være sentralt for kritisk-matematisk kompetanse. Det er analyse av elevers argumenter og ytringer, at deres refleksjoner har kommet til uttrykk, og kan tolkes i forhold til hva, hvordan, eller hvorfor de er kritiske. Delkapittel 4.3 og 4.4 viser hvordan en *matematisk* og *teknisk diskusjon* kan komme til uttrykk. Elevenes ytringer ble knyttet til refleksjon «*rundt innholdet*», nærmere bestemt refleksjoner rundt den matematiske løsningen (punkt en og to) til Oda, og matematikkens relevans i konteksten (punkt tre og fire) i Alrø og Skovsmoses (2002; 2006) forklaring om refleksjon (se kapittel 2.4). Refleksjoner knyttet mot punkt en og to ble kategorisert som en *matematisk diskusjon* med inspirasjon fra Barbosa (2006), sin kategorisering av ulike diskusjonstyper. Silje og Frida så kritisk på Oda sin bruk av matematikk, og hvilke utfordringer de mente det var å uttrykke *været* med matematikk. Silje uttrykte seg kritisk til Oda sin fremgangsmåte fordi gruppen blant annet manglet en måling. Hun sa at mangelen på tidligere målinger gjorde det problematisk å uttrykke noe matematisk, spesielt siden de arbeidet med naturfag. Disse refleksjonene ble kategoriserte som en *matematisk diskusjon*, fordi den matematiske løsningen til Oda ble diskutert.

Videre argumenterte både Silje og Frida imot å presentere en matematisk løsning i en naturfaglig kontekst. Det ble kategorisert som en *teknisk diskusjon*, der de to reflekterte rundt matematikkens rolle i konteksten de arbeidet i. Silje sa «Det er jo ikke en sånn regel i naturfag



at det er 0,6, 0,6», implisitt sa hun at i naturen svinger det, i forskjell fra matematikken hvor det kan oppleves å være faste regler og mønstre. Frida sine uttalelser var mer direkte «Slutt og gjør matte, matte har ikke en dritt med dette å gjøre». Det rådet liten tvil om at hun var kritisk til Oda sin matematiske tilnærming. Når elever reflekterer rundt matematikkens bruk, og matematikkens hensikt i en gitt kontekst, kan dette også ses på som et første steg til å stille seg kritisk til matematikkens bruk og påvirkning i samfunnet (Barbosa, 2006; Skovsmose, 1994a, 1994b). Hvis elever kan lære hvordan de kan stille seg kritisk til matematikkens bruk og påvirkning innenfor klassen trygge rammer, kan det kanskje være lettere for dem og ta med seg denne kunnskapen videre til andre situasjoner også.

Analysen peker også på at elevers tilsynelatende evner i meta-kognisjon kan påvirke hvordan de reflekterer i samtaler. Innholdet i Siljes utsagn og refleksjoner virket nyanserte, på grunn av måten hun implisitt reflekterte rundt eget forslag, og eksplisitt forholdt seg kritisk til Oda sitt. Først lyttet hun, og gjentok Oda sine forslag om at graden kunne synke jevnt med 0,6. Etterpå gav hun uttrykk for et felles problem med en manglende måling «vi har jo ikke». Hun gav også uttrykk for hvorfor hun var kritisk til Oda sin løsning, som var på grunn utregning, og konteksten de arbeidet i. Måten Silje var kritisk på opplevdes som velbegrunnet og reflektert. Motsatt ble det sett hvordan fraværet av meta-kognisjon hos elever kan oppleves dit hen at de ikke klarer å se kritisk på eget forslag, men bare er kritiske til andre sine. Oda og Frida falt mer i denne kategorien, der de opplevdes med sine utsagn som skråsikre på egen løsning og bare argumenterte for den. De sa blant annet «det er», «det har ingenting å si», og «hold kjeft». Innholdet i uttrykkene og refleksjonene deres gav i mindre grad uttrykk for usikkerhet knyttet til egen tolkning (det å være selv-kritisk), og det opplevdes heller ikke som de ønsket, eller evnet å forstå den andre partens perspektiver.

Det må også trekkes frem at elevene møtte på noen utfordringer ved at de arbeidet med matematikk i en naturfaglig kontekst. Elevene hadde vanskeligheter med å se matematikken, fordi den opplevdes skjult eller ukjent for dem. «Naturfaget» var lettere tilgjengelig fordi de arbeidet med vær og klima. Dette kom godt frem hos en elev som lurte på hvorfor de arbeidet med naturfag, når det var matematikkundervisning på timeplanen. På en annen side bidro dette kanskje til at elevene fikk vist evner i kritisk-matematisk kompetanse, fordi de klarte å peke på utfordringer med å bruke matematikk i en naturfaglig kontekst. Sett fra et lærerperspektiv med fokus på at elever skal lære ferdigheter i matematikk og naturfag, er det allikevel ønskelig at elevene opplever at de lærer begge deler.

### 5.1.3 Kritisk kompetanse i arbeid med autentiske data

Arbeid med autentiske data knyttet mot elevers evne til å være kritiske, har også blitt undersøkt. I analysen ble det blant annet sett på hvordan Mia tok i bruk egne erfaringer fra hverdagen, og knyttet de opp mot målinger gjort av skolens lokale værstasjon for de siste 30 dagene. Hun trakk inn egne erfaringer med det dårlige været de siste dagene, i sammenheng med at hun kunne lese at det hadde vært lavtrykk de siste dagene i tabellen. Denne koblingen kan ha bidratt til at hun også mente at været dagen etterpå sannsynligvis ville bli dårlig, på grunn av lavtrykk de siste dagene. Arbeid med autentiske data kan ha lagt til rette for at Mia lettere klarte å koble teori om trykk i atmosfæren, til den faktiske situasjonen, og oppgaven de skulle løse. Jonker og Wijers (2017) skriver at autentiske data kan gjøre det lettere å knytte erfaringer fra hverdagen til det faglige, fordi elevene allerede besitter kunnskap om temaet. Mia kan ha gjenkjent konteksten (vær og klima) de jobbet i, og forstod at hennes egne erfaringer med været kunne brukes til å stille spørsmål, og reflektere rundt informasjon de ble presentert for. At elevene arbeidet med autentiske data kan også være en av grunnene til at Silje og Frida var skeptiske til Oda sitt forslag. Deres mulige erfaringer med hvordan været vanligvis opptrer (at det ofte er skiftende), stemte ikke overens med Oda sin matematiske tilnærming. Hun presenterte en jevn nedgang på 0,6 grader pr år, noe som ikke var sannsynlig ifølge Frida og Silje sine uttalelser om været.

