



Høgskulen  
på Vestlandet

# MASTEROPPGAVE

Fire ungdomsskolelæreres perspektiver  
på muligheter for å inkludere matematisk  
kompetanse i tverrfaglig arbeid om  
bærekraftig utvikling

Four Middle School Teachers' Perspectives on  
Opportunities to Include Mathematical Competence in  
Interdisciplinary Education Concerning Sustainable  
Development

**Marie Skjerlie Stenhjem**

Master i matematikk i grunnskolelærerutdanningen 5-10

Fakultet for lærerutdanning, språk og idrett

Institutt for språk, litteratur, matematikk og tolkning

Veileder: Kjellrun Hiis Hauge

Innleveringsdato: 16. mai 2022

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



## FORORD

Denne masteroppgaven markerer slutten på fem fine år ved Høgskulen på Vestlandet. I løpet av studiet har jeg lært mye og møtt mange flotte mennesker. Arbeidet med masteroppgaven har vært både spennende og krevende, og ikke minst lærerikt. Gjennom oppgaveskrivingen har jeg tilegnet meg mye kunnskap som jeg kan ta med meg inn i læreryrket.

Først og fremst vil jeg takke min veileder Kjellrun Hiis Hauge for å ha bidratt med kunnskap og innspill som har gjort oppgaven min bedre. Jeg setter stor pris på alle tilbakemeldingene du har gitt meg. De har gjort oppgaveskrivingen mye enklere. Takk for at du har svart på de mange spørsmålene mine som har kommet haglende inn i innboksen din. Det har hjulpet meg til å beholde motivasjonen og troen på at jeg kunne få dette til.

Jeg vil også rette en stor takk til lærerne som har stilt opp på intervju og bidratt med sine refleksjoner, erfaring og kunnskap. Uten dere ville ikke oppgaven ha latt seg gjennomføre.

Takk til Anne-Marie Karlsen, medstudenten som også har skrevet om bærekraftig utvikling og matematikk, og som har vært en god samtalepartner og bidratt med innspill og tips til oppgaven.

Jeg vil også takke familie, kjæreste og venner som har vært der for meg gjennom hele studietiden, og som har hatt troen på at jeg ville komme meg gjennom de fem årene på studiet. Dere har støttet meg gjennom oppturer og nedturer gjennom hele studiet.

Jeg sier med dette farvel til studentlivet for denne gang, og gleder meg til å ta fatt på nye utfordringer.

Bergen, 16. mai 2022

Marie Skjerlie Stenhjem

## SAMMENDRAG

Denne masteroppgaven belyser muligheter og utfordringer som matematikklærere i ungdomsskolen ser ved å inkludere matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraft. For å finne ut av dette blir lærernes uttrykte oppfatning av begrepet matematisk kompetanse først analysert, og deretter koblet opp mot mulighetene og utfordringene som de nevner. Problemstillingen blir besvart gjennom analyse av fire intervjutranskripsjoner. Innsamlingen av data foregikk i desember 2021 og januar 2022, et og et halvt år etter at den nye læreplanen trådte i kraft.

Funnene viser at de fire lærerne legger mye det samme i begrepet matematisk kompetanse. Matematisk kompetanse handler for lærerne om å beherske matematiske regler og algoritmer, om å kunne løse teoretiske og praktiske problemer og utvikle problemløsningsmetoder. Det handler også om å reflektere over, kommunisere om og være kritisk til matematikkens bruk i samfunnet. Muligheter for å utvikle matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraft handler blant annet om ulike læringsaktiviteter som regneoppgaver, refleksjonsoppgaver, uteundervisning og planlegging og gjennomføring av tiltak for en bærekraftig utvikling. Mulighetene som lærerne uttrykker, kan bidra til at elever utvikler den matematiske kompetansen som lærerne beskriver. Gjennom mulighetene kommer også flere av aspektene av matematisk kompetanse fra litteraturen til uttrykk. Disse aspektene handler om å forstå matematiske konsepter og om å kunne bruke matematiske hjelpemidler. At flere aspekter kommer til uttrykk gjennom mulighetene kan kanskje tyde på at lærerne ubevisst legger mer i matematisk kompetanse enn det de forteller i intervjuet. Det kan også bety at lærerne ikke ser disse aspektene som matematisk kompetanse. Utfordringene som kom til uttrykk handler blant annet om mangel på tid og pedagogiske ressurser, vansker med å omstille seg fra en tradisjonell til en mer praktisk matematikkundervisning og å synliggjøre verdien av matematikk i praktiske situasjoner. Disse funnene kan bidra til å skape bevissthet om hvilke muligheter og utfordringer man kan møte i arbeidet med å inkludere matematikk i tverrfaglig arbeid, noe som kan være til hjelp når man skal legge til rette for slik undervisning.

## ABSTRACT

This master thesis highlights the possibilities and challenges which middle school mathematics teachers can think of in relation to including mathematic competence in interdisciplinary teaching regarding sustainable development. To answer this, I will analyse the teachers' expressed perception of the term *mathematical competence*, and thus connect it to the possibilities and challenges they mention. An answer for the issue is being provided by the analysis of four transcribed interviews. The data collection took place in December 2021 and January 2022, which is a year and a half after the new Norwegian curriculum took effect.

The findings shows that all four teachers emphasize mostly the same aspects of mathematical competence. To the teachers, mathematical competence includes the ability to master mathematical rules and algorithms, to be able to solve both theoretical and practical founded problems and to develop problem solving methods. It also includes the ability to communicate, reflect and to be critical to the ways that society uses mathematics. The possibilities mentioned for development of mathematical competence in interdisciplinary education concerning sustainable development consists among other things of different learning activities like arithmetic problems, reflection tasks, outdoor education and the planning and implementation of initiatives for sustainable development. The possibilities mentioned by the teachers, cover their perception of mathematical competence. They also cover some additional aspects of mathematical competence which is presented in the literature. These aspects include understanding of mathematical concepts and the ability to use mathematical tools. The fact that the possibilities include more aspects of mathematical competence than the teachers themselves express during the interview might indicate that the teachers' perception of the term includes more aspects than they are aware of. It might also mean that the teachers do not think of these aspects as mathematical competence. The challenges expressed by the teachers include among other things lack of time and pedagogical resources, difficulty adapting from a traditional form of teaching mathematics to a more practical form, and difficulties of highlighting the value of mathematics in practical situations. These findings might help raise awareness of opportunities and challenges one may face during planning and implementation of interdisciplinary teaching which include mathematics. This might be helpful in the process of facilitating such teaching.

## TABELLOVERSIKT

Tabell 1: Analyseverktøy for kompetanse i matematikk .....	38
Tabell 2: Lærernes begrep om matematisk kompetanse .....	62

# INNHold

1	Innledning .....	9
1.1	Problemstilling og forskningsspørsmål .....	11
1.2	Innsnevring og avgrensning .....	12
1.3	Oppgavens aktualitet og formål .....	12
1.4	Oppbygning .....	13
2	Tidligere forskning .....	14
3	Forskning og begreper knyttet til muligheter og utfordringer .....	17
3.1	Begrunnelse for valg av litteratur og teori .....	17
3.2	Tverrfaglighet .....	17
3.2.1	Tverrfaglig undervisning .....	18
3.3	Demokrati og medborgerskap .....	19
3.3.1	Undervisning for demokratisk kompetanse .....	20
3.4	Bærekraftig utvikling .....	21
3.4.1	Undervisning for bærekraftig utvikling .....	23
3.5	Muligheter og utfordringer med undervisning for bærekraft og matematikk .....	26
3.6	Oppsummering .....	28
4	Rammeverk for matematisk kompetanse .....	29
4.1	Begrunnelse for valg av litteratur og teori .....	29
4.2	Teoretiske tilnærminger til matematisk kompetanse .....	29
4.2.1	Skovsmose: Matematisk kyndighet .....	30
4.2.2	Ernest: Matematisk myndiggjøring .....	31
4.2.3	Bredberg: Kvantitativ litterasitet .....	31
4.2.4	Niss og Jensens kompetansemodell .....	32
4.2.5	PISA-rammeverkets kompetansebegrep .....	34
4.2.6	Kilpatrick, Swafford og Findells trådmodell .....	35
4.2.7	TIMSS' kognitive kategorier for matematiske ferdigheter .....	37

4.2.8	Oppsummering .....	37
5	Metodologi.....	41
5.1	Forskningsdesign: kvalitativt intervju .....	41
5.2	Datainnsamling .....	42
5.2.1	Intervjuspørsmål.....	42
5.2.2	Utvalg .....	43
5.2.3	Datainnsamling.....	43
5.2.4	Transkripsjon.....	44
5.3	Koding, kategorisering og analyse .....	45
5.3.1	Matematisk kompetanse .....	45
5.3.2	Muligheter og utfordringer .....	46
5.4	Forskningskvalitet .....	48
5.4.1	Validitet og reliabilitet .....	48
5.4.2	Etikk .....	50
6	Analyse for matematisk kompetanse .....	53
6.1	Analyse med utgangspunkt i Skovsmoses teoretiske perspektiv.....	53
6.2	Analyse med utgangspunkt i det helhetlige rammeverket.....	61
7	Analyse for muligheter og utfordringer .....	64
7.1	Muligheter og utfordringer ved engasjement og motivasjon.....	64
7.2	Muligheter og utfordringer ved tverrfaglighet.....	65
7.3	Muligheter ved uteundervisning .....	69
7.4	Muligheter ved å igangsette tiltak for en bærekraftig utvikling .....	71
7.5	Muligheter for utvikling av matematisk kompetanse .....	73
7.6	Muligheter for refleksjon ved bruk av matematikk .....	79
7.7	Andre utfordringer ved tverrfaglig arbeid om bærekraft og matematikk .....	82
8	Diskusjon .....	85
8.1	Lærernes beskrivelse av matematisk kompetanse .....	85



8.2	Muligheter .....	87
8.3	Utfordringer .....	90
8.4	Konklusjon.....	93
8.5	Oppgavens begrensninger.....	94
8.6	Videre forskning .....	95
Vedlegg 1: Intervjuguide til kvalitativt intervju.....		101
Vedlegg 2: Samtykkeerklæring .....		104

# 1 INNLEDNING

I løpet av mine praksisperioder har jeg vært vitne til gjennomførelsen av en rekke tverrfaglige prosjekter. At det blir gjennomført mange tverrfaglige prosjekter tenker jeg er positivt med tanke på hvor høyt tverrfaglig arbeid blir verdsatt i dagens skole og i styringsdokumenter. De tverrfaglige prosjektene har gitt meg inntrykk av at de gir grunnlag for godt læringsutbytte for elevene innenfor mange fag, deriblant samfunnsfag, naturfag, norsk og KRLE. Men som matematikklærerstudent er det en ting jeg har bitt meg merke i – nemlig mangelen på grunnlag for læring innenfor det matematiske fagfeltet. Jeg har ved flere anledninger, vel å merke usystematisk og uoffisielt, forsøkt å identifisere et fokus på matematikkfaglig læringsutbytte i undervisningsoppleggene og et bevisst matematisk utbytte hos elevene etter arbeid med tverrfaglige prosjekter. Jeg har dessverre blitt skuffet hver eneste gang.

Matematikken i slike prosjekter er ofte minimal og svært enkel, og virker for meg ikke helt gjennomtenkt. Jeg har mange ganger spurt meg selv om hvorfor det er slik. Læreplanen forteller oss hvor viktig kompetanse innenfor matematikk er for å kunne ta avgjørelser i eget liv og for å kunne delta i samfunnsdebatten (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 4). Hvorfor blir da ikke matematikken bedre integrert i de tverrfaglige prosjektene som gjennomføres i skolen?

En hypotese jeg har er at matematikkfaget på bakgrunn av dets annerledes karakter ofte blir nedprioritert i tverrfaglige prosjekter. Det at faget ikke blir ordentlig inkludert i de tverrfaglige prosjektene ender igjen, slik jeg ser det, med at faget fortsetter å ha sin egen typiske og annerledes karakteristikk bestående av rutineoppgaver innenfor oppgaveparadigmet. Dette gjør kanskje at fagets faktiske verdi ikke kommer til syne, og at matematikkfaget dermed blir lite preget av motivasjon og lærelyst for elevene.

Det at jeg er interessert i å finne ut av hvorfor matematikk ikke alltid inkluderes så godt og hvordan man kan endre på det gjorde at jeg ønsket å skrive om utfordringer med og muligheter for utvikling av matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid eller prosjekter.

Bærekraftig utvikling er et av de tverrfaglige temaene i den nye læreplanen av 2020 (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 13-14). Jeg valgte å skrive om temaet bærekraft fordi jeg da får muligheten til å skrive om to områder som interesserer meg både personlig og i skolesammenheng – matematikklæring og bærekraft. En annen faktor som fikk meg til å ønske å skrive om bærekraft i sammenheng med matematikk, var oppdagelsen av at det ikke

finnes kompetansemål knyttet til bærekraft i matematikk. Temaet er ikke engang nevnt i læreplanen i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 4). Dette syntes jeg var veldig rart med tanke på at de fagoverspennende temaene skal kunne knyttes til alle fag (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 9). Å undervise i bærekraft i sammenheng med matematikk tenker jeg kan gjøre at matematikk kan oppleves som mer relevant og aktuell for mange elever og dermed øke motivasjonen for å lære matematikk.

Grunnen til at jeg ønsket å skrive om matematisk kompetanse var at jeg anser det som viktig å være bevisst på hva man ser på som kompetanse i matematikk for å kunne identifisere utvikling av kunnskaper og ferdigheter i matematikk i en tverrfaglig sammenheng. For å kunne identifisere hvilke aspekter ved arbeidet som bidrar til utvikling innenfor kompetanser i matematikk må man først avklare hva som legges i det å ha og utvikle matematisk kompetanse. Jeg tror også at måten lærere oppfatter begrepet matematisk kompetanse kan ha noe å si for hvilke muligheter og utfordringer de ser med å arbeide med bærekraft i sammenheng med matematikk. Hva matematisk kompetanse konkret innebærer blir definert på flere forskjellige måter og vil bli diskutert i utformingen av det teoretiske rammeverket for oppgaven.

Formålet med å arbeide med demokrati og medborgerskap er at elevene skal tilegne seg kunnskap om demokratiet, dets forutsetninger og verdier og at elevene skal utvikle evner som gjør dem i stand til å aktivt delta i demokratiet og demokratiske prosesser (Kunnskapsdepartementet, 2017). Slike evner innebærer blant annet evne til kritisk tenkning og demokratisk deltakelse, og demokratiske verdier som blant annet ytringsfrihet og å respektere uenighet (s. 13-14). Kompetanser som kritisk tenkning og etisk handling er også en del av det generelle formålet med opplæringen (Opplæringslova, 1998, §1-1).

Ifølge Breivega et al (2019) må man kunne forstå bærekraftig utvikling for å være en ansvarlig medborger. Det å utvikle kompetanse innenfor matematikk og bærekraft kan dermed bidra til elevers utvikling av demokratisk kompetanse, og også til å øke deres muligheter for aktiv samfunnsdeltakelse. Av denne grunn har jeg valgt å inkludere de tverrfaglige temaene bærekraftig utvikling og demokrati og medborgerskap. Temaet folkehelse og livsmestring valgte jeg å ikke inkludere til tross for at det også kan være relevant i denne sammenhengen. Årsaker til dette var blant annet at hovedfokuset vil ligge på bærekraft og at det kunne blitt for mye å inkludere alle de tre tverrfaglige temaene. Med

masteroppgaven min ønsker jeg å finne et svar på hvordan lærere ser matematikkens relevans for temaet bærekraftig utvikling og hvordan arbeid med temaet kan bidra til elevers utvikling av matematisk kompetanse.

## 1.1 PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL

I denne oppgaven vil jeg gjennom et lærerperspektiv undersøke hva fire matematikklærere legger i begrepet matematisk kompetanse og analysere det ut fra ulike teoretiske perspektiver på begrepet. Videre ønsker jeg å identifisere hvilke utfordringer og muligheter lærerne ser for utvikling av matematisk kompetanse i tverrfaglige arbeid om bærekraft. Med oppgaven har jeg en visjon om å komme et steg nærmere å åpne mine egne og andre læreres øyne for matematikkens verdi i samfunnskontekster og for hvilke muligheter som finnes for at matematikk kan bli en integrert og likeverdig del av fremtidig tverrfaglig arbeid eller prosjekter om bærekraft. Problemstillingen min lyder som følger:

***Hva legger et utvalg ungdomsskolelærere i begrepet matematisk kompetanse, og hvilke muligheter og utfordringer ser de ved å inkludere matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraftig utvikling?***

Problemstillingen består av to delspørsmål: 1) Hva legger ungdomsskolelærere i begrepet matematisk kompetanse? Og 2) Hvilke muligheter og utfordringer ser lærerne ved å inkludere utvikling av matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraftig utvikling? Det første delspørsmålet har jeg med fordi det finnes mange ulike teoretiske perspektiver på hva kompetanse innenfor matematikk er. Begrepet matematisk kompetanse er komplekst og vil bli beskrevet i litteraturdelen. Enkelt forklart kan man si at det handler om ulike kunnskaper og ferdigheter som anses som viktige for å mestre matematikk. Jeg ønsker å finne ut hvilke aspekter informantene vektlegger innenfor matematisk kompetanse fordi det kan ha noe å si for hvilke muligheter og utfordringer de ser for å utvikle matematisk kompetanse i tverrfaglig undervisning om bærekraft. Begrepene tverrfaglighet og bærekraft vil bli utdypet under begrepsavklaringer. Det andre delspørsmålet har jeg med fordi jeg ønsker å identifisere problemer og muligheter som lærere ser med inkludering av matematikk i tverrfaglig undervisning om bærekraft. Gjennom å finne et svar på dette delspørsmålet håper jeg å kunne bidra til å gjøre arbeidet med å utforme slik undervisning enklere for lærere og for meg selv som kommende lærer. For å svare på de to delspørsmålene vil jeg utforme to forskjellige

rammeverk; et for analyse av ytringer om matematisk kompetanse og et for analyse av ytringer om muligheter og utfordringer med undervisning i bærekraft og matematikk.

## **1.2 INNSNEVRING OG AVGRENSNING**

I denne oppgaven har jeg tatt hensyn til flere innsnevring og avgrensninger. Gjennom problemstillingen har jeg avgrenset oppgaven til å kun inkludere ungdomsskolelærere. Fordi problemstillingen handler om matematisk kompetanse har jeg også avgrenset oppgaven til å kun handle om lærere som underviser i matematikk. Tematisk har jeg avgrenset oppgaven til å handle om undervisning for det tverrfaglige temaet bærekraftig utvikling, men jeg har også valgt å inkludere demokrati og medborgerskap for å legitimere oppgaven og for å sette oppgaven i en større sammenheng. Gjennom lesing av litteratur har jeg kommet over ulike begreper som brukes om det å være kompetent i matematikk, blant annet matematisk myndiggjøring og kyndighet. Fordi disse teoriene beskriver ferdigheter som trengs for å mestre matematikk har jeg tatt disse med i litteraturen og i rammeverket for å analysere lærernes beskrivelser av matematisk kompetanse. Innenfor bærekraftig utvikling har jeg inkludert artikler som har med undervisning i grunnskolen for bærekraft generelt eller i sammenheng med matematikk å gjøre. Antallet informanter begrenset jeg til fire lærere, da jeg er av en oppfatning om at dette er nok for denne oppgaven, og for at ikke transkriberingen og analysen skulle bli altfor omfattende. Disse begrensningene ble gjort på grunn av omfanget og tidsaspektet for oppgaven.

## **1.3 OPPGAVENS AKTUALITET OG FORMÅL**

I overordnet del av læreplanverket (Kunnskapsdepartementet, 2017) ble det innført tre fagoverspennende temaer, noe som ga et større fokus på tverrfaglig arbeid i skolen enn det har vært tidligere. Innførelsen av de tverrfaglige temaene folkehelse og livsmestring, bærekraftig utvikling og demokrati og medborgerskap skal sikre at undervisningen kommer til å dreie seg mer om samfunnsaktuelle temaer og utfordringer. Målet med å innføre slike fagoverspennende temaer er at elevene skal arbeide med utfordringer og dilemmaer som temaet byr på gjennom ulike fag, og slik se sammenhenger mellom handlinger og konsekvenser, og på tvers av fag å kunne arbeide mot å finne løsninger (s. 13). Det er altså et mål for skolen at elever skal forstå og å øve seg på å finne løsninger på problemstillinger innenfor de tverrfaglige temaene. I denne oppgaven vil jeg ta for meg de tverrfaglige temaene bærekraftig utvikling og demokrati og medborgerskap.

Det elever lærer på skolen vil ifølge Klein (2020) på lang sikt ha en påvirkning på hvordan samfunnet utvikler seg. Hvordan vi håndterer de store problemstillingene som vi står overfor i samfunnet har derfor mye å si for fremtiden, skriver hun. Bærekraftig utvikling er ifølge Klein et av de store problemstillingene som vi står overfor i dagens samfunn (s. 8-18). Derfor er det viktig at det undervises om bærekraft i skolen. Denne masteroppgaven kan bidra til å øke fokuset på matematikk i tverrfaglig arbeid om bærekraft. Den kan også være med på å bevisstgjøre lærere og meg selv på hva man selv tenker om matematisk kompetanse og matematikk i sammenheng med bærekraft. Oppgaven kan også bidra med innspill og forslag som kan hjelpe skoler og lærere på veien mot å utforme gode tverrfaglige prosjekter hvor matematikk også er inkludert. Det å synliggjøre muligheter og utfordringer med tverrfaglig samarbeid kan gi skoler og lærere et grunnlag for å diskutere og finne gode løsninger på hvordan tverrfaglighet kan gjennomføres på hver enkelt skole (Dagsland, 2021, s. 43). Oppgaven kan dermed være med på å bidra til at tverrfaglige prosjekter planlegges med tanke på de utfordringer som blir trukket fram, og til at lærere blir mer bevisste på matematikken i prosjektet når de planlegges og gjennomføres.

## **1.4 OPPBYGNING**

Oppgaven er delt inn i åtte kapitler. I kapittel to presenterer jeg tidligere forskning som er relevant for oppgaven. Kapittel tre består av litteratur som danner et rammeverk for analyse av muligheter og utfordringer. Her vil jeg skrive om tverrfaglighet, demokrati og medborgerskap og bærekraftig utvikling og om undervisning for dette. I kapittel fire presenterer jeg ulike definisjoner og inndelinger av matematisk kompetanse som danner den teoretiske rammen for analyse av lærernes oppfatninger av begrepet. Deretter følger kapittel fem om metodologi, før jeg analyserer lærernes begrep om matematisk kompetanse i kapittel seks. I kapittel syv vil jeg analysere datamaterialet for muligheter og utfordringer med undervisning i bærekraftig utvikling og matematikk. Kapittel åtte består av diskusjon av analysen, og oppgaven avsluttes med en konklusjon og forslag til videre forskning.

## 2 TIDLIGERE FORSKNING

Det finnes foreløpig begrenset med forskning på bærekraftig utvikling og matematikk. Matematikk og klimaendringer, som er et undertema innenfor bærekraftig utvikling, finnes det noe forskning på. Forskning innenfor klimaendringer og matematikk danner dermed forskningsgrunnlaget for min oppgave. Mange av disse har fokus på kritisk matematisk kompetanse. I det følgende vil jeg presentere forskning som er relevant for min problemstilling.

Steffensen (2020) undersøker hvordan 10. klasseelever bruker kritisk matematisk kompetanse i diskusjoner angående tema innenfor klimaendringer. Gjennom diskusjonene reflekterer elevene rundt en matematikkoppgave som handler om klimaendringer. Andre matematiske kompetanser som omtales i studien handler blant annet om å kunne tolke grafer og statistikker og om å diskutere og argumentere ut fra matematiske modellers bruk i samfunnet. Hun understreker at alle trenger å utvikle en bevissthet om det presserende samfunnsproblemet som klimaendringene er, og at kunnskap om klimaendringer krever kunnskaper innenfor flere ulike fagområder, inkludert matematikk og naturfag.

Steffensen, Herheim og Rangnes (2021) fokuserer på hvordan undervisning kan legge til rette for forståelse av måten matematikk kan påvirke hvordan vi oppfatter klimaendringer. De studerer hvordan tre ungdomsskolelærere inkluderer klimaendringer i matematikkundervisning for å legge til rette for bruk av kritisk matematisk kompetanse. Gjennom analyse av undervisningen fant de at lærere trenger å forstå hvordan matematikk kan brukes i argumentasjon for å kunne legge til rette for at elever kan bli bevisste på matematikkens formaterende kraft. Lærerne trenger også å være bevisste på hvordan de selv bruker matematikkens formaterende kraft i sin undervisning for kritisk læring, skriver de. De understreker at elever trenger å selv erfare hvordan de kan være kritiske og konstruktive, noe som krever tid. At problemer knyttet til klimaendringer er komplekse og mer autentiske enn tradisjonelle matematikkoppgaver er noe de påpeker, og at slike problemer kan gi et godt utgangspunkt for kritisk tenkning og diskusjoner rundt usikkerhet i matematiske fremstillinger.

Steffensen, Herheim og Rangnes (2018) undersøker hvordan læreres perspektiver på klimaendringer påvirker måten de tilrettelegger for elevers kritiske matematiske tankegang i

uløselige problemer (eng. wicked problems) om klimaendringer. De fant at forsøk på å oppfordre til handling kan ses som forsøk på å påvirke elevenes politiske standpunkt, noe som er en politisk handling. Oppmuntring til kritisk tenkning uten å oppgi eget standpunkt kan tydeliggjøre for elevene hvordan matematiske fremstillinger ikke alltid er nøytrale, skriver de. De skriver at det er viktig å vie oppmerksomhet til spenningen mellom å presentere det politisk ladede temaet på en måte som oppfordrer til handling og på en måte som oppfordrer til kritisk tenkning.

Barwell og Hauge (2021) understreker også viktigheten av å kunne tenke kritisk og forstå matematikkens formaterende kraft. De har gjennom et litteraturstudium utviklet noen pedagogiske prinsipper for matematikkundervisning om klimaendringer. De fant at elever kan utvikle kritisk forståelse for klimaendringer og for matematikkens rolle i hvordan de fremstilles, gjennom autentiske og deltakende aktiviteter og matematisk refleksjon.

Vethe, Sørngård, Hagen, Sumstad, Bringeland, og Hauge (2017) undersøker hvordan studenter reflekterer kritisk når de blir presentert for en graf over global gjennomsnittstemperatur. I studien kom det frem at selv om studentene ikke hadde kjennskap til matematikken som ligger til grunn for grafen, reflekterte de kritisk og allsidig over grafen. De konkluderte med at klasseromsdiskusjoner om grafer kan gi grunnlag for læring og kritisk refleksjon selv om matematikken bak den er ukjent. De påpeker at et lignende undervisningsopplegg trolig også vil være fruktbart i ungdomsskolen.

Steffensen og Hansen (2019) har gjennomført en nettbasert spørreundersøkelse hvor de undersøker læreres perspektiver på muligheter og utfordringer for undervisning innenfor klimaendringer og matematikk. De fant at lærerne ser mange muligheter og som blant annet inkluderer ulike former for praktisk undervisning utenfor klasserommet, læringsressurser, matematiske temaer og engasjement for klimaendringer. Utfordringene som kommer frem av studien handler blant annet om ressurser, engasjement og klimatemaets kompleksitet.

Forskningen jeg har presentert i dette kapittelet viser blant annet til viktigheten av kritisk matematisk kompetanse for å forstå problemstillinger innenfor klimaendringer. De tar ikke for seg andre elementer innenfor bærekraftig utvikling, slik jeg vil gjøre i min oppgave.

Forskningen viser også at måten man legger opp undervisningen har noe å si for elevens utvikling av kritisk kompetanse, og dermed også deres forståelse for klimaendringer. Dette



kan kanskje trekkes videre til å også omfatte andre temaer innenfor bærekraftig utvikling, som er temaet jeg tar for meg i min oppgave. At problemstillinger om bærekraft er godt egnet for elevers utvikling av kritisk kompetanse er noe som blir fremhevet av flere. I min oppgave vil jeg også ta for meg kritisk kompetanse, men også flere aspekter innenfor matematisk kompetanse. Forskningsartiklene gir aktuell kunnskap for min oppgave fordi måter å legge opp undervisning kan kategoriseres som muligheter for undervisning. Steffensen og Hansen (2019) sine muligheter og utfordringer med å inkludere klimaendringer i matematikkundervisning kan også være relevante muligheter og utfordringer med å inkludere matematikk i tverrfaglig arbeid om bærekraft. Den tidligere forskningen har hovedsakelig fokusert på klimaendringer i matematikkundervisning, og tar for seg kun enkelte aspekter av matematisk kompetanse og bærekraftig utvikling. Min oppgave vil i større grad ha en tverrfaglig tilnærming, og jeg vil ta for meg matematisk kompetanse og bærekraftig utvikling i sin helhet.

## 3 FORSKNING OG BEGREPER KNYTTET TIL MULIGHETER OG UTFORDRINGER

### UTFORDRINGER

I dette kapittelet vil jeg presentere et rammeverk for analyse av muligheter og utfordringer. Jeg vil først skrive litt om tverrfaglig undervisning og undervisning for demokrati og medborgerskap. Deretter vil jeg presentere muligheter og utfordringer ved undervisning om bærekraftig utvikling knyttet til matematikk, som jeg senere vil bruke for å analysere datamaterialet.