Selv om elevene arbeidet med autentiske data, var ikke oppgavene autentiske. En av ideene med å arbeide med autentiske oppgaver, er at det skal være meningsfylt for elevene (Jonker & Wijers, 2017). I hvilken grad elevene opplevde dette prosjektet som meningsfylt kan en stille spørsmål ved. Det virket kanskje lite reelt og meningsfylt for dem å melde været, gjette på hva temperaturen kan bli om fire måneder, og undersøke energiforbruk i hus. Herheim og Rangnes (2016) peker på at elevene i prosjektet om trafiksikkerhet på en lokal vei, så behovet for arbeidet de gjorde. Elevene opplevde at arbeidet betydde noe. At det fikk konsekvenser om de gjorde rett eller galt, fordi det handlet om liv. De skriver «hvordan elever ser på relevansen til oppgaver er styrende for i hvilken grad de evner å være kritisk argumenterende (s. 119)». På grunn av at oppgavene i undervisningsopplegget ikke var av en autentisk karakter, var det sannsynligvis ikke det som motiverte elevene til å være kritiske. Motivasjonen for å stille seg kritisk kan være knyttet mot et annet punkt i Herheim og Rangnes (2016), de skriver at elevene allerede «eier» datamaterialet, fordi vilkår og kontekst er kjent. Funnene i denne oppgaven peker mot at arbeid med autentiske data alene, kan være til nok hjelp for at elever stiller seg kritisk. Siden elevene har personlige erfaringer med

datamaterialet, fordi de har opplevd *været* på kroppen, kan de kanskje lettere stille seg kritisk til informasjon som er i strid med deres tidligere forståelse. Analysen viser til en tendens der bruk av autentiske data i seg selv, kan være en faktor som bidrar til at elever lettere stiller seg kritisk, til tross for at oppgavene ikke var autentiske og meningsfulle. Dette kan støttes opp mot Alrø et al. (2001) som skriver at realistisk matematikk ikke behøver å være helt konkret, sett med elevers øyne. De peker på at elever klarer å forestille seg en situasjon, så lenge konteksten gir mening for dem. Det er kanskje det som også har vært tilfellet i dette undervisningsopplegget. Konteksten med «været» har blitt opplevd som realistisk for elevene, og derfor har også oppgavene gitt mening, selv om ikke oppgavene kan kategoriseres som autentiske. De har kanskje stilt seg kritiske til hverandre i samtaler, fordi det gir mening for dem å knytte inn deres egne erfaringer og kunnskaper om været, i møte med informasjon og meninger de er uenige i.

#### **5.1.4 Meta-samtale og rollen som kritisk**

Gjennomføringen av en meta-samtale om det å være kritisk kan ha hjulpet elever til en forståelse av hva det vil si å være kritisk. Samtalen rettet fokus mot det å være kritisk, og hvordan en kan være kritisk. Det ble også oppklart at å være kritisk ikke handlet om å være «irriterende», men som Frida sa at det er noe «bak i hodet som tenker», og at en «bør sjekke det ut». Funn fra Herrenkohl og Guerra (1998) peker også i denne retninger. De skriver at elever som på forhånd hadde diskutert hvordan de skulle stille spørsmål, og hva poenget med det var, syntes det var lettere å stille spørsmål, men stilte også bedre spørsmål til sine medelever.

Et funn som ble av særlig interesse var der Ane valgte å tre inn i rollen som kritisk. Kanskje hun følte det var lettere å være kritisk og å stille spørsmål hvis hun kunne «skylde» på at hun var i en rolle. Grunnen til at det omtales som en *rolle*, og ikke noe hun bare gjorde naturlig, var at hun konsekvent stilte «hvorfor» spørsmål (spørsmålsformulering som gruppen tidligere knyttet til det å være kritisk), og kommentaren hennes om at «jeg er bare kritisk». Herrenkohl og Guerra (1998) og Allern og Drageset (2017) peker på lignende funn i deres forskning, at elever kan ha lettere for å være spørrende, undrende og eventuelt kritiske, hvis det blir snakket om hva det betyr, og gjerne at det blir satt i sammenheng med en rolle. Da kan en på forhånd klargjøre i samråd med elevene hva det vil si å være i rollen som den spørrende og kritiske. Selv om det ikke var fokus på roller i denne oppgaven, var det interessant at Ane gikk inn i rollen som kritisk.

### 5.1.5 Potensiale for elevers utvikling av kritisk-matematisk kompetanse

Ser en samlet på funnene i denne oppgaven, kan det pekes på noen tendenser for hva en bør ha fokus på i forbindelse med utviklingen av kompetansen. Om opplegget har utviklet elevers kritisk-matematiske kompetanse er vanskelig å bekrefte, men en kan drøfte hvilke faktorer som kan ha påvirket positivt.

Det er gjenkjent flere faktorer og kvaliteter i elevers samtaler som er sentrale for kritisk-matematisk kompetanse. Siden samtalene inneholdt disse, er det også nærliggende å tro at opplegget har hatt potensiale for utvikling av den. Utfordringer er derimot at kompetansen kan være vanskelig å gjenkjenne hos den enkelte, fordi den kan komme til uttrykk på forskjellige måter. Det kan være vanskelig å sette fingeren på om en elev har kompetansen eller ei. Sett i lys av tidligere litteratur og forskning kan det allikevel pekes på noen faktorer og tendenser som bør være tilstede i undervisning, hvis målet er å utvikle elevers kritisk-matematiske kompetanse. Samtale med visse dialogiske kvaliteter står sentralt, der særlig en undersøkende og spørrende tilnærming bør løftes frem. Videre bør det legges til rette for at elever reflekterer og argumenterer i møte med matematikken de arbeider med. Refleksjoner knyttet til både matematiske, tekniske og reflekterende diskusjonsstiler, der matematikkens bruk, mening og rolle blir diskutert. Videre kan det å studere, observere og lytte til elevenes refleksjoner bidra til å forstå hva, hvordan og hvorfor elevene er kritiske. Autentiske data og/eller oppgaver kan også gjøre det lettere for elever å stille seg kritisk, fordi de allerede besitter kunnskap om konteksten de arbeider med, eller er i.

I denne oppgaven gjenkjennes kritisk-matematisk kompetanse blant annet der Silje og Frida er kritiske til matematikkens rolle i den naturfaglige konteksten. De setter spørsmålsteget ved hvordan matematikken påvirker oppfatningen av et fenomen, som ikke nødvendigvis har noe med matematikk å gjøre. Refleksjonene kan knyttes opp mot det å se kritisk på matematikkens rolle og bruk i samfunnet. Slike refleksjoner var det derimot færre av i løpet av uken, men gir et innblikk i når og hvor potensiale for kompetansen kan utvikles. Også i eksempelet med Mia, som endret innfallsvinkel til hvordan været for neste dag kunne meldes, ble det gjenkjent kritisk-matematisk kompetanse. Hun tok i bruk ferdigheter i matematikk, i sammenheng med data fra hverdagen (autentiske data), som et ledd i det å se kritisk på en tidligere løsning, og i dette tilfellet til eget svar. Eksempelet kan knyttes opp mot det å uttrykke et fenomen (været) med matematisk sannsynlighet, basert på tidligere målinger og data. Dette eksempelet viser at matematikk er ikke bare et problem for samfunnet, men også en ressurs hvis det brukes riktig.

På grunn av et fåtall av slike funn i datamaterialet, møter også dette undervisningsopplegget på kjente problemer som tidligere er tatt opp i litteraturen. Refleksjoner der kompetansen ble gjenkjent kom ofte mot slutten av en oppgave, fordi elevene først var nødt til å forstå det matematiske og naturfaglige, før de kunne diskutere matematikkens anvendelse kritisk. Hansen og Hana (2012), og Skovsmose (1994a) skriver at å diskutere matematikkens rolle i samfunnet, kan være en krevende øvelse som innebærer enn viss matematisk forståelse og innsikt i utgangspunktet. Det må ofte komme i forkant av diskusjonene, hvor en kan anvende denne forståelsen. I tillegg er tiden en utfordring, der skoletimer på 45–60 minutter kan oppleves som litt knapt. Spesielt hvis elever skal få tid til selv å være undersøkende, utforskende og eventuelt kritiske. Å undervise med det mål å utvikle kritisk-matematisk kompetanse kan være krevende, men ikke umulig. Det er som den tidligere syklisten Dag Otto Lauritzen sier «Ingenting er umulig, det umulige tar bare litt lengre tid» (Lauritzen, u.d).

## 5.2 Oppgavens svakheter og avgrensinger

Svakhetene ved oppgaven er blant annet knyttet til metoden. Video og observasjon har gitt et rikt datagrunnlag, og muligheten for å studere situasjoner i detalj. Allikevel melder behovet seg i visse situasjoner for å faktisk spørre elevene hva de tenker. Her tenker jeg særlig på Oda sin matematiske tilnærming. Selv om situasjonen er studert i detalj, er informasjonen i videoopptak begrenset til hva hun har sagt og gjort. I dette tilfellet ville et intervju kunne blitt brukt for å få bedre innsyn i hvordan hun tenkte. Ved andre tilfeller har derimot de metodiske tilnærmingene gitt et godt grunnlag for å svare på fokusområdet i oppgaven, og de tilhørende forskningsspørsmålene. Som i mange andre kvalitative oppgaver er det også begrensninger knyttet til å generalisere funn. Det er derimot pekt på noen sentrale faktorer som kan være avgjørende å vurdere, hvis fokuset er rettet mot utviklingen av kritisk-matematisk kompetanse (eller andre fag). Funn gjort i denne oppgaven er også koblet opp mot tidligere forskning og litteratur, slik at det er med på å utvikle innsikt i hva som bør være i fokus i arbeid med kompetansen.

Det er også pekt på utfordringen når det gjelder det å undervise med hensikt om å utvikle kritisk-matematisk kompetanse. Å la elever diskutere og utforske på deres premisser tar tid, og det er heller ingen garantier for at en samtale blir av en kritisk karakter, sett i lys av at kompetansen kommer til uttrykk i samtaler som inneholder visse dialogiske kvaliteter. Tiden en har til rådighet, og utfordringer knyttet til hvor komplekst det kan være å undervise bort kritisk-matematisk kompetanse, er også omtalt i Alrø og Skovsmose (2002) og Hansen og Hana (2012).

Oppgaven har ikke tatt med et lærerperspektiv på grunn av masteroppgavens begrensede omfang. I hvilken grad en som lærer skal engasjere seg i diskusjoner er derfor ikke blitt undersøkt i denne oppgaven (hvor det er lagt til grunn et elevperspektiv), men det kan nevnes noen utfordringer knyttet til dette. Det kan være vanskelig som lærere å vurdere når en samtale er av en kritisk karakter, fordi innholdet i elevenes samtaler kan virke avsporende (for eksempel når elevene diskuterer begrepet kritisk med bruk av enhjørninger som utgangspunkt), men kan allikevel ha noe kritisk ved seg. Med andre ord er det vanskelig fra et lærer-perspektiv å bekrefte i øyeblikket om elever viser tegn på kritisk kompetanse, fordi den kan komme til uttrykk på så mange ulike måter. Særlig vanskelig er det når en også har opptil fire, fem andre grupper en ønsker å veilede og følge opp i løpet av en time, i tillegg til at en som lærer ofte ønsker en viss progresjon i undervisningen.