#### 3.1 BEGRUNNELSE FOR VALG AV LITTERATUR OG TEORI

Innenfor tverrfaglighet har jeg valgt en generell tilnærming til temaet, for å belyse problemstillingen. Jeg har også med litteratur som sier noe generelt om temaene demokrati og medborgerskap og bærekraftig utvikling, for å presisere hva som ligger i begrepene og hvordan de hører sammen. Fordi jeg ønsker å få frem sammenhengen mellom matematikk og bærekraftig utvikling, har jeg inkludert litteratur som tar for seg dette. Litteratur om undervisning innenfor tverrfaglighet, demokrati og medborgerskap og bærekraftig utvikling kan bidra med muligheter for tverrfaglig arbeid om bærekraftig utvikling. Muligheter for arbeid med bærekraftig utvikling er et utgangspunkt for å diskutere tverrfaglig arbeid om bærekraft og matematikk. Slik litteratur og litteratur om muligheter og utfordringer for undervisning om matematikk og klimaendringer har jeg tatt med for å belyse muligheter og utfordringer som kan finnes innenfor arbeid med bærekraft og matematikk.

#### 3.2 TVERRFAGLIGHET

Begrepet *tverrfaglig* handler ifølge Dagsland (2021) om å se noe fra flere ulike perspektiver eller fagdisipliner. Hun skriver at tverrfaglighet har en verdi på den måten at det oppstår en rikere forståelse når det arbeides med et problem fra flere ulike perspektiver (s. 35). Det skal også, ifølge Bolstad (2020), koble de ulike skolefagene sammen med hverandre og med samfunnet. Han skriver at aktiviteter som utforskning, undersøkning og erfaring er aktiviteter som på en naturlig måte lar elever se noe fra ulike perspektiver. Slike aktiviteter bidrar også til utvikling av evner som er beskrevet i overordnet del av læreplanen, som utforskertrang, kritisk tenkning, engasjement og identitetsutvikling (s. 27-33). Tverrfaglig opplæring handler altså kort sagt om å skape undervisning som muliggjør at elevene kan utvikle tverrfaglige

ferdigheter og se sammenhenger på tvers av fag, og dermed utvikle en helhetlig forståelse for temaet som det arbeides med.

Bjørn Bolstad (2020) definerer tverrfaglige temaer som «temaer som berører sentrale samfunnsutfordringer som ett fagmiljø eller vitenskapsfag ikke kan løse alene, men der løsningene krever bidrag fra ulike fag» (s. 26). Et tverrfaglig tema er altså et tema hvor problemstillingene krever at man ser på det fra ulike perspektiver for å forstå og kunne finne løsninger på.

### **3.2.1 Tverrfaglig undervisning**

Fordi skolen skal forberede elever på deltakelse i samfunnet er det viktig at skolen bidrar til elevers utvikling av tverrfaglige ferdigheter. Et argument for å arbeide tverrfaglig i skolen er ifølge Bjørn Bolstad (2020) at samfunnet utenfor skolen ikke er delt inn i fag, og at elevene dermed trenger å øve seg på å bruke kunnskap og ferdigheter fra ulike fagdisipliner når de skal løse utfordringer. Et annet argument han trekker fram handler om at elever blir mer motiverte når de ser undervisningens relevans for deres egne liv. At mange opplever et bedre samarbeid og dypere forståelse er et tredje argument for å arbeide tverrfaglig i skolen (Bolstad, 2020, s. 33-35). Tverrfaglig arbeid i skolen kan altså bidra til mer motivasjon, bedre samarbeid og bedre forståelse for verden utenfor skolen.

Drake og Reid (2018) anbefaler å innføre tverrfaglighet gradvis, og at man starter med en liten grad av tverrfaglig samarbeid (Dagsland, 2021, s. 42). Bolstad (2020) skriver at det kan være en fordel å planlegge på en slik måte at planene kan endres underveis, hvis man skal lykkes med tverrfaglig undervisning i skolen. Dette er fordi det kan ta lenger tid enn planlagt før elevene har lært det som var tenkt, og fordi elevenes egne spørsmål og ønsker må tas hensyn til i arbeidet. Man kan ikke planlegge hvordan elevene utvikler forståelse, derfor må planene være mulig å justere på underveis, skriver han. Videre skriver han at for at lærere i ulike fag skal kunne samarbeide godt, må skolen legge til rette for dette gjennom for eksempel å sette faste tider til planlegging eller å sette overordnede mål for en periode (s. 39-40). God planlegging med mulighet for justeringer underveis er altså viktig når man skal undervise tverrfaglig. Bolstad (2020) skriver også at det er viktig å ha oversikt over hvilke fag som inngår i det tverrfaglige arbeidet slik at kompetansemålene blir nådd og prosjektet ikke ender opp med å være ufaglig. Variasjon trekker han også frem som viktig – ett fag kan ikke

sette premissene hver gang. Å ikke blande inn for mange fag kan også være et godt triks dersom prosjektet ikke er veldig omfattende. Dette er fordi tverrfaglige prosjekter skal gå i dybden – ikke bare berøre tema innenfor alle fag (s. 42-46). Oversikt over og variasjon av hvilke fag som inngår er altså viktig når man skal arbeide tverrfaglig i skolen.

### 3.3 DEMOKRATI OG MEDBORGERSKAP

For at et demokrati skal bestå, kreves det ifølge Skovsmose (1992) at innbyggerne har en viss kunnskap og forståelse for hvordan demokratiet fungerer, og at de deltar aktivt i det. Videre presenterer han begrepet *demokratisk kompetanse*, som handler om å ha kunnskaper og forståelse som gir evne til å kunne vurdere resultatene og konsekvensene av måten samfunnet blir styrt. Å ha demokratisk kompetanse er en forutsetning for å kunne delta i demokratiet (s. 2-5).

Å delta i demokratiske prosesser er ifølge Breivega et al. (2019) en del av det som kalles medborgerskap. (s. 19). Seland og Huang (2018) beskriver medborgerskap som en subjektiv ansvarsfølelse og følelse av tilhørighet i et politisk fellesskap (s. 126). Medborgerskap handler altså om mer enn bare å være en innbygger – det handler om å ta aktivt del i samfunnet, engasjere seg, ytre sine meninger og bidra til å videreutvikle samfunnet. Man kan si at medborgerskap handler om å ha og å bruke demokratisk kompetanse.

Å kunne reflektere kritisk er ifølge Breivega et al. (2019) viktig for å kunne være en ansvarlig medborger og ta stilling til samfunnsaktuelle spørsmål (s. 27). Hauge et al. (2019) skriver at tall som ligger til grunn for påstander eller avgjørelser kan være fremstilt på en slik måte at det understøtter budskapet som avsenderen ønsker å sende. For å ikke bli manipulert av slik triksing med tall skriver de at det er viktig å ha kritisk kompetanse (s. 6). Kritisk kompetanse handler ifølge Skovsmose (1992) blant annet om å forstå hvordan matematikken påvirker samfunnet, og hvordan den kan brukes av mennesker til å påvirke andres oppfatning av virkeligheten, altså matematikkens formaterende kraft. For eksempel er måten vi beregner lønn og skatt basert på matematiske modeller. Denne matematikken påvirker både hvordan vi ser verden og hvordan vi handler i den (s. 5-6). Kritisk kompetanse er altså en ferdighet som kan bidra til at innbyggerne tar mer reflekterte og gjennomtenkte valg når de deltar i demokratiet, og er viktig for demokratisk kompetanse. Mennesker som ikke har demokratisk kompetanse, kan ifølge Bredberg (2020) lettere la seg påvirke av tomme løfter fra politikere (s. 519).

I læreplanen i matematikk knyttes demokrati og medborgerskap til «kompetanse i å utforske og analysere funn fra reelle datasett og talmateriale fra natur, samfunn, arbeidsliv og kvardagsliv» og å vurdere gyldigheten av disse funnene (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 4). Dette kan ses i sammenheng med Skovsmoses (1992) beskrivelse av demokratisk kompetanse som evne til å forstå og kunne vurdere resultatene av måten samfunnet styres på (s. 2-5). Matematikkfaget skal også skape en bevissthet blant elever om hvordan matematiske modeller påvirker avgjørelser i samfunnet (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 4). Demokrati og medborgerskap i matematikkfaget handler altså om tilegnelse av kunnskaper og ferdigheter for å utvikle demokratisk kompetanse.

### *3.3.1 Undervisning for demokratisk kompetanse*

Demokratiundervisning er ifølge Seland og Huang (2018) et naturlig anliggende for skolen, da den har som oppgave å danne elever inn i samfunnet og å bidra til å opprettholde verdifellesskapet (s. 126). Ifølge Ødegård og Svagård (2018) vil holdninger og handlingsmønster feste seg i løpet av ungdomsårene, noe som kan ha mye å si for ungdommens fremtidige demokratiske deltakelse (s. 31). For at elever skal utvikle egne meninger og evne til resonnering og refleksjon må de ifølge Bredberg (2020) oppfordres til å være kritiske og reflekterte også i skolen (s. 523-524). Skolen har altså en viktig rolle for demokratiet da den er en arena som kan bidra til innbygges utvikling av demokratisk kompetanse.

Ødegård og Svagård (2018) påpeker at demokratiundervisning må skje gjennom aktiv og deltakende undervisning for at den skal kunne bidra til politisk engasjement hos elevene (s. 43). Breivega et al. (2019) skriver at demokratisk deltakelse ofte skjer når man bruker autentiske problemstillinger og kontroversielle temaer i undervisningen (s. 15-22). Andresen (2020) beskriver kontroversielle temaer som temaer med problemstillinger som ikke har noen klare svar, og som kan skape uenighet. Slike temaer kan for eksempel være abort, kjønnsroller, seksualitet eller moralske spørsmål. Hun skriver at når man bruker kontroversielle temaer i undervisningen, får elevene øvd seg på å respektere at andre har meninger som strider mot ens egne, altså får de øvd seg på demokratisk samhandling (Andresen, s. 153). Bruk av kontroversielle temaer i skolen kan ifølge Breivega et al. (2019) bidra til det deliberative demokratiet, eller dialogdemokratiet, som handler om at man kan

diskutere en sak uten at dialogen ender med en klar konklusjon. De trekker fram klimaendringer som et kontroversielt tema fordi det fremdeles er uenighet om blant annet hvilke tiltak som bør settes i verk (s. 23-25). Autentiske og kontroversielle temaer er altså temaer som kan skape mye politisk engasjement. Undervisning ved bruk av kontroversielle temaer kan derfor i stor grad gi grunnlag for at elever utvikler demokratisk kompetanse.

Bredberg (2020) skriver at matematikk krever at en bruker hjernen, og dermed gir et godt grunnlag for å lære logisk tankegang. Videre skriver han at logisk tankegang forbedrer ens evne til å kunne forutse konsekvenser av valg, for eksempel i demokratiske valg (s. 526). Matematikk er altså viktig for utvikling av kritisk kompetanse, og dermed også viktig for utvikling av demokratisk kompetanse. Ifølge Breivega et al. (2019) blir matematikkfaget ofte problematisert fra et demokratisk perspektiv, fordi det blir sett på som et nøytralt, skriftlig fag bestående av individuelt arbeid med oppgaver som kun har ett riktig svar. De skriver at denne formen for matematikkundervisning kan oppfattes som autoritær, hvor hverken elevene eller læreren har noen stor påvirkningskraft. Ser man på matematikkfaget fra et demokratisk perspektiv, ser man at det kan handle om matematikkens formaterende kraft, og at matematisk basert argumentasjon ikke nødvendigvis trenger å være objektivt riktig, men at den kan analyseres kritisk, skriver de (s. 29). Blant annet kan man ifølge Skovsmose (1992) i stedet for å bare lære formler og algoritmer se på hvordan disse brukes i, og påvirker samfunnet (s. 8). Skal man undervise for utvikling av kritisk kompetanse er altså undervisning som krever logisk tankegang og refleksjoner over matematikkens bruk i praksis viktig.

### **3.4 BÆREKRAFTIG UTVIKLING**

Et av de tre fagoverspennende temaene i LK20 er bærekraftig utvikling (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 14). Ordet bærekraft blir i Bokmålsordboka definert som «kraft, evne til å bære eller tåle vekten av noe» eller som «øvre grense for bruk av ressurser (uten å utarme disse)» (Språkrådet & Universitetet i Bergen, u.å.). Bærekraft handler altså om en grense for hvor mye noe kan tåle uten at det bryter sammen. Bærekraftig utvikling ble av Verdenskommisjonen for miljø og utvikling, eller Brundtland-kommisjonen, i 1987 definert slik: «Bærekraftig utvikling er utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» (WCED, 1987, s. 42). Bærekraftig utvikling handler altså om en prosess hvor det utvikles en måte å leve på hvor vi ikke bruker flere ressurser enn vi har, slik at vi og de menneskene som kommer etter oss kan

fortsette å leve på samme måten fremover. Definisjonen til Brundtland-kommisjonen beskriver en bærekraftig utvikling som ikke bare er bærekraftig for oss, men også for menneskene som kommer etter oss. Definisjonen har altså et langsiktig perspektiv på bærekraftig utvikling. Når et samfunn har gått gjennom en bærekraftig utvikling, kan samfunnet ifølge Jeronen et al. (2017) kalles bærekraftig. Overordnet del av læreplanen påpeker at menneskenes ressursbruk og måter å leve på har konsekvenser både «lokalt, regionalt og globalt» (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 14). Det er altså viktig å ta hensyn til konsekvenser både i lokalområdet, i landet man bor i, og også i verden. Om et land er bærekraftig, vil det altså fortsatt oppleve konsekvenser av at andre land ikke er bærekraftige.

Brundtland-kommisjonen sin definisjon av bærekraft nevner ifølge Jeronen et al. (2017) ingen spesifikke temaer, men fokuserer på menneskelige behov. De skriver at den bærekraftige utviklingen som vi i dag etterstreber har en økologisk, en økonomisk og en sosial dimensjon. Den økologiske dimensjonen handler om naturen, naturressurser, alt som lever og alt vi er avhengige av for å kunne leve (s. 72-73). Dette handler ifølge Sinnes (2015) blant annet om tilgang på mat, bevaring av skoger og verdenshavene og klima. Den økonomiske dimensjonen handler ifølge Jeronen et al. (2017) om økonomisk utvikling, arbeid og inntekt, mens den sosiale dimensjonen går ut på at mennesker skal leve sammen i fred og har med likestilling og menneskerettigheter å gjøre. Utenom disse finnes det en politisk dimensjon som handler om politiske avgjørelser og demokrati. Alle disse dimensjonene henger sammen med hverandre (s. 72-73). I dagens samfunn betyr ofte økonomisk vekst en større menneskelig påvirkning på naturen (PalMBERG et al, 2017, s. 42). Jeronen et al. (2017) skriver at selv om Brundtland-kommisjonen sin definisjon ikke nevner noen spesifikke temaer, kommer miljøproblematikken tydelig inn i bildet fordi at det å bevare miljøet er en del av det som gir fremtidige mennesker mulighet til å kunne få dekket sine behov (s. 72). For å få en bærekraftig utvikling trenger vi altså å finne måter å leve på hvor vi lever sammen i fred og har en økonomisk vekst eller utvikling uten at det påvirker naturen.

Endringer må til i mange ulike sektorer dersom vi skal få til en bærekraftig utvikling, skriver Sinnes (2015, s. 102). I 2015 vedtok FN 17 mål for en bærekraftig utvikling (Sinnes, 2015, s. 98). Disse målene handler om å stoppe klimaendringene, bevare livet i havet og på land, skape fred, rettferdighet, likestilling, mindre ulikhet, utrydde sult og fattigdom og sørge for god utdanning og god helse og livskvalitet, skaffe rent vann og ren energi til alle, ansvarlig forbruk, bærekraftige byer, lokalsamfunn og industri, anstendig arbeid og økonomisk vekst.

Ikke minst er samarbeid for å nå disse målene, et mål i seg selv (FN-sambandet, 2022). Målene inkluderer 169 delmål og er en plan for å innen år 2030 bekjempe ulikhet og fattigdom og for å stoppe klimaendringene (FN-sambandet, 2022). Alle disse målene er altså faktorer som har med bærekraftig utvikling å gjøre, og for å nå disse målene må vi samarbeide lokalt, regionalt og globalt.

### ***3.4.1 Undervisning for bærekraftig utvikling***

Klimaendringer har mye å si for ungdommenes fremtid, og derfor er deres stemmer viktige. At skolen har en sentral rolle i arbeidet med å bedre miljøet på jorden har ifølge Sinnes (2015) vært anerkjent siden FNs første klimakonferanse i 1972. Hun skriver også at problemer innenfor bærekraft er av en tverrfaglig natur (s. 14-33). Det vil derfor være naturlig å arbeide tverrfaglig med problemene.

Breivega et al. (2019) trekker fram klimaendringer som et kontroversielt tema fordi det fremdeles er uenighet om blant annet hvilke tiltak som bør settes i verk. Temaet er derfor egnet til å undervise for demokratisk danning. De understreker sammenhengen mellom de fagoverspennende temaene demokrati og medborgerskap og bærekraftig utvikling, og skriver at man er nødt til å forstå hva bærekraftig utvikling er for å kunne være en ansvarlig medborger. Å arbeide med klimaendringer i matematikk kan ifølge dem styrke elevenes handlekraft, og også gjøre at matematikken oppleves mer virkelighetsnært for elevene (s. 23). Ifølge Jeronen et al. (2017) må undervisning for bærekraftig utvikling være tverrfaglig for at elever skal kunne forstå sammenhengen mellom det sosiale, økonomiske og miljømessige aspektet innenfor temaet (s. 75). Klein (2020) skriver at er det ikke bare viktig at elevene ser de ulike dimensjonene av temaet, men også at de kan se sammenhenger og problemstillinger mellom bærekraft på lokalt, regionalt, nasjonalt og globalt nivå (s. 23). For å få til en helhetlig undervisning for temaet slik FN-sambandet ønsker må undervisning for bærekraft altså være tverrfaglig.

Læringsaktiviteter for bærekraftig utvikling kan ses som muligheter for undervisning. Muligheter for undervisning i bærekraftig utvikling kan være et utgangspunkt for å identifisere muligheter for å inkludere matematisk kompetanse i undervisningen. Klein (2020) skriver at når man skal undervise om bærekraft, bør man starte med å ta utgangspunkt i den verden som elevene selv kjenner og lever i. Dette kan for eksempel være elevenes



mobiltelefon eller deres egne klær. Tar man utgangspunkt i for eksempel elevenes klær, arbeider man med autentiske oppgaver, noe som også kan trigge elevenes nysgjerrighet, skriver hun. Videre skriver hun at ved å ta utgangspunkt i noe konkret som elevene kjenner, og å arbeide utforskende med autentiske oppgaver har man et godt utgangspunkt for dybdelæring, skriver hun (s. 62-64). Videre vil jeg presentere noen forslag til læringsaktiviteter for bærekraftig utvikling som kommer frem av litteraturen.

#### 3.4.1.1 Problemløsning og problembasert undervisning

Problemstillinger knyttet til bærekraft er ifølge Sinnes (2015) komplekse og har ikke noe fasitsvar. De er ofte omstridte og har etiske og politiske dimensjoner, og krever derfor kritisk tenkning. Å undersøke slike problemstillinger kan bidra til at elevene blir mer kildekritiske. Å kunne forholde seg til og vurdere omstridt kunnskap og kunne ta stilling til den er viktig i bærekraftsspørsmål (s. 111-114). Jeronen et al. (2017) skriver at autentiske erfaringer bidrar til dypere læring fordi elevenes interesser, verdier og følelser blir trukket inn i problemene (s. 75).

#### 3.4.1.2 Uteundervisning

Uteundervisning beskriver Sinnes (2015) som undervisning som finner sted et annet sted enn i klasserommet. Hun skriver at uteundervisning kan foregå ute i skogen, på en gård, i skolegården eller i en skolehage, parker eller andre steder i nærområdet, men også inne på vitensentre eller museer. Det er også mulig å samarbeide med aktører i lokalsamfunnet. Å lære gjennom å bruke kroppen og sansene og gjennom lek er ifølge Sinnes viktig for å variere undervisningsmetoder, og denne muligheten får man gjennom uteundervisning (s. 132-146). Jeronen et al. (2017) påpeker viktigheten av å undervise utenfor klasserommet og la elever gjøre sine egne erfaringer. Det kan bidra til at elevene bryr seg mer om naturen og blir mer bevisste på hvordan menneskelig aktivitet kan påvirke den. De skriver videre at flere forskningsresultater tyder på at elever lærer bedre når de gjør seg egne erfaringer i autentiske læringsmiljøer (s. 76).

Ifølge Sinnes (2015) får elevene gjennom uteundervisning utviklet seg selv på en annen måte enn det som er naturlig i klasserommet. Uteundervisning kan gi elever som har vansker med å oppleve mestring i andre undervisningssituasjoner, mulighet til å få mestringsfølelse. Det er også sosialt og kan bidra til å skape bedre læringsmiljø gjennom bedre relasjoner mellom elever og mellom lærer og elev. Uteundervisning kan startes og avsluttes inne i klasserommet.

God uteundervisning kan gi elever redskaper til å kunne handle bærekraftig, skriver hun. Videre skriver hun at når man underviser ute, er det ekstra viktig å planlegge og forberede seg godt. Hun skriver at uteundervisningen godt kan starte med en forberedelse og avslutte med etterarbeid i klasserommet. Hun påpeker også viktigheten av å ha en tydelig målsetting for arbeidet og at omgivelsene brukes for det det er verdt (s. 132-146).

#### 3.4.1.3 Utforskende undervisning

Sinnes (2015) skriver at utforskende arbeidsmåter (eng. inquiry-based teaching) handler om at elever får utforske et spørsmål på egen hånd ved å formulere spørsmål, samle inn data og bruke dataene til å videreutvikle kunnskap. Ved bruk av utforskende arbeidsmåter må elever delta aktivt både ved å søke etter informasjon og ved å undersøke problemer i praksis (s. 122-129). Klein (2020) skriver at utforskende arbeidsmetoder er best egnet for å undersøke de store spørsmålene innenfor bærekraft fordi utforskning lar elever formulere sine egne spørsmål og stimulerer til nysgjerrighet. Utforskende arbeidsmetoder krever ifølge Klein også at elevene selv deltar aktivt, noe som er nødvendig for at læring skal skje (s. 62).

#### 3.4.1.4 Fenomenbasert undervisning

Sinnes (2015) skriver også om fenomenbasert undervisning. Det er undervisning hvor et fenomen skal oppleves og hvor elevene skal gjøre seg erfaringer, uten at det nødvendigvis er et problem som skal løses, slik som i utforskende undervisning. Fenomenbasert undervisning kan bidra til at elever forstår fenomener bedre, skriver hun. Det tar utgangspunkt i et virkelig fenomen og elevenes erfaringer. Fenomenbasert undervisning innenfor bærekraft kan ta for seg for eksempel jord, klær eller plastposer (s. 129).

#### 3.4.1.5 Debatt og diskusjon

Debatt er ifølge Breivega et al. (2019) en måte å arbeide med problemstillinger innenfor bærekraft. Å diskutere et kontroversielt tema kan være svært fruktbart, skriver de. Videre skriver de at debatten ikke trenger å ende med noen konklusjon for å være lærerik (s. 24-25). Sinnes (2015) foreslår at man kan diskutere hvilke bærekraftsmål som er viktigst, og hvordan de kan bidra til at disse målene blir nådd (s. 99).

#### 3.4.1.6 Klimatiltak

Ifølge Sinnes (2015) mener mange teoretikere at handlinger skaper holdninger. For eksempel er det enklere å støtte høyere avgifter på drivstoff dersom du er vant til å reise kollektivt. Å få folk til å handle bærekraftig kan derfor føre til at de utvikler bærekraftige holdninger. Sinnes skriver at ordet *nudging* brukes for å gi andre små dytt i retning av noe. Nudging i en bærekraftig retning kan for eksempel være å redusere størrelsen på tallerkener på restauranter for å redusere matavfallet. I undervisningen kan man ha prosjekter hvor man utarbeider forslag til bærekraftig nudging som kan iverksettes hjemme eller på skolen (s. 101-102). Sinnes (2015) skriver videre at en utdanning for bærekraftig utvikling (UBU) må vise elever at man kan ha gode liv selv om man lever bærekraftig. Et tiltak hun presenterer er at det er viktig at skolen blir drevet på en bærekraftig måte, og at tiltakene er synlige for elevene. (s. 161-171).

### 3.5 MULIGHETER OG UTFORDRINGER MED UNDERVISNING FOR BÆREKRAFT OG MATEMATIKK

En utfordring ved å arbeide med klimatema i matematikkundervisning er ifølge Steffensen og Hansen (2019) at lærere synes det er vanskelig å arbeide med klima i matematikkundervisningen når ingen kompetansemål er knyttet til temaet. En annen utfordring de nevner er at klimatemaet setter et stort krav til kunnskap hos lærere og elever, og at det krever at lærerne stadig holder seg oppdaterte. Manglende kunnskap om klimaendringer kan gjøre at lærere lar være å inkludere klimatemaet i undervisningen, skriver de (s. 213-217). Ifølge Jeronen (2017) er en utfordring at mange lærere føler seg ukomfortable med å undervise i bærekraft. Det kan skyldes at lærerne synes at temaet er komplekst og vanskelig å forstå (s. 24). Sinnes (2015) skriver at kunnskap om klima hele tiden endrer seg, og at lærere er nødt til å få opplæring i bærekraft hvis utdanningen skal bidra til å gjøre verden mer bærekraftig (s. 31-36). Kompleksiteten av temaet trekkes også fram av Steffensen og Hansen (2019) som en mulighet fordi det kan gi grunnlag for arbeid med kritisk tenkning, tolkning og refleksjon over samfunnet (s. 203-216). Mange problemer som elever kommer til å møte og i framtiden kommer også til å være komplekst. Å arbeide med klimaendringer og lære å reflektere og være kritiske kan på den måten bidra til at elevene blir mer rustet for framtiden.

At temaet inkluderer politiske og etiske problemstillinger oppleves også utfordrende for lærere, ifølge Steffensen og Hansen (2019). De skriver at lærere kan oppleve det som etisk vanskelig å forklare viktigheten av temaet samtidig som lærerne selv eller samfunnet ikke gjør så mye for å bedre situasjonen. At elever har sterke meninger innenfor politiske temaer, noe som kan hindre deres kritiske vurdering av forskjellige kilder er en annen utfordring som trekkes fram. At alle har et synspunkt i klimadebatten gjør at undervisningen ikke kan være politisk nøytral, skriver de. Steffensen og Hansen påpeker at det å være politisk nøytral ikke nødvendigvis bidrar til god undervisning, men at det å skape gode diskusjoner og etisk resonnering rundt politisk ladede temaer er viktig for elevenes læringsutbytte (s. 214-216).

Mange lærere uttrykker ifølge Steffensen og Hansen (2019) at det å finne gode pedagogiske kilder innenfor klimatematikken kan være vanskelig. Informasjonen man finner kan være upålitelig blant annet på grunn av forfatterens politiske ståsted, skriver de. En mulighet som nevnes er at det finnes mye datamateriale å velge mellom når man skal arbeide med klimaendringer. En annen utfordring med å arbeide med klimaendringer i matematikkundervisningen er ifølge Steffensen og Hansen at lærere uttaler at de har for lite tid (s. 214-218). Det kan kanskje handle om tid til planlegging av undervisning eller undervisningstid.

Manglende interesse og engasjement hos elever blir også beskrevet som en utfordring, ifølge Steffensen og Hansen (2019). De skriver at mange lærere mener at elevene har hørt så mye om temaet at de blir lei av å høre om det. Flere lærere i studien oppgir imidlertid at klimaendringer er et tema som engasjerer elever, skriver de (s. 216-219).

En mulighet som nevnes av Steffensen og Hansen (2019) er å ha tverrfaglige prosjekturker hvor matematikk kan brukes i større sammenhenger (s. 218-220). Ifølge en undersøkelse gjennomført av Uitto og Saloranta (2017) har lærere innenfor ulike fagdisipliner ulik forståelse for bærekraft og vektlegger ulike emner i undervisningen (s. 30). At lærere med ulik faglig bakgrunn sammen planlegger undervisning for bærekraftig utvikling kan dermed gi muligheter for å bedre kvaliteten på undervisningen gjennom at både lærere og elever får en mer sammensatt forståelse av temaet. Matematiske temaer som nevnes som muligheter for arbeid med klimatematet er å lese, tolke, reflektere over og presentere tallmateriale, tabeller og diagrammer, funksjoner og modeller.

### 3.6 OPPSUMMERING

Fordi bærekraftig utvikling er et tverrfaglig tema som inkluderer aspekter fra mange ulike fagdisipliner må undervisning for bærekraftig utvikling skje tverrfaglig. Tverrfaglig undervisning kan ifølge Bolstad (2020) bidra til økt motivasjon og bedre samarbeid hos elevene, og til at elever får også et grunnlag for å få en dypere forståelse ved å se temaer og problemstillinger fra flere fagdisipliner. Det finnes ulike grader av tverrfaglig undervisning. En gradvis innføring av tverrfaglig undervisning er anbefalt for skoler og lærere som ikke har mye erfaring fra før. Når man skal undervise tverrfaglig er god planlegging med mulighet for å gjøre endringer en viktig faktor for å lykkes. Kompetanse i bærekraftig utvikling er nødvendig å ha for å kunne være en demokratisk medborger i dagens samfunn. Kompetanser som kritisk tenkning og refleksjon trekkes i høy grad frem som viktige for demokratisk kompetanse.

Dette er også noe som trekkes fram i undervisning for bærekraftig utvikling.

Læringsaktiviteter som trekkes fram innenfor bærekraft er problemløsning og problembasert undervisning, uteundervisning, utforskende undervisning, fenomenbasert undervisning, debatter og gjennomføring av klimatiltak i klassen, hjemme og på skolen. Slike læringsaktiviteter kan kategoriseres som muligheter for undervisning for bærekraftig utvikling. Matematikkfaget nevnes imidlertid ikke spesifikt innenfor disse aktivitetene. Steffensen og Hansen (2019) presenterer noen utfordringer ved arbeid om klima i matematikkundervisning. Utfordringene som beskrives handler blant annet om tidsressurser, kunnskapskrav, elevengasjement, politiske og etiske problemstillinger og mangel på læringsressurser. Matematiske emner som kan gi muligheter for undervisningen gjennom tilførsel av informasjon er ifølge Steffensen og Hansen tallmateriale, tabeller, grafiske fremstillinger, modeller og funksjoner. Kritisk kompetanse har med både matematikk og demokratisk kompetanse å gjøre, og kan ifølge Skovsmose (1992) utvikles gjennom oppgaver som krever logisk tenkning og refleksjon over matematikkens bruk i samfunnet. I analysen av muligheter og utfordringer med å undervise tverrfaglig i sammenheng med matematikk vil jeg ta utgangspunkt i mulighetene og utfordringene som er beskrevet her.