### 5.3 Oppgavens betydning og veien videre

Oppgaven har knyttet sammenhenger mellom noe av den naturfaglige og matematiske litteraturen om kritisk tenkning og kompetanse. Skal en skole ha fokus på å utvikle kritisk kompetanse tror jeg det bør være et felles mål for fagene. Det bør påvirke hele undervisningspraksisen, hvor målet blir å få elever til å undre seg, snakke sammen, og stille spørsmål. Uansett om elever utvikler kritisk kompetanse i dens rette forstand eller ei, er det kanskje nyttig uansett at de lærer å selvstendig stille spørsmål til egne og andres meninger og tanker, og til informasjon de blir utsatt for på sosiale medier, nyheter og på skolen. Er målet å utvikle kritisk-matematisk kompetanse hos elever, trengs det derimot mer innsikt i hvordan dette kan legges til rette for i undervisning. Utfordringer med tid, ressurser og kompleksiteten ved kompetansen å tenke kritisk, er hyppig nevnt i forskning knyttet til temaet, og er også utfordringer som det pekes på i denne oppgaven.

I dette prosjektet på 9. trinn pekes det også på utfordringer ved å skulle knytte matematikkfaglige emner opp mot samfunnsmessige spørsmål. I naturfag er det emner hvor dette lettere lar seg gjøre, som i temaet klima koblet til vår påvirkning på jordkloden. Å forstå hvordan matematiske algoritmer påvirker teknologien vi bruker, og hvordan matematikk kan ligge til grunn for statistiske analyser, krever derimot et helt annet faglig nivå. Det er også utfordrende at det faglige som «læres» i arbeid med dette prosjektet, kan være vanskelig å overføre til en typisk tentamen eller eksamen. Elevene utrykte problemer med å sette fingeren på når de arbeidet med matematikk, og de opplevde ikke at matematikken var i fokus. Det er tross alt viktig for elever å gjøre det godt på prøver, derfor bør også det faglige som skal læres bort være synlig for elevene. Det elevene kan ha fått med seg fra et slik

undervisningsopplegg, er evnen til å undre seg, og en begynnende holdning om å være kritisk i møte med informasjon en ikke forstår. Elevene har vært nødt til å være løsningsorienterte i et felt de ikke er så godt kjent i, og de har tatt i bruk matematikk og matematisk forståelse i en naturfaglig kontekst, selv om de sa at de ikke alltid opplevde det slik.

Videre forskning på å tre inn i roller, bruk av roller, og meta-samtale kan derfor være av interesse med fokus på å utvikle elevers kritiske kompetanse. I dette prosjektet kan det å tre inn i rollen som kritisk virke lettere og mindre skummelt for elevene. Det er allerede gjort noe forskning på dette av Allern og Drageset (2017), og Herrenkohl og Guerra (1998), men mer rettet mot matematikk og naturfag kunne vært interessant.

Oppgaven har også vært et ledd i å gjøre prosjektet Ekte Data mer tilgjengelig for ungdomskolen. I tillegg håper vi at læreren og skolen vi var på, fikk se hvilke undervisningsmuligheter en lokal værstasjon kan by på i fagene naturfag og matematikk.

Om de kommende lærerplanene stemmer, og fokuset på kritisk tenkning og kompetanse skal bli mer sentralt, er behovet for mer forskning nødvendig. Det handler om hvordan å utvikle elever kritiske tenkning og kompetanse, men kanskje også diskutere hva målet med kompetansen skal være. Jeg synes Frida sier noe svært aktuelt knyttet til temaet: «Men hvem er det egentlig som har tid til det liksom. Sånn seriøst, sånn hvem! Liksom hvis vi ungdommer skulle gjort det», og «Det er jo ikke noe som noen hadde giddet å gjøre, sånn bare sånn, Nå skal jeg finne ut om det jeg leser nå er riktig eller ikke riktig». Hun stiller noen sentrale og gode spørsmål formulert på sin måte. Er elever i skolen interessert i å være kritiske, er det ikke bare å lære dem noe mer som de kanskje ikke ser poenget av å lære, i den alderen de er i? En diskusjon om hva hensikten med å lære elever kritisk kompetanse og tenkning er kanskje ikke så dumt. Ikke minst å diskutere hvorfor det er relevant for dem å lære om dette på skolen, og hvordan det kan gjøres på en god måte. Kompetansen kan argumenteres for å være sentral, siden det blir sett på som et ledd i å bli en aktiv samfunnsborger. Spørsmålet jeg stiller meg er om dette skal begynne allerede på ungdomsskolen, og eventuelt hvordan kritisk kompetanse kan læres bort på en god måte? Jeg vil i alle fall ta med meg alt av innsikt jeg har fått knyttet til kritisk kompetanse og tenkning, videre i min lærerkarriere og praksis. Kanskje det åpner opp for nye ideer om hvordan kompetansen kan utvikles, og som kan deles ved en senere anledning.





## 6. Litteraturliste

- Albergaria-Almeida, P., Teixeira-Dias, J. J. C. & Martinho, M. (2011). How can critical thinking be recognized in the classroom? I C. P. Horvath & J. M. Forte (Red.), *Critical thinking* (s. 175–188). New York: Nova Science Publishers.
- Allern, T.-H. & Drageset, O. G. (2017). Out of Syria: A process drama in mathematics with change of roles and perspectives. *Applied theatre research*, 5(2), 113–127. doi: 10.1386/atr.5.2.113\_1
- Alrø, H., Blomhøj, M., Bødtkjer, H., Skovsmose, O. & Skånstrøm, M. (2001). Farlige små tal–helt konkret. *Nämnamnaren*, 28(4), 40–46. Hentet fra [http://ncm.gu.se/pdf/namnaren/4046\\_01\\_4.pdf](http://ncm.gu.se/pdf/namnaren/4046_01_4.pdf)
- Alrø, H. & Høines, M. J. (2016). Trenger en å spørre for å være spørrende? I R. Herheim & M. J. Høines (Red.), *Matematikkamtaler: undervisning og læring – analytiske perspektiv* (s. 123–154). Bergen: Casper Forlag.
- Alrø, H. & Kristiansen, M. (1997). Mediet er ikke budskapet. I H. Alrø & L. Dirckinck-Holmfeld (Red.), *Videoobservation* (s. 73–99). Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Alrø, H. & Skovsmose, O. (2002). *Dialogue and learning in mathematics education: intention, reflection, critique* (Mathematics education library, Bind v. 29). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Alrø, H. & Skovsmose, O. (2006). Læring mellom dialog, intention, refleksjon og kritikk. I O. Skovsmose & M. Blomhøj (Red.), *Kunne det tænkes? Om matematikklæring* (s. 127–138). København: Mallings Beck A/S.
- Barbosa, J. (2006). Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective. *The International Journal on Mathematics Education*, 38(3), 293–301. doi: 10.1007/BF02652812
- Bensley, D. A. (2011). Rules for reasoning revisited: Toward a scientific conception of critical thinking. I C. P. Horvath & J. M. Forte (Red.), *Critical Thinking* (s. 1–36). Hentet fra <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hogskbergen-ebooks/detail.action?docID=3021945#>
- Bergensveret.no. (u.d). Værstasjoner i Bergen. Hentet 8. november 2017 fra <http://bergensveret.no/>
- Browne, M. N. & Freeman, K. (2000). Distinguishing features of critical thinking classrooms. *Teaching in higher education*, 5(3), s. 301–309. doi:10.1080/13562510050084703

- D'Ambrosio, U. (1990). The role of mathematics education in building a democratic and just society. *For the Learning of Mathematics*, 10(3), 20–23. Hentet fra <https://flm-journal.org/Articles/4484843CAD6BAAD947FB3848B341B4.pdf>
- Duschl, R. A. & Osborne, J. (2008). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39–72. doi: 10.1080/03057260208560187
- ektedata.uib.no. (u.d). EKTE DATA. Oppgaver med tall fra naturen. Hentet 8. november 2017 fra <https://ektedata.uib.no/om-ekte-data/>
- Greer, B. & Skovsmose, O. (2012). Introduction: Seeing the Cage? The Emergence of Critical Mathematics Education. I O. Skovsmose & B. Greer (Red.), *Opening the cage: Critique and politics of mathematics education* (s. 1–19). doi: 10.1007/978-94-6091-808-7
- Hansen, R. & Hana, G. M. (2012). "But it is not possible to do this until ..." – The sequencing of teaching mathematical modelling. I I. G. H. Gunnarsdóttir, F. Hreinsdóttir, G. Pálsdóttir, M. Hannula, M. Hannula-Sormunen, E. Jablonka & K. Wæge (Red.), *Proceedings of NORMA 11, The 6th nordic conference on mathematics education* (s. 299–308). Reykjavik: University of Iceland Press.
- Herheim, R. & Rangnes, T. E. (2016). Kritisk-matematisk argumentasjon og agens. I R. Herheim & M. J. Høines (Red.), *Matematikksamtaler: undervisning og læring – analytiske perspektiv* (s. 107–122). Bergen: Caspar forlag.
- Herrenkohl, L. R. & Guerra, M. R. (1998). Participant structures, scientific discourse, and student engagement in fourth grade. *Cognition and instruction*, 16(4), 431–473. doi: 10.1207/s1532690xci1604\_3
- Jonker, V. & Wijers, M. (2017). Authentic contexts in mathematics textbooks in secondary pre-vocational education (VMBO). I B. Grevholm (Red.), *Mathematics textbooks, their content, use and influences : research in Nordic and Baltic countries* (s. 245–268). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational researcher*, 28(2), 16–46. doi: 10.3102/0013189x028002016
- Kunnskapsdepartementet. (2006). *Læreplan i matematikk fellesfag (MAT1-04)*. Hentet fra <https://www.udir.no/kl06/MAT1-04/Hele/Formaal>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Verdier og prinsipper for grunnopplæringen - overordnet del av læreplanverket*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/53d21ea2bc3a4202b86b83cfe82da93e/overordnet-del---verdier-og-prinsipper-for-grunnopplaringen.pdf>

- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Lauritzen, D. O. (u.d). Hentet 25. april 2018 fra <http://dagotto.no/>
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education: Revised and expanded from case study reserach in education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Muilwijk, M. (2016). Hvordan lage enkle temperaturprognoser ved hjelp av lineære modeller? Hentet 12. oktober 2017 fra <https://ektedata.uib.no/oppgaver/lineaer-temperatur-forutsigelse/>
- NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole – Fornyelse av fag og kompetanser*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/da148fec8c4a4ab88daa8b677a700292/no/pdfs/nou201520150008000dddpdfs.pdf>
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463–466. doi: 10.1126/science.1183944
- Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (2. utgave). Oslo: Universitetsforlaget.
- Rasmussen, T. A. (1997). Video mellom samtale og observation. I H. Alrø & L. Dirckinck-Holmfeld (Red.), *Videoobservation* (s. 51–71). Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Siegel, H. (2010). Critical thinking. *International Encyclopedia of Education (Third Edition)* (s. 141–145). doi: 10.1016/B978-0-08-044894-7.00582-0
- Skovsmose, O. (1994a). Towards a critical mathematics education. *An International Journal*, 27(1), 35–57. doi: 10.1007/BF01284527
- Skovsmose, O. (1994b). *Towards a philosophy of critical mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse : en innføring i kvalitativ metode* (4. utg). Bergen: Fagbokforlag.
- Tjora, A. H. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Utdanningsdirektoratet. (2017). Andre skisse til kjerneelementer i matematikk. Hentet 23. april 2018 fra <https://hoering.udir.no/Hoering/v2/162?notatId=252>
- Valero, P. (2009). What has power got to do with mathematics education? I P. Ernest, B. Greer & B. Sriraman (Red.), *Critical issues in mathematics education* (s. 237–254). Hentet fra

<http://search.ebscohost.com.galanga.hvl.no/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=469825&site=ehost-live>