## 4 RAMMEVERK FOR MATEMATISK KOMPETANSE

I dette delkapittelet vil jeg presentere ulike rammeverk for matematisk kompetanse. For å best kunne identifisere hva lærere legger i matematisk kompetanse, ønsker jeg å på forhånd danne meg en bred forståelse av begrepet. I det følgende vil jeg derfor presentere ulike teoretiske perspektiver som tar for seg kompetanse i matematikk på ulike måter. Jeg vil starte med å begrunne valget mitt av teoretiske artikler, før jeg presenterer litteratur om kyndighet, myndiggjøring og litterasitet. Deretter vil jeg forklare hva som legges i begrepet *kompetanse* generelt, før jeg presenterer syv ulike måter å forstå begrepet matematisk kompetanse.

### 4.1 BEGRUNNELSE FOR VALG AV LITTERATUR OG TEORI

For å få en oversikt over hva som blir lagt i begrepet matematisk kompetanse har jeg tatt med ulike tilnærminger til temaet. Litteratur som beskriver matematisk kompetanse, matematiske ferdigheter, matematisk litterasitet, matematisk kyndighet og matematisk myndiggjøring er teoretiske perspektiver som jeg finner interessante i denne sammenhengen. Slik jeg ser det beskriver alle teoriene ulike måter å forstå matematisk kompetanse, selv om ikke alle teoriene ikke bruker begrepet *kompetanse*. Min tolkning er at alle former for ferdigheter og evner innenfor matematikk kan kategoriseres innenfor matematisk kompetanse. Ved å se på ulike teoretiske perspektiver om temaet ønsker jeg å skape en helhetlig forståelse av hva matematisk kompetanse kan innebære. Å se på likheter og forskjeller mellom teoriene er også noe jeg anser som relevant for oppgaven. Derfor har jeg inkludert alle teoretiske perspektiver som jeg har funnet, som inkluderer en måte å kategorisere evner og kompetanser innenfor matematikk.

### 4.2 TEORETISKE TILNÆRMINGER TIL MATEMATISK KOMPETANSE

Kompetanse generelt blir i overordnet del av læreplanen beskrevet som evne til «å kunne tilegne seg og anvende kunnskaper og ferdigheter til å mestre utfordringer og løse oppgaver i kjente og ukjente sammenhenger og situasjoner. Kompetanse innebærer forståelse og evne til refleksjon og kritisk tenkning» (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 11). Altså handler kompetanse om å lære det som trengs av kunnskaper, ferdigheter, kritisk tenkning og refleksjon for å kunne løse ulike problemer. Jeg tolker denne definisjonen som at kritisk tenkning og refleksjon er viktig for alle former for kompetanse, men at typer kunnskaper og ferdigheter som trengs varierer. Matematisk kompetanse må dermed nødvendigvis handle om

å utvikle kritisk tenking og refleksjon, men også om å utvikle kunnskaper og ferdigheter som må til for å kunne løse problemer av matematisk art. Hvilke kunnskaper og ferdigheter som trengs for å løse matematiske problemer blir vektlagt ulike i forskjellige teoretiske tilnærminger. I det videre vil jeg presentere ulike teoretiske perspektiver på matematisk kompetanse. Jeg vil starte med Skovsmoses perspektiv om matematisk kyndighet.

#### **4.2.1 Skovsmose: Matematisk kyndighet**

Skovsmose (1992) definerer matematisk kyndighet (eng. mathemacy) som tre former for kyndighet som inneholder ulike former for matematisk kompetanse som bidrar til kritisk medborgerskap:

**Regnekyndighet** (eng. mathematical knowing) handler om å mestre matematiske algoritmer som for eksempel multiplikasjon, og om å huske og forstå fremgangsmåter og beviser. Det handler om å kunne bruke matematikk og å kunne velge mellom strategier innenfor blant annet modellering (s. 35-47). Hauge et al. (2019) skriver at regnekyndighet kan handle om å vurdere hvor gyldige talldata er gjennom å granske de matematiske fremgangsmåtene som er brukt (s. 19).

**Kyndighet i anvendelse av matematikk** (eng. technological knowing) handler ifølge Skovsmose (1994) om å kunne bruke de matematiske fremgangsmåtene på ulike måter og om å ha den nødvendige forståelsen som kreves for å løse matematiske problemer (s. 47). Ifølge Hauge et al. (2019) brukes og utvikles kyndighet i anvendelse av matematikk gjennom å blant annet utforske grunnlag for data som presenteres, å sammenligne det med andre kilder og å undersøke om dataene kan presenteres på andre måter (s. 19).

**Kyndighet i å reflektere over matematikkens rolle** (eng. reflective knowing) handler om å vite om matematikkens formaterende kraft og å reflektere over aspekter i dagens høyteknologiske samfunn. Det handler om å kunne reflektere over og evaluere måten matematikken brukes i samfunnet (s. 35-47). Å vurdere budskap som blir kommunisert og formålet med det er ifølge Hauge et al. (2019) en viktig del av denne formen for kyndighet. De skriver videre at det her er viktig å undersøke hvordan tall og data brukes til å formidle et budskap og hvordan det er ment å appellere til mottakerne (s. 19-20).

Skovsmose (1994) sitt teoretiske perspektiv er kritisk matematikdidaktikk. De tre kyndighetene danner til sammen en helhetlig matematisk kyndighet som ifølge Skovsmose (1994) kan bidra til kritisk kompetanse og kritisk medborgerskap.

#### **4.2.2 Ernest: Matematisk myndiggjøring**

Ernest (2002) bruker begrepet matematisk myndiggjøring (eng. mathematical empowerment) når han skriver om elevers kunnskaper og ferdigheter i matematikk. Matematisk myndiggjøring handler kort sagt om å beherske matematikkens kunnskaper, ferdigheter, språk og symboler. Han skriver at man kan se matematisk myndiggjøring fra to perspektiver; et kognitivt og et semiotisk perspektiv. Det kognitive perspektivet bygger på et tradisjonelt psykologisk perspektiv som fokuserer på mentale aktiviteter, mens det semiotiske perspektivet er mer sosiokulturelt og har fokus på symbolbruk og aktiviteter i sosiale kontekster. I et kognitivt perspektiv handler matematisk myndiggjøring om å lære kunnskaper, ferdigheter, konsepter og problemløsningsstrategier. Det handler om å tenke ut og gjennomføre strategier for å løse matematiske problemer og å evaluere løsninger. I senere tid har forskere også inkludert metakognisjon, skriver han. Metakognisjon handler om å være bevisst på egne kognitive prosesser. I matematikk innebærer det blant annet å planlegge og velge ut matematiske strategier, ta avgjørelser og sjekke om det en gjør er riktig. Videre skriver Ernest at matematisk myndiggjøring fra et semiotisk perspektiv består av å forstå og å kunne bruke blant annet symboler, bilder, tekst og formler i sosiale kontekster. Semiotiske ferdigheter inkluderer evnen til å lese og forstå matematiske tekster, evnen til å representere situasjoner skriftlig, gjennom symboler, bilder, tabeller, diagrammer eller lignende, evnen til å formulere matematiske problemer og evnen til å forstå beregninger og beviser, og til å kritisk vurdere korrekthet av skrevne løsninger (s. 1-4).

#### **4.2.3 Bredberg: Kvantitativ litterasitet**

Vi lever i et digitalt samfunn hvor vi hver dag mottar mengder av informasjon. Å forstå denne informasjonen er ifølge Bredberg (2020) en forutsetning for å kunne være en aktiv borger i et demokratisk samfunn. Mye av informasjonen vi mottar involverer på en eller annen måte matematikk. Videre skriver Bredberg at evne til kritisk tenkning og refleksjon er essensielt for å kunne aktivt delta i et demokratisk samfunn. Når han skriver om viktigheten av å forstå de store mengdene informasjon som vi mottar i dagens samfunn, introduserer Bredberg begrepet kvantitativ litterasitet (eng. quantitative literacy). Han skriver at kvantitativ litterasitet er en



forutsetning for å forstå politikk og hverdagslige situasjoner som involverer matematikk. Blant annet handler kvantitativ litterasitet om å forstå påstander som har med tall å gjøre og om å vurdere om påstanden gir mening eller ikke. Dette krever for det første kunnskap om grunnleggende matematikk som prosent og viten om tall (eng. numerical skills). Men det krever ikke bare kunnskap, det krever også matematisk forståelse. Matematisk forståelse kan ha med evne til å lese diagrammer og å forstå hvordan man kan bruke data til å forutsi videre utvikling, som blant annet befolkningsvekst. Ikke minst handler det om å forstå hvordan de som lager statistikker kan presentere dem på en måte som gir et feilaktig inntrykk. Grunnleggende kunnskap om økonomi og forståelse for hva som skjer hvis folk handler ut fra egeninteresse er også del av kvantitativ litterasitet, ifølge Bredberg (s. 517-521).

Temaer innenfor kvantitativ litterasitet dukker ofte opp i emner som med fordel kan studeres i tverrfaglige sammenhenger, skriver Bredberg (2020). Et eksempel han gir på et slikt emne er bærekraft. Skolens formål handler ikke kun om å gi elever kunnskaper, men også mer praktiske ferdigheter for livet (eng. life skills). Å ha kvantitativ litterasitet kan dermed ses som en forutsetning for å kunne bli aktive deltakere i demokratiske prosesser, skriver han. Videre skriver han at når man studerer abstrakt matematikk, oppfordres man til å finne riktig svar, eller sannheten. Denne søken etter sannhet bidrar til at elevene blir oppfordret til å forstå en situasjon og å bruke sin egen dømmekraft og logisk tenkning til å finne konklusjoner. Vanen med å stille seg kritisk til påstander, å prøve å forstå hva påstanden egentlig sier, er ifølge Bredberg en veldig viktig del av det å være en demokratisk borger (s. 521).

#### **4.2.4 Niss og Jensens kompetansemodell**

Niss og Jensen (2002) bruker kompetansebegrepet som et begrep for ekspertise innenfor et gitt område. Videre definerer de *matematisk kompetanse* som «indsigtsfuld parathed til at handle hensigtsmæssigt i situationer, som rummer en bestemt slags matematiske udfordringer» (s. 43). Det å ha matematisk kompetanse kan man altså si at handler om å ha en ekspertise innenfor en del av matematikken, som gjør det mulig å agere fornuftig i situasjoner utfordringer innenfor det bestemte matematiske området. Niss og Jensen (2002) presenterer i KOM-rapporten åtte typer av matematiske kompetanser som dekker hvert sitt område av matematikken. De åtte kompetansene er delt i to grupper: den ene handler om «at kunne spørge og svare i og med matematik», mens den andre gruppen handler om «at kunne håndtere matematikkens sprog og redskaber» (s. 44). Denne inndelingen viser ifølge Niss og

Jensen (2002) et skille mellom de ulike formene for kompetanser, men betyr ikke at ikke alle kompetansene ikke kan ses i sammenheng med begge gruppene, eller at to kompetanser fra forskjellige grupper henger mindre sammen enn to fra samme gruppe. De skriver at kompetansene ikke er gjensidig utelukkende, men glir gradvis over i hverandre (s. 44-46). Man kan altså ikke ha en kompetanse uten å også besitte deler av andre kompetanser. Denne glidende overgangen er visualisert i en modell som kalles Kompetanseblomsten. De åtte kompetansene i modellen kan ifølge Niss og Jensen (2002) ses som ulike dimensjoner av en helhetlig matematisk kompetanse. Men det å mestre alle de åtte kompetansene fører ikke nødvendigvis med seg at man er en ekspert i matematikk – man må også kunne forstå «matematikkens karakter og rolle i verden» (s. 44). Niss og Jensen (2002) sitt kompetansebegrep rommer imidlertid ikke denne dimensjonen. Alle kompetansene som Niss og Jensen beskriver handler om å kunne utføre ulike former for matematiske aktiviteter basert på kunnskaper og ferdigheter (s. 44). I neste avsnitt vil jeg presentere kompetansene som Niss og Jensens modell består av.

Som nevnt består Niss og Jensen (2002) sin kompetansemodell av åtte kompetanser fordelt på to kategorier. Å kunne spørre og svare i og med matematikk innebærer ifølge Niss og Jensen (2002) de fire kompetansene tankegangskompetanse, problemløsningskompetanse, modelleringskompetanse og resonneringskompetanse. Tankegangskompetanse handler kort sagt om å kunne stille matematiske spørsmål og vite hva slags svar man kan få. Problemløsningskompetanse er kompetanse til å løse og svare på matematiske problemer innenfor matematikk. Et matematisk problem defineres som et spørsmål som ikke kan løses ved rutine, men som krever at det gjøres en undersøkelse for at man skal kunne finne en løsning. Modelleringskompetanse handler om evnen til å kunne analysere, tolke og kritisk vurdere matematiske modeller, mens resonneringskompetanse handler om å kunne resonnerer matematisk og å finne argumenter for løsninger på matematiske spørsmål. Videre skriver de at det å kunne håndtere matematikkens språk og redskaper innebærer de fire kompetansene representasjonskompetanse, symbol- og formalismekompetanse, kommunikasjonskompetanse og hjelpemiddelkompetanse. Evnen til å kunne forstå, tolke og veksle mellom ulike matematiske representasjoner heter representasjonskompetanse, mens det å håndtere representasjoner i form av blant annet symbolspråk kalles symbol- og formalismekompetanse. Kommunikasjonskompetanse handler om å kunne uttrykke seg skriftlig, muntlig og visuelt i matematikk. Kompetansen til å kunne bruke ulike verktøy i matematikken kalles

hjelpemiddelkompetanse. Verktøy beskrives som dataprogrammer som regneark og grafiske tegneprogrammer, kalkulator, linjal, kulerammer, gradskiver og lignende (s. 45-62).

#### 4.2.5 PISA-rammeverkets kompetansebegrep

I PISA (Program for International Student Assessment) -rammeverket bruker OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2017) begrepet *Matematisk litterasitet* (eng. mathematical literacy). Det handler om å kunne bruke matematikk i ulike kontekster, forstå matematikkens rolle i samfunnet, engasjere seg og å kunne ta valg på bakgrunn av konstruktiv dømmekraft og refleksjon (s. 67). Ordet *literacy* har jeg valgt å oversette til den fornorskede versjonen *litterasitet*, i samsvar med Språkrådets (u.å.) forslag. Når de vurderer matematikkoppgaver, deler OECD (2017) inn matematisk litterasitet inn i tre aspekter. Et av disse aspektene heter *matematiske prosesser som elever bruker for å koble et problem opp mot matematikk og for å løse problemet* (s. 67). Det er dette aspektet jeg vil fokusere på i denne oppgaven, da det er her de matematiske kompetansene som ligger til grunn for matematiske prosesser, og som jeg er interessert i, forklares.

OECD (2017) forklarer at de har modifisert Niss og Jensen sine kompetanser i sitt rammeverk. De grunnleggende kompetansene som OECD opererer med, består av syv kompetanser i stedet for åtte. Disse kompetansene er kommunikasjon, matematisering, representasjon, resonnering og argumentasjon, å tenke ut strategier for problemløsning, bruk av symbolsk, formelt og teknisk språk og operasjoner og bruk av matematiske verktøy. Alle de syv kompetansene ligger til grunn for matematiske prosesser som PISA evaluerer hos elever. OECD deler matematiske prosesser inn i tre aspekter: 1) å formulere (eng. formulate) problemer matematisk, 2) å anvende (eng. employ) kunnskaper, prosedyrer og resonnering i matematikk og 3) å tolke (eng. interpret), evaluere og bruke matematiske resultater. Disse aspektene kan også ses som aspekter for bruk av matematisk kompetanse (s. 67-70). Innenfor alle kompetansene må elever altså kunne formulere situasjoner matematisk, anvende matematiske konsepter og prosedyrer og tolke og evaluere løsninger. I neste avsnitt vil jeg forklare kort hva de ulike kompetansene går ut på.

Kommunikasjon er en av OECD (2017) sine grunnleggende kompetanser. Det handler om å gjenkjenne og forstå problemsituasjoner, kunne lese og tolke spørsmål og påstander og skape et mentalt bilde av situasjonen. Å oppsummere, presentere og begrunne sine resultater er også

en del av kommunikasjonskompetansen. Matematisering er en annen kompetanse, og handler om å kunne oversette et problem fra den virkelige verden til et matematisk problem, og å kunne oversette et matematisk resultat eller modell til den originale konteksten. Det innebærer blant annet å skape modeller og å vurdere matematiske modeller i forhold til virkeligheten. Representasjon handler om å representere matematiske situasjoner. Dette innebærer blant annet å velge en god representasjonsform og oversettelse mellom ulike representasjonsformer. Representasjoner kan være tabeller, grafer eller diagrammer, bilder, formler, likninger eller konkrete. Resonnering og argumentasjon handler om logisk tenkning og utforskning, om å koble ulike elementer i et problem sammen og om å kunne sjekke om argumenter er gyldige og om å kunne begrunne påstander eller løsninger på ulike problemer. Å tenke ut strategier for problemløsning handler om å kunne formulere og løse problemer gjennom å tenke ut strategier og bruke dem i problemløsning. Å bruke symbolsk, formelt og teknisk språk og operasjoner handler om å kunne forstå og bruke symbolske uttrykk i matematiske kontekster. Det handler også om å kunne bruke symboler, formelle systemer, regler og algoritmer. Bruk av matematiske verktøy handler om å vite noe om muligheter og begrensninger for ulike verktøy og å kunne bruke dem i løsningen av matematiske problemer og for å kommunisere resultater. Matematiske verktøy kan være ulike digitale eller fysiske hjelpemidler som for eksempel linjal, kalkulator eller dataprogrammer, mens representasjoner refererer til tabeller, grafer, bilder, ligninger eller fysiske representasjoner (s. 70-71).

#### **4.2.6 Kilpatrick, Swafford og Findells trådmodell**

En annen måte å dele inn matematiske kompetanser på, finner vi i Kilpatrick, Swafford & Findell (2001) sin modell for *mathematical proficiency*. Modellen tar utgangspunkt i kognitiv læringsteori og beskriver fem tråder, eller delkompetanser, som er flettet inn i hverandre. Disse trådene beskrives som formulerte mål for matematikklæring og er typer av kognitive endringer som forfatterne vil fremme hos barn, slik at de kan lykkes i å lære matematikk (s. 115-116). Slik jeg tolker det må altså disse endringene til for at elevene ifølge modellen skal kunne bli matematisk kompetente. Fordi jeg ser likheter mellom Kilpatrick et al. (2001)'s tråder innenfor matematisk kompetanse og Niss og Jensen sitt perspektiv om matematiske kompetanser har jeg valgt å også omtale Kilpatrick et al. (2001) sine tråder for delkompetanser, og dermed noe som må utvikles for å oppnå en helhetlig matematisk kompetanse. Kilpatrick et al. (2001) sine fem delkompetanser består av følgende fem kompetanser:

**Konseptuell forståelse** (eng. conceptual understanding) handler om å ha forståelse for hvorfor en matematisk idé er viktig og i hvilke kontekster ideen er nyttig. Om man forstår et matematisk konsept eller metode, er det mindre sannsynlighet for at man husker den feil. Et eksempel på et matematisk konsept er den kommutative loven for addisjon ( $3+5 = 5+3$ ). Elever som forstår matematiske konsepter vil kunne trekke egne konklusjoner og finne egne prosedyrer, og vil også lettere kunne se om en løsning er sannsynlig eller ikke. Å kunne representere matematiske situasjoner på ulike måter og å kunne knytte konsepter til dem er en viktig indikasjon på konseptuell forståelse (s. 118-120).

**Prosedyremessig flyt** (eng. procedural fluency) handler om å vite om ulike prosedyrer, og om å vite når og hvordan prosedyrer kan brukes på en korrekt og effektiv måte. Å bruke prosedyrer på rett måte kan bidra til utvikling av konseptuell forståelse. For eksempel kan det å sette opp tall etter plassverdisystem støtte utviklingen av en konseptuell forståelse for utregninger med større tall (s 121-123).

**Strategisk kompetanse** (eng. strategic competence) handler om å kunne formulere, representere og løse matematiske problemer. Når et problem er formulert, er det første steget i problemløsningen å representere problemet matematisk, enten det er med tall, symboler, språk eller grafisk. Å være strategisk kompetent innebærer å først kunne forstå og danne seg et mentalt bilde eller representasjon av situasjonen og de viktigste komponentene i den og velge en relevant representasjon som gir oversikt over de viktigste komponentene. Deretter må eleven kunne komme opp med ulike tilnærminger til problemet, og også ha evne til å veksle mellom tilnærminger som resonnering, gjette og prøve etter, algebraisk tilnærming eller lignende. Fleksibilitet i tilnærmingen er det viktigste kognitive kravet for å løse ikke-rutinepregede problemer. Strategisk kompetanse krever konseptuell forståelse og prosedyremessig flyt, men bidrar også til utviklingen av disse kompetansene (s. 124-129).

**Situasjonstilpasset resonnering** (eng. adaptive reasoning) handler om å kunne tenke logisk når det gjelder sammenhenger mellom konsepter og situasjoner og om å kunne vurdere ulike alternativer og begrunne konklusjoner. Man bruker det til å navigere gjennom fakta, konsepter, prosedyrer og løsningsmetoder for å finne det som passer best sammen og gir best mening. Situasjonstilpasset resonnering kan brukes til å finne ut hvilke prosedyrer som passer til å løse et problem (s. 129-131)

**Produktiv matematisk kompetanse** (eng. productive disposition) handler om å se matematikkens verdi og viktighet og om å se seg selv som en som lærer og bruker av matematikk. Skal elever utvikle de andre fire kompetansene, må de se matematikk som noe viktig og som noe som er mulig å lære. Når elever utvikler strategisk kompetanse og løser ikke-rutinepregede problemer, blir deres syn på seg selv som matematisk innlærer ifølge Kilpatrick et al. (2001) mer positivt. Hvis elever derimot kun løser rutineoppgaver, lærer de å memorere løsningsmetoder heller enn å forstå matematiske konsepter, noe som fører til at elevene begynner å miste selvtillit innenfor matematikk (s. 131-132).

#### **4.2.7 TIMSS' kognitive kategorier for matematiske ferdigheter**

Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) er ifølge Bergem et al. (2016) en studie som blir gjennomført hvert fjerde år på internasjonalt nivå i matematikk og naturfag i grunnskolen. De skriver at formålet med TIMSS er å måle elevers prestasjoner i matematikk og naturfag (s. 11). Når TIMSS skal teste elevers kunnskaper og ferdigheter i matematikk, tar de ifølge Nilsen og Kaarstein (2016) utgangspunkt i et rammeverk med definerte kunnskaper og ferdigheter. De skriver at rammeverket for matematikk består av fire matematiske emner og tre kognitive kategorier. De matematiske emnene er tall, algebra, geometri og statistikk. De kognitive kategoriene heter *å kunne*, *å anvende* og *å resonner*. *Å kunne* handler om faktakunnskap, å kunne de fire regneartene og å kunne måle, klassifisere og tolke tabeller og diagrammer. *Å anvende* handler om å bruke kunnskapene til å representere, modellere, løse rutineoppgaver og å velge strategier. *Å resonner* handler om logisk tenkning og evne til å analysere sammenhenger, generalisere resultater, grunnlegge påstander og løse ikke-rutinepregede matematiske problemer (s. 181-183). De kognitive kravene er altså sortert hierarkisk slik at grunnleggende matematisk kunnskap ligger til grunn for bruk av matematiske metoder og strategier, og at disse igjen ligger til grunn for evnen til å tenke logisk og finne nye og egne løsninger basert på tidligere kunnskaper og erfaringer.

#### **4.2.8 Oppsummering**

De ulike teoretiske perspektivene har mange forskjellige måter å strukturere og vektlegge aspekter av kompetanse i matematikk. Noen av dem deler begrepet i tre dybdenivåer, mens andre deler det opp etter type kompetanse (for eksempel representere, modellere ...). Perspektivene er altså ganske forskjellige, men de har også noen likheter. I tabell 1 har jeg satt

opp et analyseverktøy hvor jeg har beskrevet kjennetegn på de ulike kompetansene og sammenlignet dem for å få frem likheter og forskjeller mellom perspektivene. Detaljer om hvilke kjennetegn som er plassert under hvilke kompetanser kan ses i tabellen under:

**Tabell 1: Analyseverktøy for kompetanse i matematikk**

Kjennetegn	Regnekynndighet	Anvende	Reflektere	Matematisk myndiggjøring	Kvantitativ literasitet	Tankegang	Problembehandling	Modellering	Resonnement	Representasjon	Symbol	Kommunikasjon	Hjelpemiddel	Problemløsning	Matematisering	Resonnering og argumentasjon	Representasjon	Symbol språk	Kommunikasjon	Verktøy	Prosedyremessig flyt	Strategisk kompetanse	Situasjonstip. res.	Konseptuell forståelse	Produktiv mat. kompetanse	Kunne	Anvende	Resonnere	
	Skovsmose	Ernest	Bredberg			Niss og Jensen				OECD				Kilpatrick et al			TIMSS												
Beherske formler, regler, algoritmer og språk	x	x	x	x	x					x	x						x	x			x	x				x	x		
Formulere og løse åpne og lukkede problemer	x		x	x	x		x							x								x						x	x
Velge og utforme problemløsningsstrategier	x		x	x																		x						x	
Bruke matematikk i teoretiske og praktiske situasjoner	x	x			x		x		x					x		x						x		x				x	
Være kritisk til og evaluere svarene man får	x	x		x	x																			x					
Analysere og reflektere over holdbarhet og konsekvenser av matematiske fremstillinger av reell situasjon	x	x	x		x		x																						
Se sammenhenger mellom nytt og gammelt lærestoff og mellom matematikk og nye situasjoner				x																				x					
Kommunisere om praktisk anvendelse av matematikk	x							x		x	x				x		x	x					x						x
Kritisk reflektere over formufl i løsninger og over matematikkens rolle i samfunnet				x		x																		x		x			x
Kommunisere anvendelse av algoritmer og om grunnleggende konsepter	x			x								x										x							
Forstå matematiske konsepter	x			x	x																				x				
Fortolke modeller i forhold til reell situasjon		x			x		x																						
Forstå og produsere matematiske bevis				x				x																	x				
Resonnere		x						x							x										x				x
Kommunisere om egne og andres refleksjoner				x				x							x									x					x
Kunnskap om hjelpemidler													x									x							
Bruke hjelpemidler på en selvstendig måte													x									x							

Tabellen er konstruert ut fra det som er eksplisitt uttrykt i artiklene. Det som ikke er eksplisitt uttrykt, er dermed ikke krysset av for i tabellen. Kjennetegnene er ikke ordrette fra litteraturen, men er samlede kategorier for kjennetegn som ligner hverandre i ulike teoretiske perspektiver. Jeg har valgt å sammenfatte kjennetegnene i grupper som omfatter flere lignende aspekter fordi tabellen da fortsatt vil kunne brukes som analyseverktøy på litt generelle yringer i datamaterialet. Plasseringen av kjennetegn bygger i noen grad på min egen tolkning av det som står beskrevet i litteraturen. Fordi jeg har laget slike samlekategorier vil muligens tabellen ikke være hundre prosent nøyaktig i alle tilfeller. Tabellen er laget for å gi et visuelt overblikk over de viktigste faktorene i de forskjellige kategoriene.

Fire av kjennetegnene inngår i alle de syv teoretiske perspektivene. Et av disse er evnen til å beherske formler, regler, algoritmer, representasjoner og matematisk språk. Et annet handler om å kunne bruke matematikken til å formulere og løse åpne og lukkede matematiske problemer. Begge disse kjennetegnene hører inn under Skovsmoses regnekyndighet. Det tredje kjennetegnet som alle perspektivene har, handler om å bruke matematikk i teoretiske og praktiske situasjoner, og om å omforme reelle situasjoner til matematikk. Dette kjennetegnet har jeg plassert i en mellomkategori mellom Skovsmoses regnekyndighet og kyndighet til å anvende matematikk. Det siste kjennetegnet som alle perspektivene har med, er å kommunisere om de refleksjonene som en har gjort seg i arbeidet. I Skovsmoses perspektiv havner dette kjennetegnet inn under kyndighet til å reflektere over matematikkens rolle.

Seks av kompetansebegrepene inneholder de to kjennetegnene å resonnerer og å kommunisere om praktisk anvendelse av matematikk. Begge disse kjennetegnene kan plasseres under Skovsmoses kategori kyndighet til anvendelse av matematikk. Det perspektivet som ikke har disse kjennetegnene med, er Bredberg sin kvantitative litterasitet. Det er tre kjennetegn som hører inn under fem av kategoriene. To av dem inngår i Skovsmose, Kilpatrick et al, TIMSS, Ernest og Bredberg sine perspektiver. Disse er å kunne velge og utforme problemløsningsstrategier og å kunne kritisk reflektere over fornuft i løsninger og over matematikkens rolle i samfunnet. Sistnevnte kan plasseres under Skovsmoses kyndighet til å reflektere over matematikkens rolle, mens valg av problemløsningsstrategier kan plasseres under regnekyndighet. Det siste kjennetegnet handler om å kommunisere om anvendelse av algoritmer og grunnleggende konsepter. Dette kjennetegnet hører også inn under Skovsmoses regnekyndighet. Videre kan kjennetegnet plasseres under Niss og Jensen, OECD, Kilpatrick et al. og Ernest sine perspektiver.