## 7. Vedlegg

### 7.2 Samtykkeskjema

# ***”Ekte data – Elevers matematikkarbeid med autentiske oppgaver og værdata”***

## **Bakgrunn og formål**

Dette forskningsprosjektet vil se på virkningen av å bringe Ekte Data inn i undervisningen. Ekte Data er et prosjekt driftet av Geofysisk institutt og Skolelaboratoriet i realfag ved Universitetet i Bergen UiB. [REDACTED] er en av samarbeidsskolene, hvor en værmåler skal sørge for autentiske data til bruk i matematikk- og naturfagsundervisning. Vi ønsker å se på hvordan bruk av autentiske data kan bidra til å knytte matematikk til elevenes hverdag, og hvordan elevene bruker matematikk i samtale rundt dette. Prosjektet vil danne grunnlag for tre masteroppgaver for studenter ved avdelingen for lærerutdanning ved Høgskulen på Vestlandet.

## **Hva innebærer deltakelse i studien?**

Elevene vil delta i et undervisningsopplegg med oppgaver basert på vær og klima. Noen elevgrupper vil bli filmet i arbeid med oppgavene, og enkelte elever kan bli intervjuet dersom vi ønsker med informasjon om noe de har sagt. Masterstudentene vil være deltakende observatører, og dermed gå blant elevene og prate med dem under arbeidsøktene.

Vi vil også samle inn noe av elevenes skriftlige arbeid. Datainnsamlingen vil foregå over ca. 3 uker.

Dersom du som foresatt ønsker å se intervjuguiden for hva elevene kan bli intervjuet om, ta kontakt med oss på mail.

## **Hva skjer med informasjonen?**

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Det er kun masterstudentene og deres veiledere som vil ha tilgang til opptakene. Opptakene vil ikke bli publisert i sammenheng med masteroppgavene.

Videoene vil bli lagret på bruker- og passordbeskyttet pc og slettes innen masterprosjektets slutt 15. mai 2019.

## **Frivillig deltakelse**

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn. Dersom du trekker deg, vil alle opplysninger om deg bli anonymisert.

Ved spørsmål knyttet til studien, ta kontakt med Helene Sinnes på [helene.sinnes@gmail.com](mailto:helene.sinnes@gmail.com). Veileder for prosjektet er Rune Herheim, og kan nås på [rune.herheim@hvl.no](mailto:rune.herheim@hvl.no).

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

## **Samtykke til deltakelse i studien**

Jeg har mottatt informasjon om studien, og samtykker til at \_\_\_\_\_  
(navn på elev) kan delta i studien.

\_\_\_\_\_  
(Signert av elev, dato)

-----  
(Signert av foresatte, dato)

## 7.2 Oppgavene i undervisningsuken

Dette var oppgavearkene elevene fikk utdelt.

### **Mandag**

Tabellen det referes til i denne oppgaven er lagt til som vedlegg 7.3

Været på ██████████ skole

- Hva ser du i denne tabellen?
- Hva betyr de ulike ordene og tallene?
- Ser du noen sammenhenger i tabellen?
- Hvilke ting kan vi finne ut ved å bruke disse tallene?

## Tirsdag

### Oppgave tirsdag: Være meteorolog

#### Oppgave 1.

Dere skal spå været for i morgen og neste uke (bruk gjerne værdataene fra sist måned, som dere jobbet med på mandag, eller andre kilder for å begrunne svaret). Lag en værmelding for i morgen og neste uke. Skriv og begrunn hvorfor dere tror været blir som det blir, og hva dere har tatt hensyn til.

Ikke bruk værmeldingstjenester på nett, som yr eller storm.

#### Oppgave 2.

Hvilke konsekvenser kan det få hvis man tar feil når man melder været?



## Onsdag

# Oppgave onsdag: Lag temperaturprognoser

### Oppgave 1.

Hva blir temperaturen 1 mars 2018?

Skriv ned argumenter for hvorfor temperaturen blir som dere tror. Hvis dere vil laste ned data fra værstasjonen på [redacted] og se hva temperaturen har vært tidligere år, bruk nettsiden <http://bergensveret.no/lastned/>.

PS! Når alle har presentert, vil den gruppen som klassen stemmer for at har de beste argumenter vinne (det er ikke være lov å stemme på egen gruppe, og gruppene må i felleskap bestemme seg for en annen gruppe å stemme på).

### Oppgave 2.

Når meteorologer prøver å forutsi været fremover i tid, bruker de modeller. Modeller kan bestå av en eller flere ligninger som uttrykker forholdet mellom ulike målinger og datasett. Det kan være at de vil forutsi hvor mye nedbør det blir i Norge 2030. Dette går ikke an å måle. Derfor bruker de matematiske modeller som beregner matematisk hvor mye nedbør som kan komme. De matematiske beregningene er basert på tidligere målinger og datasett. I denne oppgaven skal dere prøve å lage en temperaturprognose (en modell) for temperaturen fremover på [redacted] Skole.

- Last ned GeoGebra arket på Itslearning, [redacted]. Dere skal nå få opp en GeoGebra-fil med en linje som beskriver temperaturutviklingen på [redacted] skole fra 1 august til 31 oktober. Beskriv temperaturutviklingen for hverandre i gruppen. Er den som forventet? Hvorfor/ hvorfor ikke?
- Velg funksjonen «beste tilpassede linje» i GeoGebra. Trykk så på listen over punktene; for å lage en temperaturprognose for denne perioden. Hva var temperaturen 1. sep, 1. okt og 1. nov 2017 ifølge modellen? Hvor godt stemmer dette overens med temperaturen som faktisk ble målt disse datoene?
- Modeller brukes for å forutsi været. Hva blir temperaturen 1 mars 2018 ifølge prognosen (når dere har vinterferie)? Hvordan stemmer dette med hva dere fant i oppgave 1? Synes dere svaret til modellen er realistisk? Begrunn svaret.
- Hvis vi ser et år tilbake i tid, hva sier modellen at temperaturen var 1. februar 2017? Er det realistisk? Hvorfor/ hvorfor ikke?
- Synes dere lineære modeller er et godt redskap for å lage temperaturprognoser? Hvorfor, hvorfor ikke?