Videre er evner som forståelse av matematiske konsepter, å være kritisk til svarene man får, å fortolke modeller i forhold til reell situasjon og å reflektere over hva svarene forteller deg og analysere konsekvenser av matematiske fremstillinger kjennetegner som går inn under fire av de teoretiske perspektivene, inkludert Skovsmose sitt. Å se hvordan matematikk kan brukes i nye sammenhenger og å se sammenhenger mellom gammelt og nytt lærestoff er det kun Skovsmose og Kilpatrick et al. som beskriver. I Skovsmose sitt perspektiv kan dette kjennetegnet kategoriseres under refleksjon over matematikkens rolle, og i Kilpatrick et al. sitt perspektiv handler det om konseptuell forståelse. Å forstå og komme opp med matematiske bevis er et kjennetegn som trekkes fram av Niss og Jensens og OECD sitt



rammeverk. Det er også kunnskap om og bruk av hjelpemidler. Ingen av disse er eksplisitt nevnt i noen flere av perspektivene.

Alle de teoretiske perspektivene vektlegger det å beherske formler, algoritmer representasjoner og matematisk og symbolsk språk og å bruke matematikk til å formulere og løse problemer er en del av matematisk kompetanse. Også det å bruke matematikk i teoretiske og praktiske situasjoner og å kommunisere om refleksjoner rundt matematikk er alle enige om. Nesten alle perspektivene vektlegger at det også innebærer å kunne resonnerer og kommunisere om praktisk anvendelse av matematikk. Å velge problemløsningsstrategier, kommunisere om anvendelsen av matematikk og å kritisk reflektere over matematikkens rolle i samfunnet er også viktige faktorer som blir trukket fram i fem av perspektivene. Omtrent halvparten er enige i at kunnskap om og bruk av hjelpemidler, forståelse av matematiske bevis, å være kritisk til svarene og reflektere over hva de forteller deg og hvilken rolle de har i samfunnet handler om matematisk kompetanse. I tillegg blir det å se sammenhenger mellom gammelt og nytt lærestoff trukket fram i enkelte teoretiske perspektiver.

## 5 METODOLOGI

I dette kapitlet vil jeg skrive litt om forskningsmetoden som jeg har brukt i arbeidet med å finne svar på problemstillingen min, som lyder slik:

*Hva legger et utvalg ungdomsskolelærere i begrepet matematisk kompetanse, og hvilke muligheter og utfordringer ser de ved å inkludere matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraftig utvikling?*

For å knytte mulighetene og utfordringene som lærerne nevner opp mot matematisk kompetanse synes jeg det er viktig å undersøke hva lærerne selv legger i begrepet. På den måten kan jeg analysere mulighetene og utfordringene ut fra lærernes egne uttrykte oppfatninger av begrepet. For å finne ut av dette har jeg valgt å gjennomføre kvalitative semistrukturerte intervju med fire matematikklærere. Jeg tok lydopptak av intervjuene. I og med at problemstillingen min er todelt har jeg valgt å bruke to ulike rammeverk og å gjennomføre to separate analyser. Dette vil jeg utdype mer senere i kapitlet. Det første delspørsmålet handler om hva lærerne legger i begrepet matematisk kompetanse. For å svare på dette har jeg utviklet et rammeverk hvor jeg sammenligner litteratur om kompetanse i matematikk. Ut fra litteraturen har jeg formulert noen kjennetegn på matematisk kompetanse som jeg har brukt som analyseverktøy i kodingen og analysen. For å finne ut av hvilke muligheter og utfordringer lærere ser ved å undervise tverrfaglig om bærekraft i matematikk har jeg utviklet et rammeverk som er basert på litteratur om læringsaktiviteter, muligheter og utfordringer med tverrfaglig arbeid om bærekraft. I kodingen og analysen av denne delen av oppgaven sammenligner jeg lærernes uttrykte muligheter og utfordringer med dem som nevnes i litteraturen.

### 5.1 FORSKNINGSDESIGN: KVALITATIVT INTERVJU

I problemstillingen stil jeg spørsmål ved *hvordan* lærere uttrykker muligheten for integrasjon av matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraft. Jeg ønsket å få detaljerte og utfyllende svar. Ifølge Christoffersen og Johannesen er kvalitative metoder mest nærliggende å bruke når man skal undersøke noe i dybden og få frem menneskers oppfatninger og erfaringer (2012, s. 78). Videre spurte jeg i problemstillingen om hvordan lærere *uttrykker* denne muligheten. Det var altså lærerutsagn jeg ønsket å fokusere på. Dette gjorde at intervju av lærere var et naturlig metodevalg. Kvalitative intervju gjør ifølge Christoffersen og

Johannesen (2012) det mulig å få fram nyanser og kompleksitet (s. 78). Bruk av kvalitative intervju mente jeg derfor var den beste metoden for å finne svar på problemstillingen.

Fordi jeg ønsket å finne ut av lærernes egne perspektiver på både matematisk kompetanse og integrasjon av det i tverrfaglig arbeid, var jeg interessert i lærernes refleksjoner, og i å gå dypere inn i det som lærerne fortalte. Fordi semistrukturerte intervjuer ifølge Christoffersen og Johannesen (2012, s. 80) gir intervjueren større fleksibilitet og mulighet til å følge opp respondentenes ytringer, valgte jeg å utforme en intervjuguide til et semistrukturert intervju. Slik fikk jeg muligheten til å løsrive meg litt fra intervjuguiden for å gå mer i dybden dersom jeg ønsket det. Fordi jeg ønsket å få de ulike lærernes egne oppfatninger og refleksjoner, valgte jeg å gjennomføre intervjuene individuelt. Dette var fordi jeg ønsket å få fram hver av de ulike lærernes egne tanker, upåvirket av andre.

## 5.2 DATAINNSAMLING

Dataene ble som nevnt generert ved bruk av kvalitative semistrukturerte intervju. Prosessen fra utvikling av intervju spørsmål til ferdig datamateriale er beskrevet i dette delkapittelet.

### 5.2.1 Intervju spørsmål

For å undersøke hva lærere legger i matematisk kompetanse og hvordan de ser for seg at det kan integreres i tverrfaglige prosjekter, utformet jeg en intervjuguide med spørsmål om dette. Jeg forsøkte å passe på at spørsmålene ikke var ledende, noe jeg følte at jeg fikk til. Ofte starter jeg et tema med spørsmål om *hva* eller *har du*, for deretter å følge opp med *hvordan* eller *hvilke*. Intervjuet startet med et introduksjonsspørsmål hvor jeg spurte om informantene hadde arbeidet med bærekraft og matematikk. På den måten introduserte jeg temaet og fikk kanskje informantene til å reflektere litt rundt det. Christoffersen og Johannesen (2012) skriver at introduksjonsspørsmål skal lede informantene inn i temaet (s. 80). Deretter stilte jeg noen inngående spørsmål om hva prosjektet eller arbeidet gikk ut på og hva slags matematikk prosjektet inneholdt. Nøkkelspørsmålene handlet blant annet om hva lærerne legger i begrepene bærekraft og matematisk kompetanse, hvordan de tidligere har arbeidet med bærekraft og matematikk og hvordan de ser for seg at matematisk kompetanse kan bidra til økt demokratisk kompetanse (se intervjuguide i vedlegg 1). Spørsmålet om hva lærerne legger i begrepet matematisk kompetanse hadde jeg med to ganger; en gang ganske tidlig i intervjuet og igjen helt til slutt. Dette var fordi jeg tenkte at informantene kanskje fikk reflektert litt i

løpet av intervjuet, slik at de hadde mer å tilføye andre gangen spørsmålet ble stilt. Da det nærmet seg slutten, informerte jeg om at det kun var ett eller to spørsmål igjen. Intervjuguiden er delvis inspirert av Steffensen og Hansen (2019) sin intervjuguide, hvor de blant annet stiller spørsmål om hvilke muligheter og utfordringer lærerne opplever med å undervise om klima (s. 208). Mine spørsmål angående utfordringer og muligheter med å undervise tverrfaglig om bærekraftig utvikling er inspirert av dette spørsmålet. Et annet spørsmål i intervjuguiden min lyder slik: «Dersom du hadde hatt nok ressurser – hvordan kunne du tenkt deg å legge opp et prosjekt om bærekraft?». Dette spørsmålet er inspirert av et av Steffensen og Hansen sitt spørsmål, som lyder slik: «Hvis du hadde hatt tilstrekkelige ressurser, hvordan kunne du tenke deg å jobbe med klima i undervisningen din?» (2019, s. 208-209). Jeg tenkte at spørsmålene kunne bidra til å generere svar som kunne belyse problemstillingen min. Resten av spørsmålene i intervjuguiden har jeg formulert selv. Intervjuguiden ble testet på en medstudent før intervjuene ble gjennomført. Pilotundersøkelsen med medstudenten førte til noen omformuleringer av spørsmål, slik at de skulle være enklere å forstå.

### **5.2.2 Utvalg**

Intervjuutvalget besto av fire matematikklærere som arbeidet ved ungdomsskoler. Lærerne hadde ulike erfaringer med tverrfaglig arbeid som inkluderer matematikk. Jeg vurderte det ikke som nødvendig at alle skulle ha erfaring med tverrfaglig arbeid om bærekraft, da jeg syntes det å få perspektiver fra lærere med forskjellige utgangspunkt kunne være positivt for oppgaven. Årsaken til at jeg ønsket å intervju matematikklærere var at de har størst kompetanse innenfor matematikk, og at det sannsynligvis er dem som har hovedansvaret for matematikken i tverrfaglige prosjekter. Grunnen til at jeg valgte å intervju ungdomsskolelærere var at jeg tenkte at matematikken ofte kan være mer avansert og abstrakt på ungdomsskolenivå enn på barneskolenivå, og kanskje dermed vanskeligere å inkludere i tverrfaglige prosjekter. Informantene kom jeg i kontakt med gjennom min veileder og hennes bekjente. Denne metoden valgte jeg etter å ha forsøkt å kontakte rektorer ved flere skoler, uten hell. I og med at lærerne hadde såpass ulike bakgrunner og erfaringer med temaet tenkte jeg at fire informanter ga meg et bredt grunnlag for å kunne belyse forskningsspørsmålet.

### **5.2.3 Datainnsamling**

Dataene ble generert ved fire separate kvalitative, semistrukturerte intervjuer med matematikklærere i ungdomsskolen. Alle intervjuene foregikk ansikt til ansikt på rom på

skolene hvor informantene arbeidet. Informantene fikk ikke tilsendt intervjuguiden på forhånd, da jeg ved noen av spørsmålene var ute etter lærernes egne forståelser og tanker. For eksempel ønsket jeg av denne grunn ikke at lærerne skulle lese seg for mye opp på matematisk kompetanse i forkant av intervjuet. Datamaterialet består derfor av informantenes umiddelbare respons. Jeg tok lydopptak av intervjuene, som jeg senere transkriberte. Lydopptakene valgte jeg fordi jeg ønsket å få en så korrekt transkripsjon og gjengivelse som mulig for å skaffe så valide data som mulig. Opptakeren lå på bordet mellom meg og respondenten, med mikrofonen vendt mot respondenten. Når det var stor avstand mellom meg og respondenten, valgte jeg å plassere lydopptakeren litt nærmere respondenten enn meg selv, og sørget for å selv snakke tydelig slik at også min stemme kom med på opptaket. Intervjuene varte mellom 29 og 43 minutter, og i gjennomsnitt i cirka 35 og et halvt minutt. Til sammen hadde jeg to timer, 22 minutter og 26 sekunder med lydopptak.

#### 5.2.4 Transkripsjon

Transkripsjonen av intervjuene startet samme dag som hvert av intervjuene ble gjennomført, og ferdigstilt senest to dager etter at intervjuet fant sted. Jeg hørte gjennom lydopptakene to til tre ganger både i reelt tempo og i sakte tempo for å sørge for at transkripsjonene lå så tett opptil lydopptaket som mulig. Opptakene var av god kvalitet. Det var ikke støy eller andre faktorer som gjorde at det var vanskelig å høre hva informantene sa. Transkripsjonene ligger så tett opp til lydopptakene som jeg fikk det til, uten at det er blitt brukt fonetisk skrift. Dette er fordi jeg er opptatt av nøyaktig *hva* lærerne sier, og jeg har vurdert det slik at for eksempel tonefall og dialekt ikke nødvendigvis har så mye å si for utfallet av analysen. At tonefall likevel kan ha hatt noe å si for min tolkning kan jeg ikke se bort fra. Da jeg leste de kodede dataene husket jeg tonefall og ikke-verbal kommunikasjon fra respondentene, noe som kan ha ført til at jeg ubevisst har tatt dette med i tolkningen. Punktum og komma er blitt plassert slik jeg oppfattet at det ga mest mening. Hvor disse tegnene er plassert kan ha hatt noe å si for hvordan jeg har tolket datamaterialet. Dette er noe jeg har forsøkt å være bevisst på under analysen og drøftingen. Pauser og lyder som *eh*, *em* og lignende er markert ved tre prikker. Jeg har valgt å ikke skrive slike lyder fordi det ikke vil tilføye noe til analysen.

Transkripsjonene fra de fire intervjuene ligger til grunn for analysen og utgjør mellom 3 200 og 8 200 ord og mellom 9 og 17 sider, og til sammen 19 938 ord og 48 sider. For å kunne skille de ulike lærerne fra hverandre er de vilkårlig blitt tildelt kodene L1, L2, L3 og L4.

## 5.3 KODING, KATEGORISERING OG ANALYSE

Jeg gjennomførte to separate analyser; en for hva lærerne legger i matematisk kompetanse og en for hvilke muligheter og utfordringer de ser ved å inkludere matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraftig utvikling. Arbeidet med de to analysene har gått for seg på to ulike måter. Jeg har derfor valgt å skrive om de to prosessene hver for seg, for deretter å koble dem sammen ved å diskutere resultatene fra analysene opp mot hverandre. Dette gjør jeg i diskusjonskapittelet. Hvordan de to ulike analyseprosessene har foregått blir beskrevet i dette delkapittelet.

### 5.3.1 Matematisk kompetanse

For å analysere hva lærerne legger i matematisk kompetanse tok jeg utgangspunkt i spørsmålet om hva de legger i begrepet matematisk kompetanse. For å kode lærernes utsagn om matematisk kompetanse brukte jeg kjennetegnene som jeg satte opp i rammeverket jeg lagde ut fra litteraturen om matematisk kompetanse (tabell 1). Jeg kodet lærernes utsagn innenfor de ulike kjennetegnene for å se hvilke kjennetegn som ble mest vektlagt. Dette gjorde jeg ved å krysse av i en tabell basert på tabell 1 for de ulike kjennetegnene som lærerne beskriver. Etter å ha kodet dataene så jeg på dem opp mot Skovsmose sitt perspektiv om kyndighet i matematikk og diskuterte datamaterialet ut fra denne. Dette er fordi det er det perspektivet som dekker flest av kjennetegnene som er satt opp i rammeverket. Deretter så jeg på lærernes helhetlige uttrykte oppfatning av matematisk kompetanse og sammenlignet dem med de resterende perspektivene for å få en oversikt over hvilke typer delkompetanser lærerne tenker på når de tenker på matematisk kompetanse. Kjennetegnene som ble brukt som koder i analysen er basert på beskrivelser fra kompetansene som dekker kjennetegnene. De er også presentert i tabell 1, og er de følgende:

Beherske formler, regler, algoritmer og språk	Kritisk reflektere over fornuft i løsninger og over matematikkens rolle i samfunnet
Formulere og løse åpne og lukkede problemer	Kommunisere anvendelse av algoritmer og om
Velge og utforme problemløsningsstrategier	Forstå matematiske konsepter
Bruke matematikk i teoretiske og praktiske situasjoner	Fortolke modeller i forhold til reell situasjon
Være kritisk til og evaluere svarene man får	Forstå og produsere matematiske bevis
Analysere og reflektere over holdbarhet og konsekvenser av matematiske fremstillinger av reell situasjon	Resonnere
Se sammenhenger mellom nytt og gammelt lærestoff og mellom matematikk og nye situasjoner	Kommunisere om egne og andres refleksjoner
Kommunisere om praktisk anvendelse av matematikk	Kunnskap om hjelpemidler
	Bruke hjelpemidler på en selvstendig måte

### 5.3.2 Muligheter og utfordringer

I datamaterialet ser jeg etter hvilke muligheter og utfordringer lærerne uttrykker. For å kode muligheter og utfordringer som kommer fram i datamaterialet har jeg tatt utgangspunkt i spørsmålene hvor jeg spesifikt spør etter hvilke utfordringer, muligheter og aktiviteter som lærerne ser for seg at er relevante hvis de skal undervise i bærekraft i sammenheng med matematikk. Jeg har også sett på responsen på spørsmålet om hva lærerne ville ha gjort dersom de hadde ubegrenset med ressurser. I tillegg har jeg sett på de resterende delene av datamaterialet etter andre muligheter og utfordringer som nevnes. For eksempel nevner noen av lærerne utfordringer som de selv har opplevd når de får spørsmål om egne erfaringer i starten av intervjuet. Derfor har jeg tatt med utsagn hvor lærerne uttaler at noe er utfordrende, vanskelig eller uttalelser om mangel på ressurser. I tillegg har jeg tatt med enkelte uttalelser hvor lærere forteller om ulike læringsaktiviteter og tema som de har erfaring med fra før.

For å kode datamaterialet tok jeg utgangspunkt i de mulighetene og utfordringene som kom frem av litteraturen som tidligere er presentert. Muligheter som beskrives i litteraturen består av ulike læringsaktiviteter som man kan gjennomføre i tverrfaglig undervisning om bærekraftig utvikling er ifølge Sinnes (2015) fenomenbasert undervisning og klimatiltak. Både Sinnes (2015) og Klein (2020) skriver om utforskende undervisning som en læringsaktivitet. Uteundervisning og problemløsning eller problembasert undervisning er noe både Sinnes (2015) og Jeronen et al. (2017) skriver om som en mulig læringsaktivitet. Ifølge Breivega et al. (2019) kan også debatt og diskusjoner være en mulig tilnærming til undervisning for bærekraftig utvikling. Matematiske tema som ifølge Steffensen og Hansen (2019) gir muligheter i arbeid med bærekraft er statistikk, grafer, tabeller, diagrammer, modeller og funksjoner. Utfordringer som de beskriver, er at temaet bærekraftig utvikling er komplisert og setter høye kunnskapskrav til både lærere og elever. En annen utfordring med temaet er at temaet kan være lite engasjerende for lærere og elever. Mangel på kompetansemål, gode pedagogiske kilder og tid er utfordringer som har med ressurser å gjøre. Arbeid med temaet kan også skape noen politiske og etiske utfordringer fordi bærekraftig utvikling er et politisk ladet tema, skriver de.

Mulighetene og utfordringene fra litteraturen delte jeg opp i fem hovedkategorier; læringsaktiviteter, bærekraftig utvikling, matematikk, ressurser og etikk og politikk. I arbeidet med kodingen og analysen gikk jeg først gjennom datamaterialet og markerte steder hvor

lærerne uttalte seg om muligheter og utfordringer. Deretter gikk jeg gjennom uttalelsene som jeg hadde markert og bestemte hvilke kategorier de kunne plasseres under. Flere av uttalelsene kunne ikke plasseres under de kategoriene som jeg allerede hadde laget i rammeverket. Hovedkategorien refleksjon kom inn i bildet under kodingen og er dannet ut fra lærernes uttalelser i intervjuene. Den er basert på uttalelser om refleksjon, som for eksempel forslag til refleksjonsspørsmål og uttalelser om kildekritikk og å reflektere over informasjon. Etter å ha kodet mulighetene og utfordringene inn i hovedkategorier kodet jeg dem videre inn i mer spesifikke kategorier, som for eksempel bestemte læringsaktiviteter, ressurser eller matematiske emner. I tillegg til kategoriene fra litteraturen blir det nevnt andre muligheter og utfordringer i datamaterialet. Muligheter som for eksempel engasjement hos lærere og utfordringer som har med for eksempel timeplan eller covid-19-pandemien å gjøre blir nevnt i datamaterialet, men ikke i litteraturen. Dette gjorde at jeg måtte lage noen egne kategorier som for eksempel *lærerengasjement*, *timeplan* og *covid-19*. Nye matematiske kategorier fra datamaterialet er økonomi og programmering. Mange av uttalelsene passet inn under flere kategorier, noe som gjorde at jeg valgte å fargekode mulighetene og utfordringene i et tekstdokument heller enn å bruke NVivo.

I analyseprosessen var det syv temaer som utkrystalliserte seg. Det resulterte i at jeg delte analysen opp i syv delkapitler, som tar for seg temaene engasjement, tverrfaglighet, uteundervisning, klimatiltak, matematisk kompetanse, refleksjon og andre utfordringer. Jeg har altså valgt å ha tre delkapitler som handler om de læringsaktivitetene som kom mest tydelig fram. Temaet bærekraftig utvikling, som opprinnelig var en hovedkategori, er også hovedtema og gjennomsyrrer alle svarene i oppgaven. Også etikk og politikk kommer fram i ulike deler av oppgaven og er ikke samlet på ett sted. Muligheter innenfor ressurser kommer også fram gjennom hele oppgaven. Utfordringer med ressurser er derimot plassert i et eget delkapittel fordi de ofte uttrykkes adskilt fra mulighetene. Ressursen engasjement er imidlertid et stort tema i datamaterialet og har fått sitt eget delkapittel. Fordi lærerne kom med mange forslag til refleksjonsspørsmål, har jeg også valgt å dedikere et delkapittel til refleksjon. Kategoriene som kommer fram i analysen er dermed ikke helt de samme som ble brukt under kodingen. For å danne et grunnlag for å kunne svare på problemstillingen min har jeg koblet de ulike mulighetene og utfordringene til matematikk og matematisk kompetanse gjennom hele analysen.



## 5.4 FORSKNINGSKVALITET

I dette delkapittelet vil jeg skrive noe om valg jeg har tatt gjennom prosessen med å skrive oppgaven og om validiteten og reliabiliteten av oppgaven og funnene jeg har gjort.

### 5.4.1 Validitet og reliabilitet

Fordi utvalget av informanter er såpas lite er ikke resultatene representative. De kan likevel ses på som gyldige, i og med at de beskriver hvordan *noen* matematikklærere i ungdomsskolen oppfatter matematisk kompetanse og hvilke muligheter de ser ved inkludering av matematisk kompetanse i tverrfaglige arbeid om bærekraftig utvikling.

Jeg som forsker kan ha påvirket dataene gjennom ikke-verbal eller verbal kommunikasjon. For eksempel kan jeg ubevisst ha antydnet å være enig eller uenig i det informantene sier. Det er også jeg selv som har utformet spørsmålene, noe som gjør at jeg gjennom intervjuguiden har påvirket måten intervjuene ble gjennomført. En annen feilkilde kan være at informantene har uttalt seg ut fra hvilke forventninger de så for seg at jeg hadde.

At jeg ikke hadde noen erfaring med å gjennomføre intervjuer fra før, kan ha påvirket datamaterialet (Christoffersen og Johannesen, 2012, s. 83). Selv opplevde jeg at jeg ble tryggere i rollen som intervjuer for hvert intervju. Dette kan ha hatt noe å si for hvor avslappet jeg som intervjuer og informanten var, for kroppsspråket og for kvaliteten på oppfølgingsspørsmålene mine. Under alle intervjuene var jeg interessert i informantenes respons og avbrøt dem ikke. Jeg stilte oppfølgingsspørsmål som «hva mener du med det» eller spørsmål om å gi eksempler.

Som masterstudent har jeg med meg noen forkunnskaper og gjort meg opp noen meninger og en forståelse av temaet, noe som kan ha påvirket både utformingen og innholdet i spørsmålene og måten jeg reagerte på informantenes responser. En annen feilkilde er at jeg har kodet datamaterialet slik som jeg så det naturlig. I arbeid med kvalitative data må man bruke faglig skjønn når man koder. Kodingen kunne altså ha vært annerledes dersom noen andre hadde gjort det.

At jeg tok lydopptak av intervjuene gjorde at jeg kunne høre informantenes svar ordrett flere ganger, noe som gjorde at jeg kunne skrive ganske nøyaktige transkripsjoner. Jeg fikk også

tonefall med i lydopptaket, noe som kan ha gitt meg mer informasjon og påvirket måten jeg tolket lærernes utsagn. At tonefallet har påvirket meg både i prosessen med å transkribere og analysere kan være positivt på den måten at jeg har fått med meg noen flere nyanser av kommunikasjonen. Hadde jeg imidlertid tatt videoopptak av intervjuene ville jeg fått med mitt og respondentenes kroppsspråk, noe som kan ha hatt mye å si for måten intervjuene utviklet seg. Ved videoopptak ville det kanskje vært enklere for meg å være bevisst på mine ubevisste signaler til respondentene, noe som kan ha påvirket måten de svarte på. Slike ubevisste signaler kan for eksempel være om jeg har vært enig eller uenig i det lærerne har sagt, signaler om interesse eller andre former for signaler ved bruk av kroppsspråk som nikkning eller ansiktsuttrykk. Enkelte slike signaler kan man likevel oppfatte ved lydopptak dersom de blir uttrykt gjennom ord eller anerkjennende lyder. Kroppsspråk og ansiktsuttrykk formidler ofte følelser, noe som kan være en grunn til å ta videoopptak. Fordi jeg ikke anså informantens følelser som viktige i denne sammenhengen og fordi jeg var mest opptatt av det som de eksplisitt uttrykte gjennom ord valgte jeg å ikke gjennomføre videoopptak.

Det at intervjuene ble tatt opp på lyd kan ha påvirket informantens atferd og uttalelser. At det blir tatt lydopptak av det en sier kan kanskje oppleves som annerledes eller ubehagelig. Hawthorne-effekten handler om at individer tilpasser adferden sin fordi de blir observert (Sedgwick og Greenwood, 2015). For eksempel kan lærerne være redde for å stille seg selv i et dårlig lys, og kan fortelle at de har arbeidet mer med temaet enn det de egentlig har gjort. Det kan også føre til at informantene unnlater å nevne ideer som de tror at vil kunne oppfattes som negativt. Det er altså en mulighet for at lærerne ville gitt andre svar dersom det ikke ble gjort lydopptak. At informantene er anonymiserte kan kanskje redusere litt av denne effekten, fordi de da slipper å være redde for å bli konfronterte med de har sagt.

Datamaterialet som jeg samlet inn, ga meg mulighet til å kunne svare på problemstillingen. I etterkant av analysene tenker jeg at jeg skulle ha stilt flere oppfølgingsspørsmål for å få informantene til å forklare nærmere hvordan de tenker at matematisk kompetanse, slik de selv beskriver det, kan utvikles gjennom aktivitetene som nevnes. Da kunne jeg kanskje ha fått knyttet mulighetene og utfordringene tettere sammen med matematisk kompetanse. Å få informantene til å tenke mer nøye over dette ville kanskje også ført til at de hadde svart mer utfyllende på spørsmålet om hva de legger i matematisk kompetanse på slutten enn det de gjorde i starten. De fleste informantene ga nemlig veldig like svar på spørsmålet begge gangene det ble stilt.

### 5.4.2 Etikk

Oppgaven er godkjent av NSD (Norsk senter for forskningsdata). All deltakelse i prosjektet er frivillig, anonymisert og taushetsbelagt. Jeg har derfor i transkripsjonene utelatt enkelte uttalelser som kan avsløre lærernes identitet. At deltakelsen er frivillig og at informantene har rett til når som helst å trekke tilbake samtykket er viktig fordi informantene ikke skal føle seg tvunget til å gjøre noe de ikke selv ønsker. Det er viktig å ha respekt for informantenes ønsker. Det er viktig at informasjonen som blir gitt i intervjuene er anonymisert og taushetsbelagt for å beskytte både informantenes egen identitet, men også elevene deres, kolleger eller andre sine identiteter. Dersom oppgaven skulle presentere noe som kan være til ulempe for en informant eller noen som blir nevnt i intervjuet er det også en fordel at informantene er anonyme. Anonymiseringen ble gjort under transkripsjonen, hvor informasjon som kan identifisere informantene er fjernet. Informasjonsskriv og samtykkeskjema ble gitt i papirform i forbindelse med intervjuet, og lest og undertegnet av informantene før intervjuene ble gjennomført. Alle informantene fikk beholde en kopi av informasjonsskrivet (se informasjonsskriv/samtykkeskjema i vedlegg 2).

Denne oppgaven har hatt som mål å forsøke å kartlegge fire læreres egne tanker om hva matematisk kompetanse innebærer og om hvilke muligheter og utfordringer de ser for seg at kan oppstå i arbeidet med å utvikle matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraft. Om jeg skulle sende intervjuguide på forhånd var et etisk dilemma jeg stod overfor, et dilemma mellom åpenhet og mellom målet om å få lærernes egne tanker om temaet. Informantene hadde kanskje følt seg tryggere dersom de kunne ha sett gjennom intervjuguiden på forhånd. Fordi intervjuguiden ikke inneholdt personlige spørsmål og fordi jeg var interessert i å høre lærernes egne tanker valgte jeg likevel å ikke sende intervjuguiden på forhånd. Jeg vurderte det slik at dette ikke ville få negative konsekvenser for lærerne i ettertid. Rett før intervjuene fant sted informerte jeg lærerne om hvilke typer spørsmål de kunne forvente at jeg stilte.

Oppgaven sier ikke noe om hva lærerne ville sagt dersom de hadde fått mulighet til å tenke seg litt om på forhånd. Dersom lærerne hadde blitt presentert for litteraturen i oppgaven, ville de muligens ha sagt seg enige i mer enn det de umiddelbart kom på av seg selv under

intervjuet. Flere av lærerne uttalte også i løpet av intervjuet at de sannsynligvis kom til å komme på mer i etterkant av intervjuet.

Oppgaven har ikke som mål å fremstille informantene på en god eller dårlig måte, kun å undersøke hva informantene har å si. Intervjuene har ikke vært noen test, tvert imot har flere av spørsmålene vært formulert på en måte som spør etter hva lærerne selv legger i begreper eller hvilke muligheter og utfordringer de selv kan se for seg. Litteraturen i oppgaven gir ingen fasit på noen av spørsmålene, men har vært et utgangspunkt å arbeide ut fra. Gjennom hele oppgaven har jeg forsøkt å omtale lærernes uttalelser på nøytrale og respektfulle måter, da jeg verken ser det som naturlig eller etisk riktig å fremstille uttalelser på en positiv eller negativ måte.

Før intervjuene fant sted tenkte jeg gjennom hvordan deltakelse kan påvirke informantene. For eksempel kan det at en student stiller spørsmål om noe som informanten ikke har tenkt på eller arbeidet med, muligens føre til at hen får en dårlig følelse fordi de kanskje tenker at de burde ha tenkt på det før. Målet med denne oppgaven var imidlertid ikke kun å høre om hva som er blitt gjort, men også hvilke tanker lærerne gjør seg om et tema. Det kommer kanskje frem gjennom at jeg stiller spørsmål om lærerne har gjennomført undervisning eller tenkt over aspekter ved det. Det forventes ikke at alle lærerne har erfaring med det. En annen uheldig påvirkning er at informantene opplever ubehag når de leser ordrette transkripsjoner av egne utsagn. Gjentakelser og ufullstendige setninger er naturlig i muntlig språk, men kan oppleves som unaturlig ved skriftlig fremstilling. Ordrette transkripsjoner var imidlertid nødvendig for å ikke ilegge transkripsjonene for mye tolkning.

Flere lærere uttrykte i etterkant av intervjuet at det fikk dem til å tenke over aspekter av matematikk, bærekraftig utvikling og tverrfaglighet som de ellers ikke tenker så mye over. Spørsmålene fikk lærerne til å reflektere over hva de selv tenkte om de ulike temaene. Flere kom også på ideer til egen undervisning i løpet av intervjuet. At lærerne deltok på intervjuet kan i seg selv altså ha bidratt til at de har kommet på nye undervisningsopplegg, noe som kan gagne både lærerne og elevene deres. I tillegg oppfattet jeg at flere av lærernes uttalelser og kroppsspråk uttrykte at de opplevde å bli mer motiverte for arbeid med temaet etter hvert som de reflekterte. Deltakelse på intervjuet kan altså ha gitt lærere motivasjon og ideer til å arbeide tverrfaglig med bærekraftig utvikling og matematikk.

Av den ferdige oppgaven kan lærerne som deltok i intervjuet få en oversikt over hvilke aspekter av matematisk kompetanse de uttrykte under intervjuet, samtidig som de får en oversikt over ulike teoretiske perspektiver på matematisk kompetanse. En konsekvens av oppgaven kan være at lærernes oppfatning av matematisk kompetanse, muligheter og utfordringer slik den er fremstilt i oppgaven ikke samsvarer med lærernes egen oppfatning av hva de selv har sagt eller mener om temaene. Da er det viktig å igjen fremheve at svarene som informantene ga i intervjuet var spontane og dermed ikke nødvendigvis kan regnes som dekkende for lærernes egentlige oppfatninger. Et annet aspekt som er viktig å påpeke er at funnene som jeg har gjort i analysen er basert på mine egne spørsmål, transkripsjoner, koding og tolkning. Funnene bærer preg av min tolkning gjennom hele prosessen. Det er derfor mulig at ikke alle funnene samsvarer med det lærerne egentlig har ment. Jeg har etterstrebet å henvise til litteraturen og til informantene på en egnet og korrekt måte slik at det kommer klart frem hvem sine uttalelser jeg til enhver tid skriver om. Oppgaven vil bli sendt til informantene i etterkant, slik at de får innblikk i hva som er skrevet om dem. Dette er fordi jeg ser det som viktig å være åpen og ærlig om hvordan informantenes informasjon er blitt brukt og fremstilt. Jeg vil også høre med informantene om hvordan de opplever fremstillingen av seg selv.

## 6 ANALYSE FOR MATEMATISK KOMPETANSE

For å finne ut av hva lærerne legger i begrepet matematisk kompetanse har jeg tatt utgangspunkt spørsmålet om dette som stilles to ganger i intervjuene. Analysen tar i første omgang utgangspunkt i Skovsmoses tre former for kyndighet i matematikk. Jeg valgte å starte med dette teoretiske perspektivet fordi den dekker flest av kjennetegnene i rammeverket. En oppsummering av analysen finnes i diskusjonskapittelet.

### 6.1 ANALYSE MED UTGANGSPUNKT I SKOVSMOSES TEORETISKE PERSPEKTIV

Tre av lærerne (L1, L2 og L4) legger det å beherske regler og algoritmer i matematikk og å velge løsningsmetoder i sin forståelse av begrepet matematisk kompetanse. For eksempel svarer L1 dette: «Å kunne gjøre utregninger i seg selv. Sant. Og bruke riktige utregninger, altså bruke de riktige algoritmene når du skal gjøre ... forskjellige utregninger». Hen har i dette sitatet et fokus på å kunne bruke og velge mellom algoritmer. L2 uttrykker også noe lignende. Videre trekker L4 fram at det også er viktig å ha en «forståelse av hvordan en formel fungerer», og påpeker at en slik forståelse har sammenheng med kompetanse innenfor algebra. L3 snakker om å kunne bruke og velge mellom metoder for å løse matematiske problemer. Å forstå hvordan en formel fungerer kan ofte være en forutsetning for å kunne bruke eller velge mellom formler. Alle disse utsagnene handler altså om å beherske algoritmer, velge problemløsningsstrategier og å formulere, stille opp og løse matematiske problemer. Utsagnene er altså eksempler på at alle lærerne trekker fram løsning av matematiske problemer, noe som ligger innunder Skovsmoses kategori regnekyndighet.

Både L1 og L2 mener at ulike matematiske tema har med matematisk kompetanse å gjøre. L1 sier noe ganske generelt om saken: «Jeg kunne jo ramse opp alle ... alle emner og temaer innenfor matematikken». Hen sier ikke noe om hvilke kompetanser hen mener går inn under temaene, og heller ikke noe om hva *emner og temaer* refererer til. Jeg tolker utsagnet som at læreren tenker på matematiske tema som for eksempel algebra, geometri, statistikk og lignende. En annen lærer, L2, snakker også om ulike temaer innenfor matematikk. Hen sier:

*En ting er jo ... å kunne ... reglene. Altså, innenfor mange forskjellige emner innenfor matematikken, da, og å liksom klare å anvende de reglene. Og så er det å kunne ... kommunisere ... anvendelsen, kanskje, at man skal kunne ...*

*forklare hva man har gjort, eller forklare sammenhengen, eller hvorfor det blir sånn og ikke sånn.*

Læreren sier altså at det er det å kunne reglene innenfor ulike matematiske emner som er viktig, å kunne anvende reglene og å kunne forklare hvordan man har brukt reglene for å få det resultatet som man har fått. Regler innenfor ulike emner kan her tolkes som algoritmer, konsepter og/eller løsningsstrategier. Det kan også tenkes at det er dette L1 mente da hen snakket om ulike temaer innenfor matematikk. Når læreren videre trekker fram det å kommunisere anvendelsene kan man tolke det som å kunne muntlig, skriftlig eller visuelt forklare en lærer eller en medelev hvordan en har tenkt og hvordan en har brukt algoritmer for å komme fram til et spesifikt resultat. Videre snakker L2 om å kommunisere anvendelsen og forklare sammenhenger. Læreren snakker altså slik jeg tolker det om å kunne beherske algoritmer, konsepter og løsningsstrategier innenfor ulike matematiske tema og om å kommunisere om bruken av dem. Skovsmose sitt perspektiv sier ikke noe om matematiske emner, men det å beherske algoritmer, konsepter og løsningsstrategier i ulike matematiske tema inngår nok i matematisk kyndighet. Fordi lærerne fortsatt snakker om å kunne og anvende regler vil utsagnene om matematiske tema også bli plassert under regnekyndighet. L2 er den eneste som sier noe om kommunikasjon i sammenheng med å beherske algoritmer. Å kommunisere kan ses som en viktig del av alle Skovsmoses kategorier. Fordi læreren snakker om å kommunisere om anvendelse av regler og algoritmer vil også kommunikasjonsdelen bli plassert under Skovsmoses regnekyndighet.

Både L3 og L4 legger stor vekt på det å kunne bruke matematikk. Begge to nevner ordet *bruke* eller *anvende* flere ganger. For eksempel sier L3: «Jeg tenker jo at det handler ... om å ikke bare kunne pugge ting, men å kunne bruke det og så forstå det. Å kunne se fordeler og ulike, med ulike typer ... ting man bruker». Her nevner læreren å kunne bruke matematikk og å forstå det, og å se fordeler med forskjellige typer ting. Hva *ting* refererer til er uvisst, men ut fra sammenhengen tolker jeg det som at det kan referere til måter å bruke matematikk, som blant annet løsningsmetoder eller fremstillingsmetoder som for eksempel modeller eller grafiske fremstillinger. Å kunne bruke matematiske fremgangsmåter og velge mellom dem ligger under Skovsmoses regnekyndighet. Derfor blir dette utsagnet plassert under kategorien regnekyndighet i Skovsmoses perspektiv.

Både L1, L2 og L3 nevner at det er viktig å kunne bruke matematikk i ulike situasjoner. For eksempel sier L1:

*At du kan bruke kompetansen din ... måter å regne på ... i forskjellige situasjoner. Sant. At ikke du bare har noen sånne fastlåste typer oppgaver du kan løse. For eksempel prosentregning: at du kan bruke prosentregning i ... mange forskjellige situasjoner.*

L2 sier også noe lignende:

*Å kunne liksom bruke det i forskjellige ... bruke de kunnskapene man har i forskjellige situasjoner, da, om det er liksom å løse en teoretisk oppgave eller en praktisk oppgave, eller ... ja. Jeg vet ikke. Så det er jo ... mange ting man ... må ... ja. Så har man både skriftlig og muntlig.*

Både L1 og L2 snakker altså om å bruke matematikk i ulike situasjoner. L1 gir et eksempel på tema når hen nevner prosentregning, men spesifiserer ikke *situasjoner* ytterligere. L2 nevner imidlertid at oppgaver kan være både teoretiske og praktiske. Å bruke algoritmer og regneregler i teoretiske sammenhenger handler om det jeg tidligere har beskrevet som regnekyndighet innenfor Skovsmose sitt perspektiv. Å bruke det i praktiske sammenhenger handler mer om selvstendig bruk av matematikken, omformulering av reelle situasjoner til matematikk og bruke matematikken i praktiske sammenhenger. Denne bruken av matematikk kan falle inn under både regnekyndighet og kyndighet til å anvende matematikk. Fordi L2 snakker om både teoretiske og praktiske situasjoner, og fordi L1 ikke presiserer hvilke situasjoner det er snakk om, har jeg valgt å plassere begge utsagnene under kategoriene regnekyndighet og kyndighet i anvendelse av matematikk. Videre nevner L2 at man både har skriftlig og muntlig. Hva læreren mener med det er uvisst, men en måte å tolke det på er at læreren henviser til måter å uttrykke seg om det en har gjort, altså å kommunisere resultatene sine og veien mot å finne dem. Å kommunisere teoretiske resultater hører inn under regnekyndighet. Å kommunisere om praktisk anvendelse av matematikken, enten skriftlig, muntlig eller visuelt, hører imidlertid inn under kyndighet til å anvende matematikk.

L4 snakker ikke bare om å bruke matematikk og å forstå det, men også om å se nytten av det. Hen sier: «Men det handler jo rett og slett om å kunne bruke matematikk, da. For meg, altså, det er det det handler om, å kunne ... se ... nytten». Å se nytten av matematikken kan plasseres i ulike kategorier, avhengig av hva slags matematikk og hvilken nytte læreren mener. Tolker



man det som at nytten av en algoritme er å komme fram til et svar, vil dette utsagnet kunne kategoriseres under regnekyndighet. Hvis man derimot tenker på nytten som algoritmen og løsningen gir i en utenommatematisk sammenheng, kan det kategoriseres innenfor kyndighet i å anvende matematikken. L4 gir selv et eksempel på nytte av matematikk i en utenommatematisk kontekst: «Altså, det å kunne ... det å kunne doble en oppskrift, det er også matematisk kompetanse». Å doble en oppskrift er en matematisk beregning, noe som handler om å beherske formler, og kan dermed falle inn under regnekyndighet. Idet man tar i bruk den doblede oppskriften og tilbereder mat ved hjelp av den får matematikken en praktisk nytte i en ikke-matematisk sammenheng. Matematikken blir brukt i en praktisk ikke-matematisk sammenheng. Er det en slik form for nytte læreren snakker om, vil altså det å se nytten kunne plasseres under kyndighet i anvendelse av matematikk. Ser man nytten av bruk av matematikk i samfunnet kan det gå under kyndighet til å reflektere over matematikkens rolle. L4 kobler senere i intervjuet matematisk kompetanse opp mot medborgerskap og snakker om det å bruke sin matematiske kompetanse til å ikke la seg lure og å tenke over om informasjon man får høres fornuftig ut, noe som handler om kritisk kompetanse. Hva læreren mener med å se nytten kan dermed også tolkes å handle om kyndighet til å reflektere over matematikkens rolle. Fordi læreren kan mene alle disse tre aspektene av å *se nytten* plasserer jeg utsagnet under alle tre kategoriene regnekyndighet, kyndighet i å anvende matematikk og å reflektere over matematikkens rolle. Utsagnet kan altså handle om aspekter innenfor alle Skovsmoses tre kategorier.

L2 snakker videre om å tolke og å være kritisk til svarene man får:

*Så er det å kunne ... putte det inn i mange forskjellige sammenhenger, og selvfølgelig da ... forklare det. Men også selvfølgelig tolke ... og analysere opplysninger man får, da. Ja. Og å være kritisk, kanskje, til svarene man får, eller ... opplysningene andre gir.*

I dette sitatet får man et mer tydelig eksempel som viser at det kan være kommunikasjon læreren siktet til da hen skrev «skriftlig og muntlig» i forrige sitat. Hen sier altså at matematisk kompetanse handler om å bruke matematikk i ulike sammenhenger og om å kunne forklare det en har gjort. Å forklare hvordan en har anvendt matematikken er en del av skovsmose sin kyndighet til å anvende matematikk. Videre skriver L2 at det å tolke og analysere opplysninger er del av matematisk kompetanse. Både L1 og L4 nevner også evne til å kunne lese, og til å tolke det du leser. L3 nevner også at å «tolke ting» er del av matematisk

kompetanse. Hva *ting* kan være er vanskelig å si, men jeg tolker det som at det kan bety å tolke matematisk informasjon. Å tolke og forstå matematisk språk er en del av regnekyndighet, mens å fortolke modeller opp mot en reell situasjon hører inn under kyndighet til anvendelse av matematikk. Fordi læreren sier at man skal tolke opplysninger man får, tolker jeg det som at opplysningene går innunder matematisk språk og at tolkningen dermed har med regnekyndighet å gjøre. Å være kritisk til svarene man får passer inn under å evaluere validiteten av et resultat. Denne kategorien har jeg valgt å plassere både innen regnekyndighet og kyndighet i anvendelse av matematikk, blant annet fordi det kommer litt an på hva slags svar og opplysninger man skal evaluere. L3 nevner også kritisk tenkning, men dette gjøres under spørsmålet om hvilken matematisk kompetanse hen tenker at elevene fikk gjennom et prosjekt. Da sier hen: «Tror de ... ble flinkere til å tenke litt sånn kritisk rundt matematikken». Dette utsagnet er litt generelt, men det kan tolkes som at L3 også tenker på kritisk refleksjon rundt de svarene man får. Jeg har derfor også plassert dette utsagnet under Skovsmoses to første kategorier.

L1 nevner også at det er viktig å reflektere. Hen skriver at «det å kunne bruke matematikkunnskapene sine i forskjellige situasjoner og forskjellige ... ja, oppgaver, og kunne reflektere over hva det forteller deg» er en del av matematisk kompetanse. Her trekker L1 inn et viktig element i Skovsmose sitt perspektiv; refleksjon. Hva læreren konkret mener at det skal reflekteres over er imidlertid litt uklart. Om læreren mener refleksjon i teoretiske sammenhenger, rundt korrektheten av matematiske resultater, vil sitatet kunne kategoriseres under regnekyndighet. Dersom læreren mener refleksjon i praktiske sammenhenger, og over de matematiske resultatene i sammenheng med den originale reelle situasjonen, vil det kunne havne inn under kyndighet i anvendelse av matematikk. Hvis læreren mener refleksjon over hvordan matematikken bidrar til å påvirke måten man ser på en reell situasjon vil det handle om matematikkens funksjon i samfunnet, og dermed kunne kategoriseres i Skovsmoses tredje kategori: kyndighet i å reflektere over matematikkens rolle. Refleksjonen kan altså handle om både teoretiske og praktiske sammenhenger og være på flere ulike nivåer. Jeg har derfor valgt å plassere dette utsagnet om refleksjon under alle tre kategoriene: regnekyndighet, kyndighet i å anvende matematikk og kyndighet i å reflektere over matematikkens rolle.

Et interessant poeng som blir trukket frem av en av lærerne handler om sammenhengen mellom regnekyndighet og kyndighet i anvendelse av matematikk. L4 sier:

*La oss si du skal være bussjåfør, da. ... Og da trenger du også masse matematisk kompetanse, men det er ikke sikkert at det er sånn kjempeviktig at du klarer å flytte rundt på ting i en formel. Sant, men hvis du skal ... ta ... matematikk på videregående og skal ta ... hva heter den da? R-matte eller sånne ting, og så skal du gå videre på universitet og ta matematikk, fysikk eller ingeniørfag, eller bli matematikklærer, eller hva det måtte være, så ... så trenger jo du på en måte den ... forståelsen som ikke bare er praktisk, da. Som også er teoretisk. Så liksom ... det er et litt sånn skille der, tenker jeg. ... selv om det er veldig ... altså, det er veldig mange yrker som trenger å kunne formelregning, for eksempel, altså sykepleiere og snekkere, og elektrikere og ... sånt. Så ... ja. Nei, det ... kompetanse handler alltid om anvendelse, tenker jeg.*

For det første snakker læreren her om at elever kommer til å trenge ulike matematiske kompetanser i yrkeslivet. Hen eksemplifiserer med at de som kommer til å arbeide som bussjåfører trenger en mer praktisk matematisk forståelse enn teoretisk, mens de som skal arbeide som ingeniører trenger en mer teoretisk forståelse. For eksempel sier L4 at en elektriker trenger å kunne endre på formler, men at en bussjåfør ikke trenger det. En bussjåfør trenger imidlertid andre former for matematisk kompetanse, da ofte mer praktiske kompetanser, indikerer L4. Å flytte på elementer i en formel er noe man gjør når man regner med likninger eller dersom man skal endre på en algoritme. Dermed kan denne matematiske ferdigheten kategoriseres under Skovsmoses regnekyndighet. Men dersom en elektriker bruker en formel til å finne løsninger på hvordan strømmen kan legges opp i et hus, anvender hen den matematiske kompetansen. Det læreren indirekte sier, er dermed kanskje at det kreves ulike former for regnekyndighet for å kunne anvende matematikken på ulike måter. Både elektriker og bussjåføren anvender matematikk, men elektriker trenger kanskje å ha en større forståelse for algoritmer og matematiske regler, altså en mer utviklet regnekyndighet, for å kunne anvende matematikken i arbeidet sitt enn det bussjåføren trenger. Videre skriver L4 at «hvis du har matematisk kompetanse i den abstrakte verden, så har du mest sannsynlig så god forståelse at du også klarer å doble en oppskrift, da». Den abstrakte verden kan tolkes å handle om regnekyndighet; altså matematikk uten tilknytning til den virkelige verden. Det å doble en oppskrift kan handle om regnekyndighet, mens å bruke den fordoblede oppskriften i matlaging vil kategoriseres som kyndighet i å anvende matematikk. Læreren indikerer dermed at det innenfor regnekyndighet finnes ulike former for matematisk kompetanse, og at ikke alle nødvendigvis trenger å mestre alt for å klare seg i livet.

L3 snakker om at det er viktig at elevene forstår hvorfor de skal lære matematikken. Hen skriver:

*Og så kanskje litt med det at ... det ikke alltid bare er oppgaver og et fasitsvar. Som de gjerne har som oppfatning. At man, at man kan bruke matematikken, og trenger matematikken i større grad enn det man ... De lurer jo veldig ofte på hvorfor de skal lære ting.*

For det første sier L3 at elever kan oppfatte at matematikk kun består av oppgaver og fasitsvar, og indikerer at det er viktig at de forstår at matematikk handler om mer enn det. Hen skriver at man «trenger matematikken i større grad enn det man ...». Slik jeg tolker denne setningen vil det være naturlig at den sluttet med *enn det man tror* eller noe lignende. Gjennom å lære hvordan matematikk kan brukes og spiller en rolle i samfunnet kan kanskje elevene få en bedre forståelse for hvorfor de trenger matematikk. Jeg tolker dermed at utsagnet handler om evnen til å se hvordan matematikk har relevans i ikke-matematiske sammenhenger, som kan plasseres under kyndighet til å reflektere over matematikkens rolle.

Å bruke matematikk i forskjellige situasjoner kan også ha med kyndighet i å reflektere over matematikkens rolle å gjøre. L1 sier:

*Det viktigste er kanskje det å kunne bruke kunnskapen sin i forskjellige situasjoner, egentlig. Ja. At ikke du bare lærer deg på en måte en måte å løse en oppgave, og så klarer ikke du å bruke den kompetansen i en ny ... type oppgave, eller en ny ordlyd i en oppgave, eller en ny setting eller ... i en ny sammenheng. Og det skjer jo av og til når du ... har matematikk i naturfag, for eksempel. Sant, vi har, i naturfag så har vi alltid hatt om vei, fart og tid, for eksempel, sant. Og da: ei, skal vi ha matematikk nå? Og så har de glemt hva vei, fart og tid var, for det har vi kanskje jobbet med i matematikken for en måned siden. Vet du, når vi da tar det opp i naturfagen, da, da er det helt: uææ, hva ... dette har vi aldri hatt om før! Sant. Så det å, å kunne se – og det er vel ... jeg opplever i hvert fall at det er jo det som på en måte skiller ... elever med god matematisk kompetanse, for de ser det med en gang. Altså, de vet: åja, dette kan jeg, dette kan jeg bruke. Mens ... svakere elever, de sliter med det. Og da har ikke de den kompetansen i faget.*

Her gir L1 et godt eksempel på at elever ikke reflekterer over matematikkens rolle. Når elever ikke klarer å se sammenhenger mellom matematikken i matematikkfaget og matematikken i naturfag, vitner det om mangel på kyndighet i å reflektere over matematikkens rolle. Elevene som læreren beskriver klarer ikke å koble at å regne med vei, fart og tid handler om det samme i matematikk som i naturfag. Læreren beskriver elevene som klarer å se denne sammenhengen og som klarer å bruke det de har lært i matematikk til å lære i naturfag, som elever med god matematisk kompetanse. Kyndighet til å reflektere over matematikkens rolle i Skovsmoses perspektiv handler om å reflektere over hvordan matematikken påvirker samfunnet vi lever i. Når elever ikke ser sammenhengen mellom de matematiske algoritmene om vei, fart og tid som brukes i matematikkfaget og en tenkt situasjon om vei, fart og tid i naturfag vitner det om at elevene mangler evnen til å se hvordan matematikk spiller en rolle i samfunnet. L1 vektlegger altså en forståelse for matematikkens bruk i andre kontekster når hen beskriver matematisk kompetanse.

L4 snakker om matematisk kompetanse i sammenheng med medborgerskap. Hen sier:

*Hvis vi skal knytte dette litt opp mot medborgerskap, for eksempel, og demokrati og sånt, så er det jo det der å kunne ... ikke bli lurt, da. Sant ... vite når ting høres fornuftig ut. Henger dette på greip, liksom? Og hva egentlig sier disse tallene?*

Fordi medborgerskap blir nevnt i sitatet er det trolig at læreren tenker på det å forstå matematikk som er anvendt i samfunnet. L4 snakker om at det er viktig å ikke bli lurt, og å tenke over hva som virker fornuftig. Læreren nevner dermed faktorer som har med kritisk kompetanse og refleksjon over matematikk i samfunnet å gjøre. Læreren er altså inne på dette med kyndighet i å reflektere over matematikkens rolle i samfunnet. Derfor har jeg valgt å plassere dette sitatet under Skovsmoses tredje kategori, som handler om å reflektere over matematikkens rolle.

### 6.1.1.1 Oppsummering

Hva lærerne legger i begrepet matematisk kompetanse varierer altså litt. Alle lærerne nevner noe innenfor Skovsmoses regnekyndighet. De fleste er enige om at matematisk kompetanse innebærer å beherske matematiske algoritmer, kunne gjøre utregninger og velge løsningsstrategier. De er også enige om at det også innebærer å bruke matematikk i teoretiske

og praktiske situasjoner, en ferdighet som kan helle litt mot kyndighet i å anvende matematikk. L2 nevner også kommunikasjon som en del av matematisk kompetanse. Kommunikasjonen som blir nevnt kan plasseres under regnekyndighet og kyndighet i anvendelse av matematikk. Innenfor kyndighet i å reflektere over matematikkens rolle er det tre lærere som nevner ferdigheter; L4 knytter matematisk kompetanse opp mot medborgerskap og gir eksempler på kritiske spørsmål til matematikkens funksjon og bruk. L1 og L3 nevner at det er viktig å kunne se sammenhenger når matematikk brukes innenfor andre fagdisipliner, for eksempel når man skal arbeide med matematiske formler i naturfag. Videre sier L1 at det også er viktig å reflektere over hva svarene forteller deg, noe som kan være relevant innenfor alle de tre kategoriene til Skovsmose.

## **6.2 ANALYSE MED UTGANGSPUNKT I DET HELHETLIGE**

### **RAMMEVERKET**

Ut fra analysen over har jeg i tabellen under satt de ulike kjennetegnene fra de teoretiske perspektivene opp mot kjennetegnene som nevnes i datamaterialet:

**Tabell 2: Lærernes begrep om matematisk kompetanse**

Kjennetegn	Skovsmose			Ern-est			Bredberg			Niss og Jensen			OECD		Kilpatrick et al		TIMSS		Hjelpemiddel	L1	L2	L3	L4								
	Tankegang	Kunne	Prosedyremessig flyt	Problembehandling	Problemløsning	Anvende	Strategisk kompetanse	Representasjon	Representasjon	Matematisering	Symbolpråk	Symbol	Kvantitativ literasitet	Regnekyndighet	Matematisk myndiggjøring	Konseptuell forståelse	Resonnere	Anvende						Modellering	Reflektere	Kommunikasjon	Situasjonstlp. res.	Resonnement	Resonnering og argumentasjon	Produktiv mat. kompetanse	Verktøy
Beherske formler, regler, algoritmer og språk	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x												x	x	x	x	
Formulere og løse åpne og lukkede problemer				x	x	x	x	x	x				x	x	x	x													x	x	x
Velge og utforme problemløsningsstrategier			x		x								x	x	x														x	x	x
Bruke matematikk i teoretiske og praktiske situasjoner					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												x	x	x
Være kritisk til og evaluere svarene man får													x	x	x	x													x	x	x
Analysere og reflektere over holdbarhet og konsekvenser													x	x			x	x	x										x		x
Se sammenhenger mellom nytt og gammelt lærestoff og															x			x											x		x
Kommunisere om praktisk anvendelse av matematikk										x	x					x	x		x	x	x	x	x	x					x		
Kritisk reflektere over fornuft i løsninger og over												x				x			x										x		x
Kommunisere anvendelse av algoritmer og om grunnleggende konsepter												x	x								x	x	x						x		
Forstå matematiske konsepter												x	x	x	x																
Fortolke modeller i forhold til reell situasjon												x							x	x											
Forstå og produsere matematiske bevis														x														x	x		
Resonnere																	x	x											x	x	x
Kommunisere om egne og andres refleksjoner																	x		x									x	x	x	
Kunnskap om hjelpemidler																													x	x	
Bruke hjelpemidler på en selvstendig måte																													x	x	

Tabellen viser de ulike delkompetansene fra de ulike teoretiske perspektivene og kjennetegnene på en slik måte at den visuelt fremstiller både hvilke kjennetegn lærerne legger i matematisk kompetanse og hvilke teoretiske kompetanser kjennetegnene kan knyttes opp mot. Fremstillingen tar utgangspunkt i antall kjennetegn som flest lærere nevner innenfor de ulike kompetansene. Kompetanser som har mange kjennetegn, vil dermed ha større sannsynlighet for å ikke bli fullstendig dekket av lærernes beskrivelser. Jeg har forsøkt å legge opp tabellen slik at kompetansene lengst til venstre er de kompetansene som samsvarer mest med lærernes beskrivelser. Rekkefølgen av kompetanser er som følge av dette en annen enn rekkefølgen i det tidligere presenterte analyseverktøyet (tabell 1). Under tabellen vises en oversikt hvilke kjennetegn hver enkelt lærer vektlegger, hvor mørk blå rute betyr at lærerens beskrivelse samsvarer fullstendig med kompetansen, grå rute betyr at kompetansen ikke samsvarer med lærerens oppfatning, mens lys blå rute betyr at et eller flere av kjennetegnene for kompetansen er samsvarer med lærerens beskrivelse.

Når man ser på hvilke teoretiske perspektiver lærernes beskrivelser av matematisk kompetanse samsvarer med, kan man se at de fleste teoretiske perspektivene har kategoriene sine delt jevnt utover. Niss og Jensen, OECD og Kilpatrick et al. sine kompetanser er tydelig spredt ut over hele feltet. Skovsmose og Ernest sine kompetanser ligger tett opptil hverandre og relativt nærme midten; altså samsvarer kompetansene delvis med lærernes beskrivelser. Bredberg sitt perspektiv ligger også på midten samsvarer i stor grad med flere av lærernes beskrivelser. TIMSS sitt kompetansebegrep er kanskje det som samsvarer mest med lærernes beskrivelser, da det ligger fra midten og mot venstre, og kun har to kjennetegn som ikke nevnes av noen lærere.