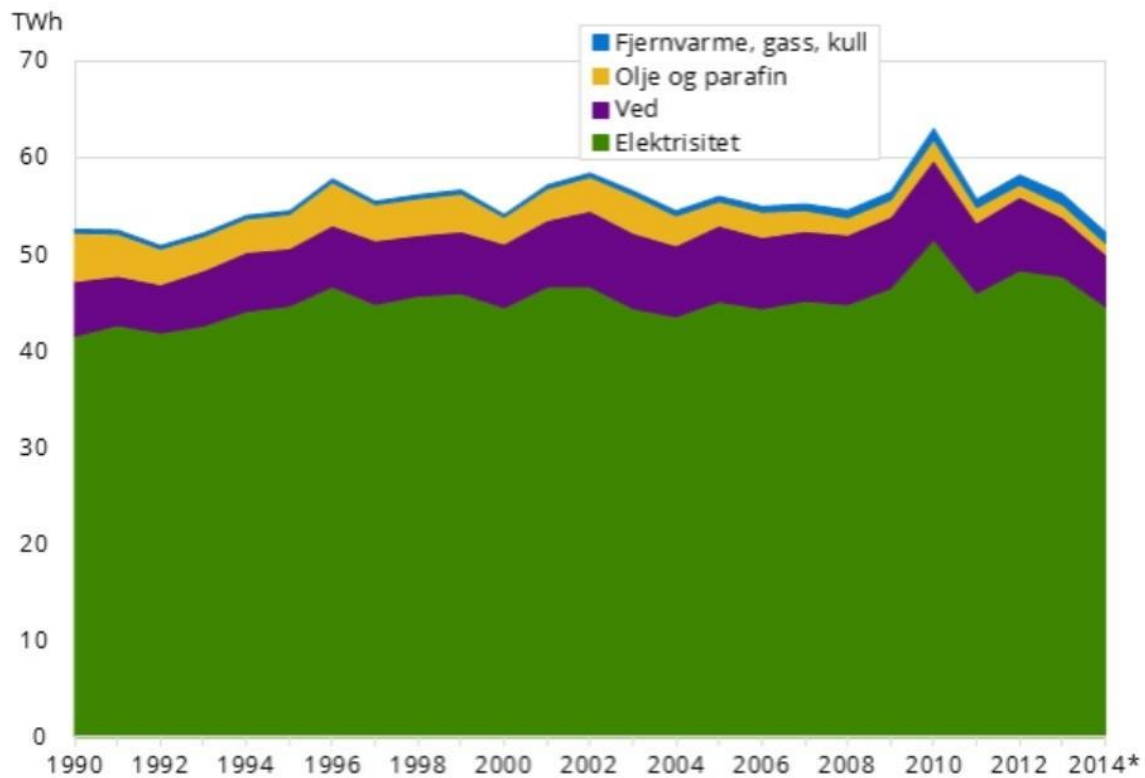
## Torsdag

### Energiforbruk og modeller

Se på de to modellene og diskuter følgende spørsmål i gruppen og noter svarene:

- Hva ser dere?

Figur 4. Total energibruk i husholdninger



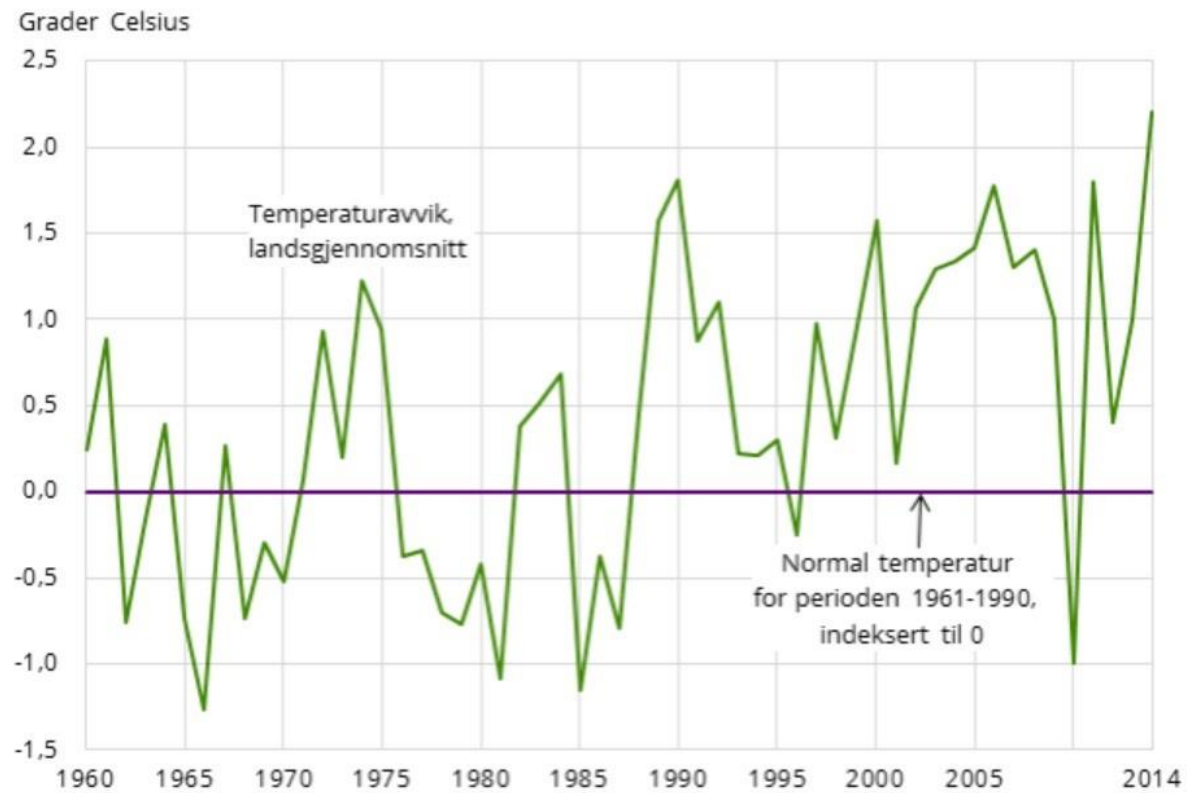
Kilde: Statistisk sentralbyrå.