Som man kan se av tabell 2 har de aller fleste kompetansene kjennetegn som samsvarer med fleste lærernes oppfatninger. Videre kan man se at alle fire lærernes beskrivelser samsvarer med to av Niss og Jensen sine kompetanser (tankegangskompetanse og problemløsningskompetanse) og en delkompetanse fra tre andre teoretiske perspektiver; TIMSS sin *å kunne*, Kilpatrick et al. sin *prosedyremessig flyt* og OECD sin *problemløsning*. Lærerne er altså alle enige i at det å kunne bruke algoritmer og å løse problemer og å kunne velge problemløsningsstrategier er del av matematisk kompetanse. L1, L2 og L3 er videre enige om at Niss og Jensen og OECD sine representasjonskompetanser, OECD sin matematisering og Kilpatrick et al. sin konseptuelle forståelse er del av matematisk kompetanse. Kompetansene som ligger mot midten, er det mer delte meninger om.

To av kompetansene samsvarer ikke med noen av lærernes beskrivelser; nemlig Niss og Jensens hjelpemiddelkompetanse og OECD sin bruk av matematiske verktøy. Hvorfor lærerne ikke nevner dette kan det være flere grunner til. En mulighet er at de tar for gitt at bruk av verktøy går inn under andre former for kompetanse. En annen grunn kan være at de ikke tenkte på at bruk av hjelpemidler kunne være del av matematisk kompetanse i intervjusituasjonen, og at de kanskje ville nevnt det dersom de fikk tid til å forberede seg på spørsmålene på forhånd. En tredje mulighet kan være at lærerne ikke regner bruk av hjelpemidler og verktøy som en del av matematisk kompetanse.



## 7 ANALYSE FOR MULIGHETER OG UTFORDRINGER

I dette kapitlet vil jeg forsøke å identifisere hvilke muligheter og utfordringer lærerne ser ved å undervise tverrfaglig om bærekraft i sammenheng med matematikk. Ved gjennomgang av datamaterialet var det noen tema knyttet til muligheter og utfordringer som stakk seg spesielt ut. Det er disse temaene jeg har valgt å organisere analysen etter, og ikke kategoriene fra kodingen av datamaterialet. Oppsummeringen av analysen kommer i diskusjonskapitlet.

### 7.1 MULIGHETER OG UTFORDRINGER VED ENGASJEMENT OG MOTIVASJON

Arbeid med bærekraftig utvikling i sammenheng med matematikk kan ifølge L4 være engasjerende både for lærere og elever, noe som skaper muligheter for undervisningen. Hensier at ungdom i dag kan være enige i at tiltak må gjøres, men antyder imidlertid at det kan bli vanskelig for elevene idet tiltakene påvirker deres egne liv. L2 påpeker at en utfordring er at ikke alle elever er engasjerte i temaet eller enige i verdiene som fremmes, men at det likevel er mulig å arbeide med det, gjennom å for eksempel la elevene ytre sine meninger. L2 påpeker dermed det politiske aspektet av å undervise om bærekraft. Å la elever arbeide med klimatiltak selv om de har holdninger som ikke støtter opp under det kan kanskje bidra til holdningsendringer, skal man tro Sinnes (2015), som skriver at handlinger skaper holdninger. Holdningsendring er en tidkrevende og vanskelig prosess, og kan også ha noen etiske problemstillinger knyttet til seg. L2 er her inne på dilemmaet som Steffensen, Herheim og Rangnes (2018) skriver om. At elevinteresse både kan gi muligheter og utfordringer er noe Steffensen og Hansen (2019) også fremhever.

L3 foreslår at bruk av praktiske eksempler kan gjøre at elevene selv «ser litt mer nytten» av å løse problemene. At elevene ser *litt mer nytten* kan tolkes som at elevene opplever et større engasjement. At oppgaver som tar utgangspunkt i elevenes egen livsverden kan gjøre elevene nysgjerrige, er noe Klein (2020) påpeker. L3 eksemplifiserer med en oppgave hvor elevene selv kan samle informasjon om hvor mye de kan spare på å kjøpe brukt heller enn nytt. Oppgaven tar utgangspunkt i en reell situasjon og er dermed en autentisk oppgave, noe som ifølge Klein (2020) gir utgangspunkt for dybdeløring.

## 7.2 MULIGHETER OG UTFORDRINGER VED TVERRFAGLIGHET

Alle lærerne sier at tverrfaglige prosjekter gir muligheter for å undervise om bærekraftig utvikling. For eksempel sier L2 at det er et tema som «har veldig stort potensiale til tverrfaglighet.» Dette kan komme av at temaet i seg selv er av en tverrfaglig karakter. Undervisning for bærekraftig utvikling må ifølge Jeronen (2017) være tverrfaglig for at elevene skal kunne utvikle en helhetlig forståelse for temaet.

Flere av lærerne nevner andre fag som de tenker kan inkluderes i det tverrfaglige arbeidet. Naturfag er et fag som ifølge tre av lærerne gir gode muligheter til å arbeide med bærekraftig utvikling. L3 sier at hen tidligere har hatt mest fokus på spesielt klima i naturfag. L4 begrunner at dette er et naturlig valg:

*Sånn tradisjonelt så har det med bærekraft nok vært knyttet mer til naturfag enn til matematikk. Både fordi det kommer tydelig frem i kompetansemålene, sant, at de skal ... lære om drivhuseffekten, og de skal lære om effekten av ... global oppvarming, og ... de skal også lære mer om den lokale liksom ... hva har det å si for naturen og sånn ... holdt på å si, den gode, gammeldagse forurensingen.*

L4 trekker fram kompetansemålene i naturfag som begrunnelse for å undervise om bærekraft i naturfag. Hen argumenterer imidlertid ikke for hvorfor det ikke er blitt undervist så mye i temaet innenfor matematikk. Det kan kanskje ha sammenheng en utfordring som L1 påpeker, og som også blir fremhevet av Steffensen og Hansen (2019) om at det ikke er noen kompetansemål i matematikk som direkte blir knyttet opp mot bærekraftig utvikling.

L1 ser også muligheter for å kombinere naturfag og matematikk, men trekker også inn samfunnsfag som en mulighet. Hen sier: «Det er jo tre store fag som jeg mener ... bør gi et veldig godt grunnlag for å ha et tverrfaglig prosjekt med, i forbindelse med bærekraft». Læreren sier at fagene naturfag og samfunnsfag passer godt sammen med matematikk fordi det er mye matematikk i begge fagene. Matematiske tema som L1 nevner i denne sammenhengen er grafer, tabeller, tall, prosentregning og økonomi. L1 nevner imidlertid ikke på hvilke måter naturfag og samfunnsfag passer inn sammen med disse matematiske kategoriene. Grafer og diagrammer er kategorier som også nevnes av L3. Grafer og tabeller er tema som Steffensen og Hansen (2019) også fremhever. Kategoriene tall, prosentregning og

økonomi nevnes ikke eksplisitt i litteraturen, og blir dermed nye matematiske kategorier i denne analysen.

L3 gir uttrykk for en annen utfordring med å inkludere matematikk i tverrfaglige prosjekter:

*Vi har alltid hatt en ... utfordring med å få, på en måte ... matematikken til å ha tyngde utenom statistikkbiten i sånne tverrfaglige prosjekter. Jeg har inntrykk av at det er en del andre lærere som kanskje synes ... matte er litt vanskelig, og så er det statistikk som er greit, og så er det hvis du skal dra inn andre typer kompetanse da, så ... så har det vært litt vanskeligere ... Det hadde kanskje vært lettere hvis du hadde hatt prosjektet i matte og naturfag, der du hadde styrt det selv.*

For det første sier L1 at det hen ser muligheter ved å inkludere statistikk i det tverrfaglige arbeidet, men at andre matematiske emner er utfordrende å inkludere. Hvorfor det å inkludere andre emner er en utfordring forklares ikke. For det andre sier L1 at lærere som ikke har matematikk ofte synes at matematikk er litt vanskelig, og at å samarbeide med lærere som ikke har matematikk dermed kan gjøre det enda vanskeligere å trekke inn andre matematiske emner. Samarbeid med lærere som ikke har matematikk ses altså ifølge L3 som en utfordring når man skal inkludere faget i tverrfaglige prosjekter fordi de kanskje ikke føler seg komfortable med å inkludere matematikk. I sitatet uttrykker L3 at det kanskje kunne vært enklere å planlegge og gjennomføre et slikt prosjekt selv. I og med at læreren nevner matematikk og naturfag, og at hen kunne hatt prosjektet selv kan man gå ut fra at læreren underviser både i matematikk og naturfag, noe som kan være en årsak til at valget av fagkombinasjon virker naturlig. L3 nevner også at det kan være en utfordring at ikke alle lærere ønsker å jobbe tverrfaglig. Hen sier: «Det er jo alltid litt sånn variabelt hvor interesserte ulike faglærere er i å jobbe tverrfaglig». At andre lærere ikke er interesserte i tverrfaglig arbeid kan ses som en utfordring for de lærerne som ønsker et tverrfaglig samarbeid.

Å synliggjøre matematikkens rolle i tverrfaglige prosjekter er en utfordring som kan ha sammenheng med utfordringen med å arbeide sammen med andre faglærere. L3 sier:

*Det er det å finne de gode tverrfaglige prosjektene der ikke matematikken blir, på en måte usynlig, som er vanskelig ... Der det bare på en måte blir en liten tabell inni et regneark eller et eller annet.*

L3 sier at det er vanskelig å finne matematiske emner som passer i et tverrfaglig prosjekt om bærekraft uten at det blir en liten, nesten ubetydelig del av et større prosjekt. Utfordringen er å synliggjøre matematikken i de tverrfaglige prosjektene. Utfordringen med at lærere i andre fag ikke ønsker å inkludere matematikk i prosjektene kan kanskje føre til at det også blir vanskelig å få matematikken til å spille en stor rolle.

En annen årsak til at det kan være vanskelig å synliggjøre matematikken handler om matematikklæreres omstilling. L4 sier:

*Det første er jo selvfølgelig en litt sånn kreativ bit. Hvordan skal man gripe det an? At matematikkundervisningen ofte er veldig tradisjonell ... og ... at man må liksom tørre å frigi seg litt fra det, da. (...) Og så tenker jeg at det kan stå i noen tilfeller litt på kompetanse; altså at man ikke helt ... ja, at man kjenner at det er vanskelig i matematikken og bærekraft. (...) Altså, hvis du er matematikklærer, så finnes det jo liksom oppgaver, og det finnes opplegg for det meste, på en måte, da. Så du kan liksom søke og finne og få ideer og sånt. Men, sant ... foreløpig så er det jo ikke akkurat sånn at det ligger masse ute på disse tingene her.*

L4 snakker her om at det kan være en utfordring å vite hvordan man skal gå frem når man skal undervise i matematikk i sammenheng med bærekraft. Hen oppgir flere grunner til dette; for det første sier hen at det å løsrive seg fra den tradisjonelle matematikkundervisningen kan være utfordrende. Tradisjonell matematikkundervisning kan tolkes å være typisk oppgaveløsning innenfor oppgaveparadigmet som skal løses ved bruk av faste algoritmer og som har et fasitsvar. Når L4 sier at man må frigi seg fra dette kan man tolke det som at hen mener at det kreves en annen tilnærming til matematikk når man skal arbeide med bærekraftig utvikling. Problemløsning er et eksempel på en matematisk tilnærming som ikke må løses på en bestemt måte, og som ofte ikke har fasitsvar. Videre sier L4 at det ikke finnes mange opplegg for å arbeide med matematikk på en slik måte, noe som fører til at matematikklærere står alene om å utvikle en slik form for matematikkundervisning. L4 uttrykker altså at det å tilpasse seg en ikke-tradisjonell måte å drive matematikkundervisning og mangelen på

pedagogiske ressurser er utfordringer som matematikklærere kan møte på når de skal undervise om bærekraft i sammenheng med matematikk. Mangel på pedagogiske ressurser er en utfordring som også fremheves av Steffensen og Hansen (2019).

L2 presenterer en måte å legge opp skoleåret for å inkludere de tverrfaglige temaene. Hen sier:

*I år så har vi sånn tre ... perioder, året er delt inn i tre perioder. Og den første, eneste vi har hatt hittil i år, er demokrati og medborgerskap ... sånn at bærekraft kommer egentlig ikke før på slutten av året. (...) Men det er vel for at ... det skal bli lettere for fagene å innrette seg etter hverandre, på en måte.*

L2 indikerer at det før var en utfordring å arbeide strukturert med de nye læreplanene og de tverrfaglige temaene. Hen sier videre at denne utfordringen ble løst ved å dele skoleåret inn i tre perioder; en for hvert av de tverrfaglige temaene. Læreren uttrykker at hen synes at det er enklere å arbeide med de tverrfaglige temaene når skoleåret er delt inn slik at ett av temaene er hovedfokus. Det kan kanskje være fordi det er enklere å planlegge undervisningen når man har det klart for seg hvilket tema man skal fokusere på. I tillegg sier L2 at det blir lettere for fagene å innrette seg etter hverandre når skoleåret er delt opp på en slik måte. Når alle fag arbeider med det samme overordnede temaet vil det automatisk oppstå en fagkobling, noe Bolstad (2020) beskriver som den enkleste formen for tverrfaglighet. Elevene får dermed arbeide med det samme temaet i flere fag uten at fagene nødvendigvis samarbeider noe mer enn det. En slik oppdeling av skoleåret kan gjøre at mye av undervisningen blir tverrfaglig, uten at det krever for mye planlegging og samarbeid mellom lærere. At lærere innenfor ulike fagdisipliner allerede arbeider med det samme temaet, kan også danne et godt utgangspunkt for ytterligere samarbeid og mer avanserte former for tverrfaglighet.

Mens L3 uttrykker at samarbeid med lærere som ikke selv har matematikk kan være en utfordring uttrykker L4 at samarbeid med dem kan være en ressurs. Hen sier:

*Det som jeg har aller mest lyst til, det er jo ... å samarbeide med andre lærere, andre ... andre fag. Og det gir ganske store muligheter ... og det er jo sånn at også lærerne i de andre fagene har en matematikk-kompetanse, altså ... de har en annen matematikk-kompetanse. Altså, de har en annen, det er ikke sikkert de tenker på det som matematikk-kompetanse, men de har en kompetanse som kan være viktig å ta med seg inn i matematikken.*

L4 påpeker at lærere som ikke underviser i matematikk også har en matematisk kompetanse som kan være viktig å få med inn i arbeidet. Hen forklarer ikke hvilken matematisk kompetanse hen tenker at disse lærerne har. Ut fra L4 sin uttalelse over kan det kanskje tenkes at L4 mener at perspektiver på matematikk fra andre fagdisipliner kan være en ressurs dersom matematikklæreren er vant til en bestemt måte å drive matematikkundervisning. Et blikk på matematikken med nye briller fra et annet fagfelt kan kanskje åpne opp for å se nye måter å anvende matematikken. Å samarbeide tverrfaglig med lærere fra andre fagdisipliner er en mulighet som ifølge L4 kan ses som en ressurs for matematikklærere i arbeidet med å inkludere matematikk i tverrfaglige prosjekter.

### 7.2.1.1 Oppsummering

Muligheter som blir uttrykt i sammenheng med tverrfaglig arbeid er at temaet bærekraftig utvikling kan være engasjerende og godt egnet for tverrfaglig arbeid. Naturfag og samfunnsfag blir løftet fram som godt egnede fag for slikt tverrfaglig arbeid. Matematiske temaer som nevnes i sammenheng med tverrfaglig arbeid er statistikk, grafer, tabeller, tall, prosentregning og økonomi. En lærer uttrykker at det er en utfordring å inkludere andre matematiske emner enn statistikk i tverrfaglig arbeid om bærekraft, noe som har sammenheng med utfordringen om at det ikke finnes noen kompetansemål som eksplisitt binder matematikk og bærekraftig utvikling sammen.

En av lærerne trekker fram muligheten til å legge opp skoleåret slik at det fokuseres på ett tverrfaglig tema om gangen i alle fag. Slik kan undervisningen få en grad av tverrfaglighet uten at det krever for mye samarbeid mellom lærere. Samarbeid med lærere som ikke har matematikk som fag ses som både en utfordring og en mulighet. Utfordringene handler om at ikke alle ønsker å arbeide tverrfaglig eller med matematikk. Muligheten er at lærere fra andre fagdisipliner har andre former for matematisk kompetanse, noe som kan ses som en ressurs. Å se matematikk fra nye perspektiver kan kanskje bidra til at matematikklærere kan løse utfordringen med å finne nye måter å undervise i matematikk på, og dermed også bidra til at behovet for pedagogiske ressurser utenfra blir mindre.

## 7.3 MULIGHETER VED UTEUNDERVISNING

I tillegg til å nevne tverrfaglighet nevner L2 at temaet bærekraftig utvikling også har potensiale for utflukter og praktiske prosjekter utendørs. Hen sier: «Jeg ser også for meg at

det har potensiale til ... litt sånn type ... utflukter og ... praktisk gjennomførbare prosjekter ute, altså, ja. I verden, på en måte.» Ifølge Sinnes (2015) inkluderer uteundervisning all undervisning som skjer et annet sted enn i klasserommet. Utflukter og praktiske prosjekter utendørs er dermed eksempler på uteundervisning. Alle lærerne nevner i løpet av intervjuet en eller flere former for uteundervisning som mulighet for å arbeide med bærekraftig utvikling og matematikk. For eksempel sier L3:

*Jeg kunne jo ha ... tenkt meg å besøke en eller annen bedrift eller et eller annet som gjorde et eller annet bærekraftig. Hatt en type samarbeidsprosjekt med dem ... og fått litt tall fra dem som vi kunne ha regnet på videre, for eksempel ... Som på en måte oppleves som autentiske av elevene. Og så tror jeg det er viktig å ha ... på en måte, en introduksjonsfase og en hoved – før kanskje du går på dette besøket, da. Så de har en del sånn faktakunnskap på plass i forkant. ... Og så kanskje litt sånne småoppgaver underveis, i løpet av prosjektet.*

L3 snakker om å besøke bedrifter eller lignende, og å få tallmateriale fra dem som man kan arbeide videre med i klasserommet. Å besøke bedrifter og å få autentisk tallmateriale fra dem uttrykkes som noe positivt og kan ses som en mulighet. Bedriftsbesøk er noe alle lærerne foreslår. Blant annet foreslår både L1 og L4 å besøke søppelforbrenningsanlegg. L3 påpeker i sitatet at det å ha en introduksjonsfase før man besøker bedriften er viktig. Sinnes (2015) skriver også at uteundervisning gjerne kan startes opp og avsluttes i klasserommet. Uteundervisningen trenger altså ikke utelukkende å skje utenfor klasserommet. Når elevene som L3 snakker om har besøkt bedriften og fått tak i tallmateriale kan de dermed fortsette uteundervisningen i klasserommet etter besøket, noe også L3 indikerer. Både L2 og L4 foreslår også andre varianter av uteundervisning. L4 foreslår å se på isbreer som trekker seg tilbake, mens L2 foreslår å anlegge skolehage. L4 nevner ikke bare uteundervisning som en mulighet, men knytter det opp mot elevenes motivasjon:

*Jeg vet elevene blir utrolig motiverte av å få lov å komme ut og besøke steder og se ting. (...) Jeg vil liksom knytte det til med noe som de har et forhold til, da. Det hadde jeg syntes var stilig, og jeg vet at det motiverer elevene.*

Uteundervisning er ifølge L4 motiverende for elevene blant annet fordi det kan knytte lærestoffet til noe som elevene allerede har et forhold til. L4 foreslår også at elevene kan gjennomføre prosjekter hjemme:

*Det har vi faktisk hatt, det var kanskje i naturfag, der vi registrerte emballasje. Altså hjemme så de på emballasje, da, på ting som de hadde. Hvordan det var emballert, og hvordan det ble sortert og sånne ting som det der. (...) Sånne type eksperimenter og sånt, da, at de gjør egne registreringer og ... på en måte må kommunisere og presentere rundt det de har funnet, da. Det tenker jeg at vi kan bruke matematikk til.*

L4 trekker her frem muligheten til å gjøre prosjekter hjemme. Å gjøre registreringer og presentere funnene kan ifølge læreren inkludere bruk av matematikk. Produkter som elevene selv og familien bruker er noe elevene på forhånd har et forhold til, noe som kanskje kan gjøre oppgaven mer motiverende for elevene. Ifølge Klein (2020) kan det være en god idé å ta utgangspunkt i noe elevene allerede kjenner til når man skal undervise om bærekraft. Jeronen et al. (2017) skriver at autentiske erfaringer kan føre til at elevenes egne følelser settes i spill, noe som bidrar til dypere læring. Både litteraturen og lærerne er altså enige i at uteundervisning er en mulighet som kan passe godt når man skal undervise i bærekraftig utvikling.

### 7.3.1.1 Oppsummering

Alle lærerne nevner en eller flere former for uteundervisning som en mulighet. Det blir trukket fram at det kan være motiverende for elever å reise bort fra skolen og få erfaringer som kan brukes som utgangspunkt for å formulere autentiske problemstillinger. Å besøke bedrifter, se på isbreer og gjøre undersøkelser hjemme er eksempler på uteundervisning som lærerne gir. At det kan være viktig å starte og avslutte uteundervisningen i klasserommet er også et poeng som blir nevnt.

## 7.4 MULIGHETER VED Å IGANGSETTE TILTAK FOR EN BÆREKRAFTIG UTVIKLING

Å sette i gang tiltak for en bærekraftig utvikling er noe flere av lærerne nevner som en mulighet når man skal undervise tverrfaglig i sammenheng med bærekraft og matematikk. Det er også en mulighet som nevnes av Steffensen og Hansen (2019). L2 kommer med noen eksempler når hen får spørsmål om hvordan hen helst ville lagt opp et prosjekt om bærekraft. Blant annet nevner hen at å la elevene forsøke å finne mer miljøvennlige løsninger på skolen er en mulighet. Hen eksemplifiserer med å finne alternativer til chromebooker, bøker og



kopier som de bruker på skolen. Kildesortering og kompost nevner hen også som mulige bærekraftige handlinger. Videre foreslår hen:

*For eksempel så måtte de tatt kantinen for seg. Bare: hva er det vi egentlig selger her? Vi kan jo ikke drive og selge god morgen-yoghurt, det er alt for mye emballasje, eller, altså. Bare liksom ... Ja ... vært seriøse på det, da, og så gjort det på ordentlig. Skjønner du hva jeg mener? ... Og det ... kunne man jo selvfølgelig da ... kanskje utvidet til at man kunne ... hatt grupper som skulle gå andre steder og finne ut: Ok, denne barnehagen her, hvordan kan den bli mer miljøvennlig? Har dere lyst til å bli en ... Vi har en pakke til dere, vi vet hvordan dere skal bli mer miljøvennlige. Skal vi hjelpe dere?*

L2 kommer med en idé om at elevene kunne sett på hva kantinen selger og prøve å finne mer miljøvennlige måter å drive kantinen. Hen trekker det videre til å finne miljøvennlige løsninger som kan selges til for eksempel barnehager. Dette er et eksempel som innebærer at elevene er aktører som selger en tjeneste. Læreren foreslår at elevene kan starte en bedrift som selger tjenester for å gjøre bedrifter mer bærekraftige, noe som er en mulighet for å arbeide med bærekraftig handling og matematikk.

I tillegg nevner L2 å anlegge skolehage som et eksempel på et klimatiltak.

*Det hadde jo også vært gøy ... å anlegge en sånn hage på skolen, sånn at ... at du kan dyrke dine egne grønnsaker også, jeg vet ikke. (...) Helt sikkert masse matte inni der også. Bare det å liksom ... få bygget kassene, eller: hvor mye jord må vi ha oppi der?*

Å anlegge skolehage er en mulighet innenfor uteundervisning. Hen trekker inn hvordan matematikk kan være en del av prosjektet. Hen nevner ikke hvilken matematikk som inngår i å få bygget kassene, men det kan tenkes at L2 tenker på blant annet å designe blomsterkasser, regne ut mengde materialer, lengde, bredde og vinkler. I tillegg nevner læreren å beregne mengde jord som trengs, noe som krever matematisk kompetanse.

L1 beskriver et annet eksempel hvor elever kan samarbeide med kommunen om tiltak for å sørge for en bærekraftig utvikling:

*Vi har vært med i et prosjekt ... i forbindelse med Bergen kommune og Raftostiftelsen, som gikk på medborgerskap og bærekraft, i forbindelse med den nye miljøstrategiplanen som Bergen kommune skal lage nå. (...) Poenget med prosjektet var at Bergen kommune ville få innspill fra elever om hva de mente var viktig å satse på i forhold til en bærekraftig by. For da Bergen kommune skal lage et ... ja, en ny plan nå da, på det. Og så ville de at vi skulle komme med innspill til det. Så var vi på Raftostiftelsen og hadde ... en litt, litt sånn kursing ... som gikk på bærekraft og miljøtiltak, og så ... hadde vi ... et arbeid på skolen etter det. Ja. Og prosjektet, det, altså, i forhold til matematikk, så var det vel ... det var jo mest naturfag, egentlig, ville jeg ha sagt, men det ... det var jo litt ... vi gikk gjennom litt sånn grafiske fremstillinger og tabeller, og tall i det hele tatt.*

Prosjektet som L1 beskriver består av et samarbeid mellom skolen, kommunen og en menneskerettighetsstiftelse hvor målet var å finne tiltak for å gjøre byen mer bærekraftig. I et slikt prosjekt blir elevene sett på som en ressurs som aktivt kan bidra til å finne løsninger i samarbeid med andre aktører. Prosjektet består altså av uteundervisning, autentiske problemstillinger og igangsetting av tiltak for bærekraftig utvikling. Matematikken som læreren nevner at inngikk i prosjektet var grafer og tabeller og tall.

#### 7.4.1.1 Oppsummering

De to lærerne kommer med mange ulike eksempler på måter å arbeide med bærekraftige handlinger. En fellesnevner for alle disse eksemplene er at de ikke kun består av arbeid med å finne løsninger på ekte og autentiske problemstillinger, men også av å sette løsningene ut i livet og igangsette tiltak for en mer bærekraftig hverdag. At elever får arbeide praktisk og får se at deres innsats faktisk kan gjøre en forskjell kan kanskje bidra til at de blir mer motiverte og engasjerte for temaet bærekraftig utvikling.

## 7.5 MULIGHETER FOR UTVIKLING AV MATEMATISK KOMPETANSE

Til nå er det blitt nevnt ulike matematiske emner eller kategorier som kan inngå i tverrfaglig arbeid om bærekraft og dermed skape muligheter for undervisningen. Disse er statistikk, tabeller, grafer, tall og prosent. Både L3 og L4 nevner også at arbeid med funksjoner er en mulighet. Da L4 ble spurt om hvordan hen tenker å inkludere funksjoner, svarte hen:

*Hvis de gjør registreringer, da. Så ... kan det jo være at de kan se på noen sammenhenger, at de kan plote ting i, for eksempel digitalt i GeoGebra, og så kan de gjøre beregninger og få opp den funksjonen som passer best til dataene sine, for eksempel. (...) Tilpasse en graf til et datasett, for eksempel. (...) Og det er jo ikke vanskelig å få til i den forstand at du har ... dataprogrammer som ... som gjør det for deg. Så det kan, det tenker jeg er en måte man kan gjøre det på, man kan se at, okei, kan vi se noen trend her? Er det noen klar trend? Og man kan snakke om ... altså ... funksjoner og statistikker, altså, det er jo på en måte litt sånn to sider av samme sak. (...) Det er jo mer det at funksjoner er et middel som gjør at du kan se resultatene dine mye lettere enn hvis det står et tall. Man kan selvfølgelig også bruke mer sånn tradisjonell statistikk med sånne diagrammer som søyler og alle disse tingene her. (...) Men spesielt da å kunne diskutere sånn: ja, det ligger et punkt her oppe, men grafen min går her. Sant, altså hva ... er det punktet viktig, eller ... Hvor mange observasjoner ligger i det punktet, altså litt sånne ting som det der. Tenker jeg kan være artige refleksjoner rundt det.*

L4 nevner mange viktige aspekter ved funksjoner. Hen sier at elevene kan bruke for eksempel dataprogrammet GeoGebra til å få opp en funksjon og en graf som passer til dataene sine. Læreren trekker dermed bruk av matematiske hjelpemidler fram som en mulighet. Videre sier hen at man kan presentere statistikk ved hjelp av for eksempel søylediagrammer, men at funksjoner kan bidra til at det blir lettere å lese av resultater. Læreren gir også eksempler på noen refleksjonsspørsmål som kan stilles i sammenheng med arbeid med funksjoner, som handler blant annet om hvordan en graf av en funksjon kan avvike fra et reelt datasett.

L1 kommer med et annet forslag til arbeid med diagrammer:

*Altså, finne, gå på nett, finne artikler, finne diagrammer. Avisoppslag. Lese dem, tolke dem. Reflektere over hva de viser. Det er jo en aktivitet, sant. Lage egne diagrammer.*

L1 snakker her blant annet om å lese og tolke avisoppslag. Tekster som avisoppslag eller andre faktabaserte tekster kan inneholde ulike former for matematikk. L2 knytter tekster til matematisk kompetanse:

*For å forstå tekster om ... klima og bærekraft, hvordan ting fungerer ... så må du ha ganske mye matematisk kompetanse, som regel. Fordi at det er så mye ... matte i ... de faktaene som ligger under det som står der. Som: hva vil det si at en tredjedel av verdens befolkning er under fattigdomsgrensen? Eller: hva vil det si at gjennomsnittstemperaturen stiger med to grader*

I sitatet sier L2 at det å ha matematisk kompetanse kan være viktig for å forstå tekster fordi mange faktaopplysninger er basert på matematiske beregninger. Hen eksemplifiserer med spørsmål som krever forståelse for hva det har å si at gjennomsnittstemperaturen øker og at store deler av jordens befolkning er fattig, men også forståelse for matematiske begreper som tredjedel og gjennomsnitt. L2 sier dermed at matematisk kompetanse er viktig for å forstå tekster om bærekraftig utvikling. I sitatet over snakker ikke L1 bare om avisoppslag, men sier at det å selv finne diagrammer og å lese og tolke dem er en mulig læringsaktivitet. Hen foreslår også at elevene selv kan lage egne diagrammer.

At tall kan føre til at man stoler mer på informasjon er noe L3 påpeker:

*Tall har jo en veldig sånn stor gjennomslagskraft, for eksempel, i aviser, sant, så er det jo ... tolker de de jo mye ... altså med det samme det er tall, så er det liksom sant .... Sånn at man tror jo at ting er mye mer etterrettelig og sånne ting, bare det står et tall der*

Når læreren sier at tall har en stor gjennomslagskraft og at informasjon oppleves som mer etterrettelig når det blir presentert sammen med tall, beskriver hen matematikkens formaterende kraft. Hen forklarer at med en gang man blir presentert for tall, så godtar man det som fakta. Fordi læreren sier at man *tror* at informasjon er mer etterrettelig når man ser et tall tolker jeg at å få elever til å forstå at tall ikke nødvendigvis betyr at påstander er sanne er et problem for læreren. Problemet kan dermed tolkes å være å få elever til å forstå matematikkens formaterende kraft. Det handler om å få elever til å være kritisk til informasjonen som de får, altså å hjelpe elever til å utvikle kritisk kompetanse. L1 gir et eksempel på en aktivitet for å utvikle kritisk kompetanse:

*Vi vet jo dette med ... i hermetegn «juks» med ... med statistikk, det er jo litt utbredt, sant. (...) Prøve å jukse litt med diagrammene for å se hvordan det fungerer.*

Med *juks med statistikk* kan det tolkes at læreren mener statistiske data som er fremstilt på en måte som ikke gir hele bildet eller som favoriserer et synspunkt. Å identifisere slike feilaktige fremstillinger krever kildekritikk. Å være kildekritisk handler om å være kritisk til troverdigheten av en kilde i seg selv og om å stille kritiske spørsmål til informasjon som blir gitt av en kilde for å vurdere dens pålitelighet. L1 foreslår at elevene selv kan prøve å jukse med diagrammer. Å jukse med diagrammer kan for eksempel være å bytte ut eller kutte noen verdier i fremstillingen av dataene slik at diagrammet blir feilaktig fremstilt. Det kan gjøre elevene oppmerksomme på hvordan data kan bli feilaktig fremstilt, noe som kan bidra til deres utvikling av kritisk kompetanse. Også L4 nevner at det er viktig å forstå hvordan statistikk kan jukes med. Hen foreslår at elevene kan øve seg på å være kritiske til grafer som sammenlignes med hverandre, for eksempel når aksene er forskjellige. Hen nevner også at feilaktig fremstilte data kan brukes til å underbygge fake news. Viktigheten av evnen til å være kritisk til matematiske fremstillinger, altså kritisk refleksjon, er noe både L1 og L4 påpeker, og begge gir eksempler på mulige tilnæringsmåter for å undervise i det. Kunnskap om og evnen til å være kritisk til hvordan data blir samlet inn, presentert og kan jukes med handler om kildekritikk og kritisk kompetanse, og kan dermed også sies å være viktig for at elevene kan bli demokratiske medborgere.

Det politiske aspektet av kritisk kompetanse blir trukket fram av L3. Hen påpeker at ulike aktører kan fremstille informasjon på måter som gagnar dem selv:

*Ja, fordi at ulike aktører har jo ulike roller som de ønsker å få frem. (...) For å kunne forstå ulik informasjon fra ulike politiske partier eller ulike aktører, så tror jeg man trenger matematikk. Så er det jo av og til litt feil i avisene og det som står. Det er ikke alltid de klarer å tolke informasjonen riktig heller.*

I sitatet gir L3 et eksempel på hvordan ulike politiske partier eller aktører har forskjellige synspunkter på hvordan et problem skal løses. For å kunne se forbi de politisk fargede fremstillingene trenger man ifølge L3 å kunne forstå og tolke informasjon på egen hånd, noe man ifølge L3 trenger matematikk for å gjøre. Hen sier også at avisene ikke alltid klarer å tolke informasjonen riktig heller. Med *riktig* tolker jeg at L3 mener en så objektiv og helhetlig tolkning som mulig. Å ha matematisk og kritisk kompetanse kan dermed bidra til at det blir enklere å vite hvilke tall og fremstillinger man kan stole på.

L2 gir noen eksempler på spørsmål som man kan arbeide med innenfor det politiske aspektet:

*Hvem har rettighetene til å bruke de ressursene vi bruker, for eksempel ... makt, altså maktfordeling, da ... Hvor rettferdig er det at ... de rikeste ødelegger jorden ... mens de fattigste må ta støyten for det?*

L2 påpeker at politisk makt og rettigheter er et av temaets mange aspekter. Ved å stille spørsmål ved rettferdigheten av den globale skjevfordelingen introduserer hen også et etisk aspekt. Å trekke inn rettigheter til bruk av ressurser i undervisningen kan gi grunnlag for politiske og etiske diskusjoner i klasserommet. L4 snakker også om fordeling av godene i samfunnet, en problemstilling som krever matematikk for å løses.

Å være en demokratisk medborger innebærer blant annet å ta gjennomtenkte valg. L3 snakker om hvordan matematikk kan være til hjelp når for å vite hvilke valg som er gode:

*For å gjøre de valgene som faktisk har en betydning, så trenger man matematikken for å ... gi oss kunnskap om, da, hva som egentlig har en effekt og ikke, og hva som er mest viktig å prioritere og ikke (...) Veldig ofte så er det jo kanskje vanskelig å regne, beregne sånn eksakt. Og så kan man få litt sånn motstridende informasjon, der noen sier at det ikke har noe å bety, og andre sier at det er viktig. Så det kan også forvirre dem litt.*

L3 sier at matematikken kan gi oss mye informasjon om hvilke tiltak som har mest betydning, noe som kan være en hjelp når man skal igangsette tiltak for en bærekraftig utvikling. Hen påpeker samtidig at matematiske beregninger ikke alltid er nøyaktige, og at ulike kilder kan gi forskjellig informasjon. Dermed antyder hen at det er viktig å ha kritisk kompetanse for å danne et grunnlag for å ta gode valg, noe også Skovsmose (1992) fremhever.

Kunnskap om hvordan data blir samlet inn kan tilegnes gjennom å selv samle inn data. Å samle inn data er et forslag som L2 kommer med:

*Samle plast, samle data. Hvordan gjør man det, og hvordan ... hvordan samler vi det inn? Og hvordan ... hvordan fremstiller vi det, og hvordan ... Ja. Skal vi bruke regneark, eller skal vi ... Ja. Og ... Hvis ... eller, ja. Eller å lage en ... Vet ikke jeg. Si hva som, hvis du lager en matematisk modell, da. At: hvis jeg spiser ... en kilo mindre kjøtt i uken, hvor mye kjøtt ... altså, hvor mye ... korn ... kan vi gi til ... nei, jeg vet ikke, et eller annet sånt, da.*

L2 foreslår at elevene kan samle inn data selv, og trekker inn matematiske fremgangsmåter for å samle inn og bearbeide dataene. Hen foreslår å bruke Excel, som er et matematisk hjelpemiddel. L2 nevner, i likhet med L4, matematiske hjelpemidler som en mulighet uten å nevne det under beskrivelsen av matematisk kompetanse, noe som kan tyde på at også L2 regner kompetanse i å bruke hjelpemidler som en selvsagt del av matematisk kompetanse. Videre foreslår L2 å lage en matematisk modell basert på dataene, som kan brukes til å finne løsninger på problemer. Å lage matematiske modeller ses altså av L2 som en mulighet når man skal undervise i bærekraft og matematikk. Også L3 uttrykker at arbeid med modeller kan være en mulighet.

Et annet matematisk tema som nevnes i intervjuene er programmering. L3 sier at hen har arbeidet med programmering i sammenheng med bærekraft:

*Vi hadde noen sånne droner som vi skulle programmere, for å frakte ting fra et sted til et annet sted. Og så skulle det liksom spare drivstoff.*

L3 trekker inn programmering som en mulighet for å arbeide med bærekraft og matematikk. Programmering er et emne som ikke nevnes eksplisitt verken i litteraturen om matematisk kompetanse eller om muligheter og utfordringer. Grunnen til dette kan være at programmering er et emne som det ikke har vært fokus på før i den nye læreplanen fra 2020. Bruk av programmering er altså en mulighet som lærere kanskje nylig er blitt gjort oppmerksomme på.

### 7.5.1.1 Oppsummering

Matematiske emner som blir nevnt av lærerne er statistikk, grafer, tabeller, tall, prosent, funksjoner, matematiske hjelpemidler, modeller, programmering og kritisk refleksjon. Alle disse kategoriene kan ifølge lærerne gi muligheter i tverrfaglig arbeid om bærekraft. I tillegg nevner lærerne noen politiske og etiske aspekter ved å arbeide med bærekraftig utvikling. Det politiske aspektet kan ses i sammenheng med kritisk refleksjon og kritisk kompetanse og handler om å være obs på at matematikk kan brukes til å fremstille fakta på en måte som gagner et politisk ståsted. Det etiske aspektet er også av en politisk karakter og handler om refleksjon over fordeling av goder og rettigheter til bruk av ressurser. Det bringer oss videre på temaet refleksjon, som er et tema alle lærerne mener er viktig i sammenheng med bærekraft.

## 7.6 MULIGHETER FOR REFLEKSJON VED BRUK AV MATEMATIKK

Alle lærerne sier at refleksjon er viktig når elever skal lære om bærekraft, noe også Skovsmose (1992) fremhever. Eksempler på refleksjonsspørsmål som L1 kommer med er:

*Hvor er vi henne? For det er ikke alle som er så veldig bevisste på ... forbruket vårt ... energiforbruket ... klær ... mat ... kildesortering. Sånne ting, transport. (...) Kan dette fortsette? Hva må vi gjøre for at vi skal kunne ... gå videre?*

L1 presenterer noen mulige spørsmål som man kan stille elevene om hvilken situasjon vi befinner oss i med tanke på bærekraftig utvikling og hva man kan gjøre videre. For å finne ut av hvordan situasjonen er i dag må det kanskje gjøres noen undersøkelser og som inkluderer bruk av matematiske metoder og fremstillinger som for eksempel statistikker. Slike spørsmål kan kanskje være gode i en introduksjonsfase til temaet. L4 presenterer noen flere spørsmål for å finne ut av situasjonen slik den er i dag:

*Altså, noen som mener: ja, det er jo bare bra med de tallene der, at det slippes ut masse CO<sub>2</sub>, for det fører til mer plantevekst. Ja, ja, det, det gjør jo det. Men hva, hva er gapet mellom her? På en måte. Sant, plantene klarer faktisk ikke å ta opp alt det ekstra vi slipper ut, liksom. Hvor stort er det mellomrommet? Og så kan en da bruke en eller annen konkret for å vise dem hvor mye det er, hvor stort det gapet er, og hvilke effekter det fører til.*

Læreren gir her eksempler på spørsmål som kan hjelpe elever til å tenke over hvor grensen går for hvor mye CO<sub>2</sub> plantene kan klare å ta opp, noe som kanskje kan bidra til at elevene ser problemet tydeligere når de sammenligner det med mengden CO<sub>2</sub> vi slipper ut. Hen snakker om gapet mellom hvor mye CO<sub>2</sub> plantene klarer å ta opp og mengden vi slipper ut, noe som kan beregnes ved bruk av matematiske metoder. Læreren nevner bruk av konkreter som en mulighet for å demonstrere blant annet forskjellen på tallene mellom utslipp og plantenes opptaksevne for å gi elevene en bedre forståelse for dem. Konkreter kan ses som et eksempel på matematiske hjelpemidler.

L2 snakker om at opplegg om kjøttforbruk er en mulighet. Hen sier:

*Vi hadde en klasse som skulle sjekke hvor mye kjøtt de spiste i løpet av en uke og sånn, da ... og lage statistikk på det og sånn ... Og da hadde vi i hvert fall*



*noen diskusjoner rundt det, da ... ja. Hva ... hva det vil si om ... om ...  
gjennomsnitt ... gjennomsnitt ... om en gjennomsnittsnordmann spiser så og så  
mye kjøtt. Og så begynner jo de sånn: Hæ? Det er ikke sant! Jeg spiser mye  
mindre! Eller: jeg spiser nesten ingenting, og sånn. Så har vi jo en ... Det blir  
jo refleksjon rundt hva gjennomsnitt er også da, men det blir jo også  
gjennomsnitt om ... eller, refleksjon rundt liksom forbruk og ... Ja.*

Her trekker L2 også inn refleksjoner rundt matematiske tema som gjennomsnitt. Å dokumentere og undersøke sitt eget kjøttforbruk nevnes som en mulig aktivitet som har med både bærekraftig utvikling og matematikk å gjøre. Videre trekker L2 frem at man kan reflektere over forbruket. For eksempel kan elever reflektere over mengden og konsekvensene av eget forbruk av kjøtt etter å ha dokumentert forbruket. Både L2 og L4 nevner muligheten til å også undersøke ungdomsskoleelevers forbruk av mobiltelefoner og utslippene som kommer fra produksjonen av dem. L2 nevner også noen etiske spørsmål som man kan reflektere over i sammenheng med mobiltelefoner som handler om hvem som er ansvarlig for utslippene fra produksjonen av mobiltelefonen; om ansvaret ligger hos produsenten eller hos kjøperen. L4 foreslår å finne tall på hvor mange telefoner som blir produsert i året dersom alle kjøper ny telefon hvert år, og mengden ressursbruk og utslipp dette fører med seg. Mobiltelefoner er noe de aller fleste ungdomsskoleelever i Norge har, noe som knytter det til elevenes egen livsverden, og er derfor et relevant tema. Lignende refleksjonsspørsmål som handler om plast i havet, blir også presentert av L2.

L3 kommer med enda en mulig tilnærming til å undersøke eget forbruk:

*Klimakalkulatoren har vi brukt noen ganger, for eksempel ... Den kan jo være veldig fin for å bevisstgjøre dem litt mer på eget forbruk, for eksempel.*

L3 nevner bruk av klimakalkulator som en mulighet for å gjøre elevene bevisste på sitt eget forbruk. Å regne ut eget forbruk og klimaavtrykk kan kanskje være et godt utgangspunkt dersom man skal igangsette tiltak som har med elevenes personlige liv å gjøre. Det kan også være et godt utgangspunkt for refleksjon over eget forbruk.

Et annet tema som nevnes er elbiler. L3 nevner ulike spørsmål som kan stilles i arbeid med temaet:

*I forhold til elbil, sant. Og så er det jo klart at det lønner seg jo, fordi at du har bompenger her. Men da er det jo på en måte litt å reflektere rundt: hva er fordelene med elbil, hva er ulemper med elbil, kanskje i dagliglivet. Og så kan du ... kanskje reflektere litt rundt om du faktisk ... selv om du slipper ut mindre CO<sub>2</sub>, om det faktisk har noen effekt for ... klimaet, da. Hvis du må kjøpe ny bil og sånne ting. Og hva som er fordelene med ... om det er noen ulemper også, knyttet til elbiler, da. Det er jo ganske mange som har elbiler etter hvert. Så det er jo liksom ... Det er jo et tema som interesserer dem litt, også, for de kjenner gjerne en, eller de har gjerne en elbil. Og hvorfor har de ikke to? Altså, sånne typer ting, da ... Og så kan de jo reflektere litt rundt ... hvilke tall som er pålitelige og ikke pålitelige, og ... Altså litt sånn ... kildekritikk, kanskje.*

L3 kommer med eksempler på mange ulike spørsmål som handler om blant annet fordeler og ulemper med elbil og hvilken effekt elbiler egentlig har for klimaet. Ved å stille litt kritiske spørsmål og regne på det totale utslippet hvis man regner med bytte av bil, produksjon av elbil og lignende bruker man matematikk til å vurdere den reelle effekten av å bytte til elbil. Å vurdere hvilke faktorer som kan spille inn krever også refleksjon. Spørsmål om bilkjøp, bompenger og drivstoff er av økonomisk art, og krever matematisk kompetanse. Videre trekker L3 igjen fram dette med å være kritisk til kildene som gir informasjon om temaet. Å arbeide med problemstillinger knyttet til elbiler gir dermed muligheter for å arbeide med matematiske beregninger, økonomiske spørsmål og kritisk tenkning.

#### 7.6.1.1 Oppsummering

Alle lærerne gir uttrykk for at de synes refleksjon er viktig når man skal arbeide med temaet bærekraft. Det blir gitt mange eksempler på refleksjonsspørsmål som handler om den globale situasjonen i dag, om elevenes eget forbruk og hvor villige de er til å ofre goder til fordel for et bærekraftig samfunn. Refleksjonsspørsmål om hvor bærekraftig produksjon og bruk av mobiltelefoner og elbiler blir også nevnt. Mange av refleksjonene som nevnes baserer seg på å kartlegge forbruk, undersøke matematisk tallmateriale og statistiske fremstillinger av blant annet CO<sub>2</sub>-utslipp. Matematiske emner som økonomi og kritisk refleksjon blir nevnt som muligheter i sammenheng med arbeid om blant annet elbiler og mobiltelefoner.

## 7.7 ANDRE UTFORDRINGER VED TVERRFAGLIG ARBEID OM BÆREKRAFT OG MATEMATIKK

Noen viktige utfordringer angående praktisk arbeid som nevnes av tre av lærerne handler om timeplaner og mangel på tid. Etter å ha fortalt hva hen ville gjort dersom det var ubegrenset med ressurser, sier L1:

*Det hadde ikke trengt å koste så mye, det. Men det er, det koster tid. Ja. Og ikke for å klage i læreryrket, men det er dessverre det vi har alt for lite av. (...) Min tid til å planlegge et godt prosjekt, den er begrenset, for du har så mye annet du skal jobbe med også. Og ... ikke minst det å reise fra skolen. Det ... det ... avhenger av at jeg som lærer følger klassen min og er med dem ... det involverer mange andre lærere også, for det kan hende at jeg bare har en time med en klasse en dag, og ... Eller jeg har to timer, det ... Jeg har ikke min klasse hele dager. Sant, så det blir ... det blir masse kluss i ... i timeplanene hvis man er ute og reiser med elever. Så det også er en begrensning.*

L1 sier at hen har for lite tid til å planlegge gode prosjekter. I tillegg sier hen at det er vanskelig å reise fra skolen fordi timeplanen er lagt opp på en slik måte at samme lærer ikke har elevene hele dager. Dette gjør at man må involvere andre lærere og endre på timeplanene, noe som setter en begrensning for muligheten til å reise fra skolen. L4 påpeker den samme utfordringen. Hen skriver videre at «Det, det er ofte ... mange gode intensjoner stopper ofte der, da. Ja, fordi at en får det liksom ikke til å fungere rent praktisk». Mangel på tidsressurser og måten timeplanene er lagt opp ses altså som utfordringer av disse lærerne. Tidsmangel er også en utfordring som Steffensen og Hansen (2019) fremhever.

L3 påpeker at det kan være utfordrende å finne læringsressurser. Hen sier:

*Og så finnes det jo veldig mange ulike kilder, sånn at du kan jo gå deg litt vill i jungelen, og så er det jo ikke alle som er etterrettelige heller. Men ... veldig ofte, hvis du bestemmer deg for å finne, jobbe med et tema, så kan det kanskje være vanskelig å finne informasjon som handler om akkurat det du hadde tenkt deg at du skulle jobbe med.*

Å vite hvilke kilder man skal bruke i undervisningen er en utfordring ifølge L3. Dette forklarer hen at er fordi det kan være vanskelig å finne akkurat den informasjonen man

trenger eller å vite hvilke kilder som er etterrettelige. Steffensen og Hansen (2019) skriver også at det kan være vanskelig å finne pålitelig informasjon på grunn av forfatterens politiske ståsted.

At det ikke finnes oppdaterte læremidler som lærerne kan benytte seg av, uttrykkes som en utfordring. At læremidlene ikke er klare ennå, forklarer L4 med den nylige covid-19-pandemien. Hen sier:

*Læremidlene er ikke klare, verken de digitale eller de fysiske, sånn analoge læremidlene. Det er så mange sånne ting som på en måte ... henger etter ... og det forklares som regel med coronaen, sant, og da vi skulle begynne med disse her læreplanene, det var jo da, altså, landet stengte jo ned. (...) Vi forholder oss jo gjerne til noen form for læremidler ... og ... på en måte bruker det som en katalysator for å få gjort det som læreplanen vil at vi skal gjøre, da ... Så ... Så jeg føler liksom at vi på en måte ikke er helt kommet dit ennå.*

L4 sier at de ikke er kommet like langt i implementeringen av den nye læreplanen som de kanskje ville gjort dersom det ikke var en pandemi og et nedstengt samfunn. Både læremidlene og implementeringen av læreplanen ble utsatt på grunn av pandemien, noe som har vært en utfordring frem til nå. Men L4 er positiv til det videre tverrfaglige arbeidet. Hen sier: «Altså, hadde vi hatt denne samtalen om to år, for eksempel, da tror jeg at da hadde jeg sagt at: ja, vi har gjort dette, og vi har gjort dette, og ... ja». L4 tror altså at hen vil arbeide mye mer med temaet i løpet av de neste to årene fordi de vil ha jobbet mer med implementeringen av den nye læreplanen og fordi utfordringen med covid-19 og pandemiens ringvirkninger forhåpentligvis ikke vil være en utfordring lenger.

#### 7.7.1.1 Oppsummering

I tillegg til utfordringene som er nevnt i de andre delkapitlene blir mangel på tid og oppsettet av timeplaner uttrykt som utfordringer i arbeidet med å planlegge og gjennomføre prosjekter om bærekraft. At læreplanen fortsatt er veldig fersk gjør at flere lærere ikke har fått arbeidet så mye med de tverrfaglige temaene ennå. Også mangelen på læringsressurser gjør ifølge lærerne at planleggingen krever mer arbeid og mer tid. Til nå har covid-19-pandemien vært en utfordring både fordi tiltakene har skapt begrensninger i klasserommet og fordi pandemien har forsinket både implementeringen av den nye læreplanen og tilkomsten av læremidler som

følger den. Lærerne er imidlertid positive til det videre arbeidet med temaet og tror at de vil arbeide mer med temaene i løpet av de neste årene.

## 8 DISKUSJON

Målet med denne oppgaven har vært å undersøke hvordan matematisk kompetanse kan være del av tverrfaglig arbeid om bærekraft. Problemstillingen lyder som følger: *Hva legger et utvalg ungdomsskolelærere i begrepet matematisk kompetanse, og hvilke muligheter og utfordringer ser de ved å inkludere matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraft?* I problemstillingen er det to delspørsmål: 1) *Hva legger ungdomsskolelærerne i begrepet matematisk kompetanse?* Og 2) *Hvilke muligheter og utfordringer ser lærerne ved å inkludere utvikling av matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraft?* Jeg har med spørsmålet om matematisk kompetanse fordi det finnes mange ulike perspektiver på begrepet. Jeg ønsket å finne ut av hvilke kunnskaper og ferdigheter lærerne vektlegger innenfor matematisk kompetanse fordi det kan ha sammenheng med hvilke muligheter og utfordringer de ser ved å utvikle det. Delspørsmål nummer to har jeg med fordi jeg ønsket å identifisere muligheter og utfordringer som lærere ser ved å inkludere matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraft. I dette kapitlet vil jeg diskutere analysene i lys av litteraturen for å forsøke å finne svar på forskningsspørsmålene.

### 8.1 LÆRERNES BESKRIVELSE AV MATEMATISK KOMPETANSE

På tross av ulik ordlegging og enkelte forskjeller, samsvarer de ulike lærernes beskrivelser av matematisk kompetanse med mange av de samme kompetansene fra litteraturen. Alt i alt blir aspekter fra nesten alle delkompetansene i litteraturen nevnt av minst en av lærerne. Mange av delkompetansene er imidlertid komplekse og består av mange kjennetegn. Selv om et eller flere kjennetegn innenfor en delkompetanse blir trukket fram, betyr det altså ikke at lærernes oppfatning av begrepet samsvarer med hele delkompetansen. Som man kan se av tabell 2 fremhever lærerne 10 av de 17 kjennetegnene som jeg har oppført i rammeverket for analysen.

Kjennetegn som samsvarer med alle lærernes oppfatninger av begrepet er de som handler om å kunne bruke algoritmer og løse åpne eller lukkede matematiske problemer og om å kunne matematisere og representere reelle situasjoner matematisk. Disse kjennetegnene omfatter Niss og Jensens tankegangskompetanse og problemløsningskompetanse, OECD sin problemløsningskompetanse, TIMSS kompetanse til å kunne og Kilpatrick et al. sin prosedyremessige flyt. Å kunne bruke matematikk i teoretiske og praktiske situasjoner og å

kunne kritisk evaluere resultatet blir nevnt av de fleste lærerne, noe som omfatter OECD sine kompetanser til representasjon og matematisering, Niss og Jensens representasjonskompetanse, TIMSS sin kompetanse til å anvende og Kilpatrick et al. sin strategiske kompetanse. I andre enden, altså kompetansene som ikke samsvarer med lærernes beskrivelser, finnes blant annet kompetanse til å resonnere, kommunisere og å bruke matematiske verktøy eller hjelpemidler. Kompetansene som ikke samsvarer med noen av lærernes ytringer, er Niss og Jensens hjelpemiddelkompetanse og OECD sin kompetanse til å bruke matematiske verktøy. De resterende kompetansene, som samsvarer delvis med lærernes uttrykte oppfatning av matematisk kompetanse, består av hele Bredberg, Ernest og Skovsmose sine teoretiske perspektiver, Niss og Jensens og OECD sine kompetanser innenfor symbolspråk, modellering, kommunikasjon og resonnering, TIMSS sin resonneringskompetanse og Kilpatrick et al. sin konseptuelle forståelse, situasjonstilpassede resonnering og produktive matematiske kompetanse.

Det lærerne uttrykker at de legger i matematisk kompetanse i intervjuet kan kort oppsummert sies å handle om å beherske matematiske formler og algoritmer, formulere og løse teoretiske og praktiske problemer, kommunisere om disse prosessene, være kritisk til resultatene man får og reflektere over matematikkens rolle i samfunnet. I neste delkapittel vil jeg diskutere mulighetene og utfordringene som lærerne nevner og knytte dem opp mot det lærerne uttrykker at de legger i matematisk kompetanse.

Fordi informantene ikke fikk forberede seg på spørsmålene kan det være at lærerne ikke fikk formidlet alt de egentlig legger i begrepet. Dersom lærerne hadde fått sett de ulike teoretiske perspektivene på matematisk kompetanse ville de kanskje ha nevnt flere aspekter. Det er også mulig at lærerne føler at de har dekket sin oppfatning av matematisk kompetanse gjennom det de sier. Kjennetegn på matematisk kompetanse som fremkommer av litteraturen, men som ikke lærerne nevner, handler om tolkning og forståelse av matematiske konsepter, bevis og modeller. Det handler også om evnen til å resonnere og om kommunikasjon om egne og andres refleksjoner. I tillegg nevnes kunnskap om og bruk av hjelpemidler som kalkulator, dataprogrammer, tabeller eller lignende i litteraturen. At disse kjennetegnene ikke er nevnt av lærerne kan kanskje bety at lærerne vektlegger andre deler av matematisk kompetanse, eller at de ikke kom på dem under intervjuet. Det kan også bety at de ikke legger disse kompetansene som fremkommer av litteraturen i begrepet matematisk kompetanse.

Det må presiseres at analysen tar utgangspunkt i intervjuer med lærernes umiddelbare respons. Lærerne fikk ikke tid til å forberede seg på spørsmålene som ble stilt i intervjuet, og svarte ut fra det som de kom på i øyeblikket. Aspektene som lærerne beskriver i intervjuene, kan dermed tolkes som å være de aspektene som lærerne vektlegger mest eller tenker på først når de tenker på matematisk kompetanse. Dersom lærerne hadde blitt presentert for de ulike perspektivene på matematisk kompetanse, ville de muligens ha sagt seg enige i alt eller deler av det som stod der. Det er også mulig at lærerne kom på flere aspekter etter at intervjuet var avsluttet. Min undersøkelse kan dermed sies å vise hva lærerne vektlegger mest eller kommer på først når de hører begrepet matematisk kompetanse, og er ikke nødvendigvis dekkende for alt lærerne legger i begrepet.

## 8.2 MULIGHETER

Først og fremst ser lærerne, i likhet med Steffensen og Hansen (2019) temaet bærekraftig utvikling som en mulighet for å vekke interesse hos elever. Informantene ser også lærerinteresse som en mulighet. Lærerinteresse nevnes ikke i litteraturen og er dermed en ny form for mulighet. Arbeid med temaet kan derfor gi et godt utgangspunkt for læring innenfor mange fagområder, også i matematikk. Informantene kommer med muligheter for å inkludere alle kjennetegnene som de har nevnt innenfor matematisk kompetanse, i tverrfaglig arbeid om bærekraft. Muligheter som lærerne ser for å utvikle kompetanse til å beherske formler, regler, algoritmer og språk handler blant annet om å regne ut utslipp fra elbiler og eget forbruk. En annen mulighet er å regne ut mengde jord og størrelse på byggematerialer til blomsterkasser i arbeid med å anlegge skolehage. Å regne ut blant annet forbruk og jordmengde krever evne til å se sammenhenger mellom matematikk og nye situasjoner, som for eksempel såing av planter.