- Hva forteller den oss?

Se på den **andre** modellen og diskuter i gruppen, noter svarene.

- Hva ser dere?

Figur 3. Avvik fra normaltemperatur



Kilde: Det norske meteorologiske institutt.

- Hva forteller den oss?

Se på **begge** modellene:

- Hva forteller de oss?
- Er dette gode modeller? Hvorfor/hvorfor ikke?
- Hvilke konsekvenser kan temperaturendringer ha?

## Torsdag-fredag

### Eget energiforbruk

- Gå inn på <http://energiportalen.no/>
- Samle inn data om det årlige energiforbruket til de gitte adressene samt annen informasjon som kan være relevant for energiforbruket.

Adresser:

Jonas Reins gate 5

Michael Krohns gate 22

Sandviksveien 17

Wolffs gate 20

Skutevikens Smalgang 3

Klaus Hanssens vei 44A

Nedre Strangehagen 4

Endregårdsveien 3

- Diskuter hvilken informasjon kan være relevant og ikke, med tanke på energiforbruket i boligene? Begrunn hvorfor
- Presenter energiforbruket og annen data dere har som påvirker energiforbruket på en fornuftig måte. Begrunn valg.
- Regne ut gjennomsnittlig energiforbruk hos boligene og sjekk dette opp mot gjennomsnittlig energiforbruk per husholdning hos SSB. Hvordan scorer Bergen? (<https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/husenergi>)
- Diskutere hvilke faktorer som kan påvirke energiforbruket og hvordan de påvirker.

### 7.3 Tabell med målinger

Denne tabellen brukte elevene i undervisningsopplegget på både mandag og tirsdag.

Dato	Temperatur (C)			Nedbør (mm)	Lufttrykk (hPa)			Vind (m/s)		
	Gjennomsnit	Maks	Min		Total	Gjennomsnit	Maks	Min	Gjennomsnit	Maks
23.10.2017	9,88	12,1	7,7	1,2	1014,2	1015,8	1011,2	1,12	4,90	0,00
24.10.2017	9,21	11,0	7,3	13,8	1006,9	1013,6	1002,2	3,83	8,00	0,90
25.10.2017	10,31	12,2	9,4	16,4	1003,6	1007,2	1001,1	0,83	3,60	0,00
26.10.2017	9,77	11,5	7,8	18,8	1007,9	1014,3	1005,6	0,64	2,70	0,00
27.10.2017	8,60	10,0	7,1	7,2	1015,8	1019,6	1007,1	0,46	2,70	0,00
28.10.2017	8,49	9,7	5,8	19,0	997,0	1006,8	986,2	1,69	6,30	0,00
29.10.2017	5,43	7,5	3,2	0,6	1007,9	1018,6	989,5	2,83	4,90	0,00
30.10.2017	4,19	6,0	3,0	2,2	1020,2	1021,6	1018,6	0,33	2,20	0,00
31.10.2017	6,43	8,0	4,3	2,8	1013,0	1018,5	1007,2	2,69	4,50	0,90
01.11.2017	10,17	11,6	8,1	18,6	1000,2	1007,1	996,5	1,47	4,00	0,00
02.11.2017	7,21	9,8	2,7	0,8	1005,5	1010,2	997,9	1,10	3,60	0,00
03.11.2017	6,52	7,9	3,3	6,6	1004,8	1010,1	999,8	2,15	4,90	0,00
04.11.2017	7,97	9,2	7,1	33,2	996,5	999,9	994,7	2,61	5,40	0,00
05.11.2017	5,37	7,1	4,1	6,0	999,7	1007,9	994,8	0,12	2,20	0,00
06.11.2017	4,26	7,3	0,7	0,2	1014,0	1016,1	1008,0	1,98	6,70	0,00
07.11.2017	8,63	9,4	7,2	0,6	1014,0	1015,3	1013,0	6,06	8,00	4,50
08.11.2017	7,79	9,3	6,7	10,2	1014,9	1017,4	1008,1	4,35	8,50	0,90
09.11.2017	7,41	9,6	4,7	24,0	1000,7	1007,9	996,8	2,93	10,70	0,00
10.11.2017	3,21	5,6	1,2	17,4	995,5	998,5	992,6	0,22	1,80	0,00
11.11.2017	3,39	4,7	1,3	22,8	994,0	996,8	992,5	0,16	1,30	0,00
12.11.2017	3,53	5,9	1,3	1,0	1000,1	1010,0	994,3	0,41	2,20	0,00
13.11.2017	2,63	3,9	1,1	0,2	1013,5	1015,7	1009,4	0,51	4,50	0,00
14.11.2017	4,21	6,8	1,7	10,4	1007,6	1010,4	1002,7	1,63	5,40	0,00
15.11.2017	5,29	7,8	3,2	7,2	1014,5	1018,0	1008,9	0,36	2,20	0,00
16.11.2017	6,09	7,8	3,8	15,2	1007,2	1016,4	1000,1	3,21	7,60	0,00
17.11.2017	6,05	7,9	3,7	12,0	1004,7	1008,7	998,6	0,89	3,10	0,00
18.11.2017	4,83	7,5	1,9	11,2	994,3	998,5	991,4	1,54	4,50	0,00
19.11.2017	4,02	6,5	2,4	1,6	1005,4	1009,3	997,5	0,30	1,80	0,00
20.11.2017	1,16	2,8	-0,9	0,6	1008,7	1009,2	1008,3	0,01	0,90	0,00
21.11.2017	-0,96	2,2	-2,6	0,8	1007,0	1009,3	1000,0	0,00	0,00	0,00
22.11.2017	0,84	2,1	-1,1	0,2	989,7	999,8	984,0	0,52	2,70	0,00