En oppgave som kan gi muligheter for å formulere og løse åpne og lukkede problemer er å la elevene gjøre egne registreringer, fremstille dem statistisk og lage modeller som kan bidra i arbeidet med å finne løsninger på problemer. Å fremstille data visuelt og å lage modeller er forslag som lærerne kommer med, som kan ses på som problemløsningsstrategier som elevene kan velge. Å fremstille statistikk kan være en måte å kommunisere funn, og kan dermed gi mulighet for å utvikle kompetanse til å kommunisere om bruk av algoritmer og om grunnleggende konsepter, i tillegg til å kommunisere om refleksjoner angående fremstilling



av statistikk og valg som er tatt i prosessen. Bruk av modeller handler også om et annet kjennetegn på matematisk kompetanse som nevnes i den presenterte litteraturen, men ikke av lærerne. Både det å lage modeller basert på reelle situasjoner, å tolke dem ut fra den reelle situasjonen og å bruke dem til å finne løsninger på problemer handler om bruk av modeller. *Å fortolke modeller i forhold til reell situasjon* er et kjennetegn som nevnes i rammeverket.

Når det gjelder å bruke matematikk i praktiske situasjoner blir ulike former for uteundervisning nevnt som muligheter. For eksempel blir det foreslått at elevene kan programmere droner for å spare drivstoff ved transport. Også muligheten for å anlegge skolehage handler om å bruke matematikk i praktiske situasjoner gjennom beregning av mengde jord og byggematerialer. Dersom elevene arbeider sammen om slike prosjekter kan det også bidra til å utvikle evnen til å kommunisere om praktisk anvendelse av matematikk.

Evnen til å være kritisk til og evaluere svarene man får kan ifølge lærerne utvikles gjennom å vurdere hvordan formler og hvilke data som elevene bruker i utregningen av for eksempel forbruk eller totale utslipp ved bytte fra fossilbil til elbil. Å være kritisk til og evaluere svarene man får kan innebære å reflektere over de matematiske resultatene og hvilke aspekter som bør tas med i utregningene.

Å analysere og reflektere over holdbarhet og konsekvenser av matematiske fremstillinger av en reell situasjon er en annen evne som lærerne nevner muligheter for å bruke og utvikle. For eksempel kan det å jukse med diagrammer eller å undersøke grafer som sammenlignes med hverandre være aktiviteter som lærerne nevner, og som kan bidra til at elevene øver opp sin kritiske kompetanse. Å sammenligne informasjon fra ulike kilder og vurdere formålet med måten de fremstillet data er en annen aktivitet som gir mulighet til å utvikle evne til å stille seg kritisk til matematiske fremstillinger. Slike aktiviteter kan også gi mulighet for at elevene kan utvikle evne til å kritisk reflektere over hvordan matematikken brukes i samfunnet, og dermed over matematikkens rolle i samfunnet.

Informantene kommer altså innom alle mulighetene som er presentert i litteraturen.

Tverrfaglige prosjektur og ulike former for problemløsning, uteundervisning utforskende undervisning og fenomenbasert undervisning, debatter eller diskusjoner og gjennomføring av klimatiltak blir foreslått som muligheter av lærerne. Matematiske temaer som i likhet med Steffensen og Hansen (2019) fremheves som muligheter er tall, tabeller og diagrammer,

funksjoner og modeller. I tillegg til å nevne mulighetene fra litteraturen, nevnes muligheter som lærerinteresse, samarbeid med andre faglærere, oppdeling av skoleåret etter tverrfaglige tema og muligheter for kritisk refleksjon. Matematiske temaer som nevnes i tillegg til tall, tabeller og diagrammer, funksjoner og modeller, som kommer frem av litteraturen, er statistikk, grafer, algebra, prosentregning, gjennomsnitt, økonomi og programmering.

Lærerne nevner muligheter for å utvikle alle kjennetegnene for matematisk kompetanse som de uttrykker at de legger i begrepet. I tillegg kan mulighetene som lærerne nevner knyttes til flere av kjennetegnene i rammeverket som jeg utviklet. For eksempel kan elever utvikle evne til å forstå matematiske konsepter gjennom å undersøke statistikker som er fremstilt på ulike måter. Å kunne lese og tolke statistiske fremstillinger som tabeller, grafer, gjennomsnitt, prosent eller lignende krever en forståelse av de matematiske konseptene som disse fremstillingsformene er. En annen av mulighetene som blir nevnt handler om å programmere droner for å spare drivstoff. Programmering er et nytt tema i læreplanen i matematikk og nevnes ikke spesifikt i litteraturen om matematisk kompetanse. Det kan kanskje likevel ses som et matematisk konsept som trenger å forstås. Kunnskap om og bruk av hjelpemidler er et kjennetegn som beskrives i rammeverket, men som ikke nevnes som matematisk kompetanse av lærerne. Flere lærere kommer likevel med eksempler på muligheter for å bruke og utvikle slike evner. Disse eksemplene er bruk av klimakalkulator for å regne ut forbruk, bruk av konkreter for å visualisere tall og bruk av GeoGebra eller Excel for å visualisere statistikk.

Lærerne uttrykker altså muligheter for å utvikle 15 av de 17 kjennetegnene på matematisk kompetanse i rammeverket, selv om de kun trekker fram ti av disse i spørsmålet om hva de legger i matematisk kompetanse. Et eksempel på dette er at flere av lærerne fremhever bruk av matematiske hjelpemidler som en mulighet, men ingen av dem snakker om kunnskap om og bruk av matematiske hjelpemidler som en del av matematisk kompetanse. Dette er et eksempel på at lærerne kanskje ser på enkelte deler av det som litteraturen skriver om som matematisk kompetanse som selvsagte deler av å arbeide med matematikk. Det kan være en årsak til at flere av kjennetegnene fra litteraturen ikke ble trukket frem som matematisk kompetanse hos lærerne. En annen årsak er at lærerne kanskje ikke er bevisste på at kompetanse i å bruke hjelpemidler av noen kategoriseres under matematisk kompetanse. I litteraturen er det også kun to av de syv perspektivene som beskriver kunnskap om og bruk av hjelpemidler som matematisk kompetanse. Gjennom mulighetene som de uttrykker kommer lærerne innom alle delkompetansene i rammeverket for matematisk kompetanse.

En årsak til at det kommer frem flere aspekter av matematisk kompetanse i mulighetene enn i beskrivelsen av matematisk kompetanse kan kanskje være at informantene ikke ser på alle kjennetegnene i rammeverket som matematisk kompetanse. En annen forklaring kan være at de ikke tenkte over at disse kjennetegnene også kunne være del av matematisk kompetanse, eller at de glemte å nevne det i farten. Det kan også være at informantene ikke ser på kunnskap om og bruk av hjelpemidler som matematisk kompetanse, men som en annen form for kompetanse som blant annet kan brukes innenfor matematikk. Kjennetegnene som ikke ble nevnt er de to kompetansene om hjelpemidler, å forstå og produsere matematiske bevis og resonnering. Det at lærerne uttrykker muligheter for utvikling av flere former for matematisk kompetanse enn det de nevner når de får spørsmål om begrepet, kan tolkes som at lærerne enten legger mer i begrepet enn det de uttrykker, eller at de ikke ser disse kompetansene som matematiske kompetanser.

### **8.3 UTFORDRINGER**

En utfordring med å inkludere matematikk i tverrfaglige prosjekter om bærekraft er ifølge lærerne å synliggjøre matematikkens viktighet for elevene. Som tidligere nevnt kan praktiske eksempler og uteundervisning med bruk av matematikk bidra til at elevene forstår at matematikk kan ha en verdi i praktiske situasjoner. Lærerne kommer selv med eksempler til slike praktiske situasjoner i datamaterialet.

En annen utfordring som nevnes er at det kan være vanskelig for matematikklærere som er vant til tradisjonell matematikkundervisning å omstille seg til en mer praktisk bruk av matematikk. Det kan muligens være en årsak til at lærerne opplever det som vanskelig å synliggjøre matematikkens verdi i praktiske situasjoner. En annen utfordring som kan medvirke til at dette oppleves som vanskelig for matematikklærerne er at de også mangler pedagogiske ressurser som kan støtte dem i en slik omstillingsprosess. En lærer fremhever at samarbeid med andre faglærere kan være en ressurs på den måten at de ofte har en annen matematisk kompetanse enn matematikklærere, og kan se på matematikk fra et annet perspektiv. Tverrfaglig samarbeid mellom lærere kan dermed ses som en mulighet for å finne løsninger som kan gjøre matematikken mer synlig i arbeidet om bærekraft. En annen lærer påpeker at det kan være vanskelig å arbeide sammen med lærere som ikke har matematikk. En

utfordring i sammenheng med dette er at det ofte kun blir statistikk som er med av matematiske tema i det tverrfaglige arbeidet.

En utfordring som blir nevnt som er at lærere mangler tid til å planlegge og gjennomføre tverrfaglige prosjekter. Lærerne presenterer mange muligheter for å inkludere matematikk i tverrfaglig arbeid i intervjuene, men å planlegge og legge til rette for prosjekter ut fra slike ideer krever tid. Det går ofte fortene å bare sette i gang opplegg som ikke krever så mye planlegging, opplegg som kanskje ikke har med bærekraft eller matematisk kompetanse å gjøre. Dersom lærerne hadde en ressursbank hvor de kunne finne utkast til slike prosjekter, kunne planleggingen kanskje gått fortene, og det ville da kanskje blitt enklere å få til å gjennomføre dem. Mangel på slike ressurser som inkluderer matematikk er også en utfordring som trekkes frem av lærerne. Det ville altså kanskje vært enklere for lærere å gjennomføre mulighetene som de presenterer hvis de hadde noen ressurser som gjorde at de kunne kuttet ned på planleggingstiden.

En annen utfordring som nevnes er at lærere ofte synes det er vanskelig å omstille seg fra tradisjonell matematikkundervisning til en mer praktisk undervisning. Det jeg har sett når jeg har analysert mulighetene er at alle lærerne kommer med ulike forslag til måter å bruke matematikk praktisk. Man kan da spørre seg om det er evnen til å omstille seg lærerne egentlig mangler, eller om det er andre faktorer som gjør at det blir vanskelig å gjennomføre praktiske undervisningsopplegg. Utvalget er selvfølgelig ikke representativt, men selv tenker jeg at når alle lærerne som ble intervjuet, uavhengig av erfaring med å arbeide med matematikk og bærekraft, kan komme med mange eksempler på måter å arbeide praktisk med temaet, er det kanskje ikke matematikklærernes tenkemåter som er problemet. En faktor som kan spille inn her er at lærerne under intervjuene fikk litt tid til å tenke over muligheter innenfor temaet, noe de sier at de vanligvis mangler i en travel lærerhverdag. Problemet dreier seg dermed kanskje nødvendigvis ikke om at det er vanskelig for lærere å omstille seg, men at de rett og slett ikke får tid til det.

Måten timeplanen er lagt opp er en annen utfordring som lærerne nevner. Fordi timeplanen er lagt opp slik at en lærer kun har en eller to timer med en elevgruppe i løpet av en dag blir det vanskelig å gjennomføre undervisningsopplegg som tar mye tid. Mange av mulighetene som lærerne beskriver krever for eksempel at man reiser fra skolen, noe som fort kan gjøre at opplegget tar hele dagen. Mange av mulighetene som nevnes kan dermed bli vanskelig å

gjennomføre i praksis uten å gjøre endringer på timeplanen. Å endre på timeplanen krever mye planlegging og avklaring med andre lærere, noe som kan gjøre det mer tidkrevende og vanskelig å få til. Å arbeide tverrfaglig sammen med lærere i andre fag kan kanskje være en måte å få flere undervisningstimer, noe som kan føre til at man får bedre tid til prosjektet i den tildelte tiden.

Å ha tilgang til flere ressurser, mer tid og bedre fleksibilitet i timeplanen kan ut fra dette ses som en drømmesituasjon for lærere som ønsker å sette i gang tverrfaglig arbeid om bærekraftig utvikling med matematikk inkludert. Det ville gitt et godt utgangspunkt for å gjennomføre mange av mulighetene som lærerne nevner. Dersom lærerne hadde hatt bedre muligheter til å gjennomføre slike prosjekter, ville kanskje også utfordringen med å synliggjøre matematikken, som lærerne også trekker fram, vært mindre.

At det ofte kun er statistikk som blir inkludert i tverrfaglig arbeid om bærekraft er en utfordring som trekkes fram. Mange av mulighetene som lærerne presenterer handler også om statistikk, for eksempel å lese og tolke ulike statistiske fremstillinger. Ved å arbeide med statistikk kan man diskutere for eksempel spredningsmål og sentralmål. Der kan man også komme innom tema som gjennomsnitt, brøk og prosent. Fremstilling av statistikk på egen hånd, for eksempel ved hjelp av GeoGebra, gjør at man kommer innom funksjoner. Å lage modeller basert på statistikk er et annet tema som kommer fram. Arbeid med modellering kan kanskje også være en inngang for å arbeide med empirisk sannsynlighet for ulike utfall av en situasjon. Lærerne nevner også muligheter for å gjøre utregninger, som for eksempel når man skal regne ut mengde jord i blomsterkasser. I praktiske prosjekter som å bygge blomsterkasser og fylle dem med jord vil man kanskje fort også komme innom måling og vinkler for å bygge kassene, og areal og volum når man skal finne ut av mengde jord. Også temaet programmering nevnes som en mulighet. I prosjektet med å regne ut utslipp og økonomi knyttet til elbil kan man for eksempel også komme inn på tematikk som kjøp, salg og lån. Mulighetene som lærerne presenterer, gir altså utgangspunkt for å arbeide med mange ulike matematiske tema. Dersom lærerne får ressurser til å kunne gjennomføre noen av mulighetene som de har nevnt i intervjuet, vil det dermed også muligens bli enklere å inkludere andre tema enn statistikk.

Informantene nevner alle utfordringene som er presentert i litteraturen. Disse er utfordringer angående tid og læringsressurser, kunnskapskrav, elevengasjement og etiske og politiske

problemstillinger. utfordringene settes ikke i sammenheng med spesifikke delkompetanser, men handler mer om matematikk generelt. I tillegg til å nevne utfordringer som også kommer frem av litteraturen, nevner lærerne utfordringer angående samarbeid med andre faglærere, å synliggjøre matematikkens rolle, matematikklæreres omstilling fra tradisjonell til praktisk undervisning og med strukturen av timeplanene.

## 8.4 KONKLUSJON

I sine beskrivelser av matematisk kompetanse gir informantene uttrykk for at matematisk kompetanse kort sagt består av evner til å beherske matematiske algoritmer og regler, til å formulere og utvikle problemløsningsmetoder for å løse teoretiske og praktiske problemer, og å kommunisere om, være kritisk til og reflektere over matematikken og dens funksjon i samfunnet. Mulighetene som lærerne presenterer dekker lærernes tidligere uttrykte begrep om matematisk kompetanse. I tillegg foreslår lærerne muligheter som kan bidra til utvikling av matematiske kompetanser som forståelse av matematiske konsepter og modeller, og kunnskap om og bruk av matematiske hjelpemidler. Mulighetene som ble nevnt besto blant annet av ulike former for læringsaktiviteter, som uteundervisning, regneoppgaver, refleksjonsoppgaver og tiltak for bærekraftig utvikling. Matematiske temaer som fremheves er statistikk, grafer, tabeller, funksjoner, tall, algebra, prosentregning, gjennomsnitt, økonomi og programmering. utfordringene som ble nevnt handler blant annet om mangel på tid og pedagogiske ressurser, om måten timeplanen er lagt opp, om å inkludere flere matematiske temaer enn statistikk, å omstille seg fra en tradisjonell til en mer praktisk form for matematikkundervisning og utfordringer med å synliggjøre matematikkens verdi i praktiske situasjoner.

Problemstillingen har fokus på hva et utvalg ungdomsskolelærere legger i matematisk kompetanse og hvilke muligheter og utfordringer de ser ved å inkludere matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraftig utvikling. Det første forskningsspørsmålet er viktig fordi det gjør det mulig å koble mulighetene og utfordringene som lærerne kommer med, opp mot lærernes egne utsagn om hva matematisk kompetanse innebærer, og kan kanskje peke på hva de vektlegger som viktig å lære i matematikk. Å finne ut av hvilke muligheter og utfordringer lærere ser ved å inkludere matematisk kompetanse i tverrfaglig arbeid om bærekraftig utvikling kan bidra til å konkretisere hva man kan gjøre for å oppnå dette, og også hva det er som kan hindre lærere i å inkludere matematisk kompetanse i slike undervisningsopplegg. Slik kunnskap kan bidra til å øke bevisstheten rundt temaet. Bevissthet

om hvilke muligheter som finnes og hvilke utfordringer som står i veien for å gjennomføre dem kan være et steg i retning av å finne løsninger på utfordringene, noe som kan gjøre det enklere for lærere å gjennomføre slike undervisningsopplegg i fremtiden.

## 8.5 OPPGAVENS BEGRENSNINGER

Oppgaven har noen tydelige begrensninger. For det første er dataene utelukkende generert fra matematikklærere. I tverrfaglig arbeid er ofte flere lærere innblandet. Å undersøke perspektiver fra lærere som ikke underviser i matematikk kunne kanskje derfor vært interessant. For det andre har jeg kun intervjuet fire lærere, noe som gjør at funnene mine ikke kan anses som representative verken for kommunene som intervjuene er gjennomført i eller for Norge. At dataene kun ble kodet av meg gjør at det er mine tolkninger alene som ligger til grunn for kodingen og analysen. Dersom en annen person også hadde kodet datamaterialet kunne vi sammenlignet og diskutert kodingen. Funnene kan likevel gi en pekepinn på hva noen lærere legger i matematisk kompetanse, og kan også gi et innblikk i hvilke muligheter og utfordringer en matematikklærer opplever eller ser for seg å møte på gjennom tverrfaglig arbeid om bærekraft.

Mulighetene som lærerne nevner, kan i høy grad knyttes til deres egne begreper om matematisk kompetanse. Å trekke disse sammenhengene krevde imidlertid en god del tolkning fra min side. For å knytte mulighetene og utfordringene tettere sammen med lærernes eget begrep om matematisk kompetanse kunne jeg ha stilt flere oppfølgingsspørsmål som handlet om hvilken form for matematisk kompetanse lærerne selv ser som mulig å utvikle gjennom mulighetene som de nevner. Det kunne kanskje ha knyttet forskningsspørsmålene tettere sammen. Jeg tror likevel at spørsmålet om matematisk kompetanse fikk lærerne til å tenke litt mer over matematikken i mulighetene som de nevner. Dette tror jeg blant annet fordi jeg i analysen var i stand til å koble mulighetene som lærerne nevnte opp mot alle aspektene av matematisk kompetanse som de presenterte.

Datamaterialet er generert kun ett og et halvt år etter at den nye læreplanen fra 2020 og de tverrfaglige temaene ble innført. Fordi tiende klasse fortsatt skulle følge den gamle læreplanen det siste året på grunnskolen har lærere som hadde tiende klasse ved innføringen av den kun arbeidet etter den i et halvt år da intervjuene fant sted. Det vil si at lærerne kun har hatt kort tid på seg til å prøve ut undervisningsopplegg knyttet til den den nye læreplanen. I tillegg har

samfunnet og skolehverdagen vært preget av en pandemi, noe som har satt begrensninger for undervisningen, blant annet i form av fravær, manglende muligheter for å blande elever og for å møte ulike aktører. Dette har, som lærerne også uttrykker i intervjuene, ført til at arbeidet med å implementere den nye læreplanen har gått saktere enn det ellers ville gjort. Lærerne som ble intervjuet har dermed hatt få muligheter til å arbeide med de nye tverrfaglige temaene etter at læreplanen ble innført. Å gjennomføre en lignende undersøkelse om noen år vil dermed kanskje gi andre eller mer dyptgående funn. Dette er også et aspekt som en av lærerne påpeker i intervjuet når hen uttrykker at hen nok kunne ha kommet med mange flere innspill dersom undersøkelsen hadde blitt gjort om to år. En undersøkelse om samme tema om noen år vil dermed kunne være fruktbart.

## 8.6 VIDERE FORSKNING

Innen forskning kan oppgaven bidra med kunnskap om lærerperspektiver og læreres erfaringer på området. Den kan danne et utgangspunkt for videre forskning, for eksempel på måter å inkludere matematikk i tverrfaglige prosjekter, eller på måter å strukturere skolehverdagen slik at det blir enklere å legge opp til tverrfaglig samarbeid. For å finne flere løsninger på hvordan man kan gjennomføre og inkludere matematikk i tverrfaglige prosjekter om bærekraft er det viktig med videre forskning på temaet. Et forslag til videre forskning er å gjennomføre lignende studier som baserer seg på flere informanter. Det kunne også ha vært interessant å samle inn kvantitative data hvor lærere kan krysse av for hva de legger i matematisk kompetanse og hvor de kan skrive muligheter og utfordringer og krysse av for hvilke matematiske kompetanser de ser for seg at kan inngå i mulighetene og utfordringene.

En måte å gjennomføre en lignende studie på kan være å la informantene få lese forskningsspørsmålene på forhånd slik at de kan velge å lese seg opp på temaet, eller at man kan presentere ulike teoretiske perspektiver på matematisk kompetanse for dem i løpet av intervjuet. Da kan kanskje informantene gå mer i dybden på de aspektene ved mulighetene og utfordringene som de mener er viktige for matematisk kompetanse. Lærernes egne tanker om matematisk kompetanse vil imidlertid kunne gå tapt ved en slik tilnærming, med mindre det blir stilt spørsmål om dette før litteraturen blir presentert for lærerne. Å presentere litteratur om matematisk kompetanse for lærerne vil muligens kunne bidra til at de lettere kan knytte mulighetene og utfordringene som de kommer med til matematisk kompetanse. Ved en slik tilnærming vil man muligens kunne få mer konkrete og dyptgående beskrivelser av



muligheter og utfordringer og hvordan de henger sammen med matematisk kompetanse. Også klasseromsforskning på hvordan elevers matematiske kompetanse kommer til uttrykk i tverrfaglig arbeid om bærekraftig utvikling kunne vært interessant å undersøke.

## REFERANSER

- Andresen, S. (2020). Konflikt mellom dannelse og kompetansemål. *Norsk sosiologisk tidsskrift*, 4(3), 151–164. <https://doi.org/10.18261/issn.2535-2512-2020-03-03>
- Barwell, R. & Hauge, K. H. (2021). A critical mathematics education for climate change: a post-normal approach. I A. Andersson & R. Barwell (Red.) *Applying Critical Mathematics Education*, 166-184. Brill.
- Bergem, O. K., Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2016). TIMSS 2015. I O. K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag* (s. 11-21). Universitetsforlaget.
- Bredberg, J. (2020). The role of mathematics and thinking for democracy in the digital society. *Policy Futures in Education*, 18(4), 517–530.  
<https://doi.org/10.1177/1478210319899242>
- Breivega, K. M. R., Rangnes, T. E., & Werler, T. C. (2019). Demokratisk danning i skole og undervisning. I K. M. R. Breivega & T. E. Rangnes (Red.), *Demokratisk danning i skolen: tverrfaglige empiriske studier* (s. 15-33). Universitetsforlaget.
- Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forlag.
- Dagsland, T. P. (2021). Det blir ofte vanskelig å få til de tverrfaglige greiene. *Techne Series* 28(3), 32-47. <https://doi.org/10.7577/TechneA.3861>
- Ernest, P. (2002). Empowerment in Mathematics Education. *Philosophy of Mathematics Education journal*, 15(1), 1-16.
- FN-sambandet. (2022, 4. Februar). *FNs bærekraftsmål*. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
- Hauge, K. H., Kacerja, S. & Lilland, I. E. (2019). Xenophobia and numbers in the media: Discussing mathematics education in the post-truth era. *Philosophy of Mathematics Education*

*Journal 35.*

<http://socialsciences.exeter.ac.uk/education/research/centres/stem/publications/pmej/pome35/index.html>

Jeronen, E., Palmberg, I., & Yli-Panula, E. (2017). Teaching Methods in Biology Education and Sustainability Education Including Outdoor Education for Promoting Sustainability—A Literature Review. *Education Sciences* 7(1), 72-90, artikkel 1.

<https://doi.org/10.3390/educsci7010001>

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Red.) (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hogskbergen-ebooks/detail.action?docID=3375421>

Klein, J. (2020). *Bærekraftig utvikling i skolen*. Pedlex.

Kunnskapsdepartementet. (2017). *Verdier og prinsipper for grunnopplæringen - overordnet del av læreplanverket*. Regjeringen. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-for-grunnopplaringen/id2570003/>

Kunnskapsdepartementet. (2019). Læreplan i matematikk 1.–10. trinn. Fastsett som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>

Nilsen, T. & Kaarstein, H. (2016). TIMSS og statistiske metoder. I O. K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag* (s. 178-198). Universitetsforlaget.

Niss, M., & Jensen, T. H. (Red.). (2002). *Kompetencer og matematikklæring* (Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie 18).

<https://www.matematikkenteret.no/sites/default/files/attachments/page/Kompetencer%20og%20matematikl%C3%A6ring.pdf>

OECD (2017). PISA 2015 Mathematics Framework. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving, revised Edition (65-80). PISA, OECD Publishing, Paris.

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en>

Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa* (LOV-1998-07-17-61). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61?q=oppl%C3%A6ringslova>

Palmberg, I., Hofman-Bergholm, M., Jeronen, E., & Yli-Panula, E. (2017). Systems Thinking for Understanding Sustainability? Nordic Student Teachers' Views on the Relationship between Species Identification, Biodiversity and Sustainable Development. *Education Sciences* 7(1), 42-59, artikkel 72. <https://doi.org/10.3390/educsci7030072>

Sedgwick, P., & Greenwood, N. (2015). Understanding the Hawthorne effect. *BMJ* 2015;351:h4672. <https://doi.org/10.1136/bmj.h4672>

Seland, I., & Huang, L. F. I. (2018). Literacy som aspekt ved norske elevers demokratikunnskap. *Tidsskrift for ungdomsforskning*, 18(1), 123-145.

Sinnes, A. T. (2015). *Utdanning for bærekraftig utvikling: Hva, hvorfor og hvordan?* Universitetsforlaget.

Skovsmose, O. (1992). Democratic Competence and Reflective Knowing in Mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 12(2), 2–11.

Skovsmose, O. (1994). Towards a Critical Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics*, 27(1), 35–57. <http://www.jstor.org/stable/3482665>

Språkrådet & Universitetet i Bergen. (u.å.) Bærekraft. I *Bokmålsordboka*. Hentet 04.02.2022 fra <https://ordbokene.no/bm/106888/b%C3%A6rekraft>

Språkrådet (2016). Literacy: Hvilket ord kan jeg bruke i stedet for literacy på norsk. Hentet 6. september 2021 fra <https://www.sprakradet.no/svardatabase/sporsmal-og-svar/literacy/>

Steffensen, L. (2020). Climate change and Students' critical competencies: A Norwegian study. I J. Anderson & Y. Li (Red.), *Integrated Approaches to STEM Education: An International Perspective*, 271-293. Springer publishing.

Steffensen, L., & Hansen, R. (2019). Klimaendring i matematikkundervisning – lærerperspektiver. I K. M. R. Breivega, & T. E. Rangnes (Red.), *Demokratisk dannning i skolen: Tverrfaglige empiriske studier*, 203-226. Universitetsforlaget.  
<https://doi.org/10.18261/9788215031637-2019-11>

Steffensen, L., Herheim, R., & Rangnes, T. E. (2018). Wicked problems in school mathematics. I E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Red.). *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education 4*(227-234). PME.

Steffensen, L., Herheim, R., & Rangnes, T. E. (2021). The mathematical formatting of how climate change is perceived: Teachers' reflection and practice. I A. Andersson & R. Barwell (Red.), *Applying critical perspectives in mathematics education*, 185-209. Brill.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1163/9789004465800\\_009](https://doi.org/https://doi.org/10.1163/9789004465800_009)

Uitto, A., & Saloranta, S. (2017). Subject Teachers as Educators for Sustainability: A Survey Study. *Education Sciences* 7(1), 21-41, artikkel 8. <https://doi.org/10.3390/educsci7010008>

Vethe, T. I., Sørngård, M. A., Hagen, A. A., Sumstad, M. S., Bringeland, T. A. & Hauge, K. H. (2017). Kritiske refleksjoner rundt den globale temperaturutviklingen. *Tangenten*, 2, 38 – 48.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Vår felles framtid* (O. Dahl, F. Hansen, B. Helle, B. Herstad, O. Odland & K. Røe, Overs.). Tiden norsk forlag.  
Verdenskommisjonen for miljø og utvikling.

Ødegård, G., & Svagård, V. R. (2018). Hva motiverer elever til å bli aktive medborgere? *Tidsskrift for ungdomsforskning*, 18(1), 28-50.

## VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE TIL KVALITATIVT INTERVJU

### *Ungdomsskoleelevers utvikling av, og verdien av matematisk kompetanse innen tverrfaglige prosjekter om bærekraft*

#### Introduksjonsspørsmål

1. Har du vært med på å planlegge og/eller undervise i et tverrfaglig prosjekt om bærekraft eller hatt undervisning om bærekraft i matematikk?

#### Har/skal jobbe med bærekraft i tverrfaglig prosjekt

2. Forklar kort hva det tverrfaglige prosjektet gikk/går ut på. (Tema, fag som inngikk, mål for prosjektet, mål for matematikklæring, om samarbeid med andre lærere ...)
3. På hvilken måte var/er matematikk integrert i prosjektet?  
(Hvilken rolle spiller matematikken / matematiske representasjoner (statistikk, grafer og tallmateriale)? Bestod prosjektet av læringsmål knyttet til matematikk?)  
(Hvis det ikke var det, hvorfor? Hvilke muligheter ser du for å inkludere matematikk?  
Hvordan ser du for deg at det kunne blitt inkludert?)
4. Har du tenkt over matematikkens rolle i prosjektet?
  - a. Hva slags matematikk er det i så fall snakk om?
  - b. Hvilke ressurser og aktiviteter er det snakk om?
  - c. Hva slags spørsmål stilte du til elevene for å få i gang refleksjon?
5. Hva legger du i begrepet matematisk kompetanse?
  - a. Hvilke matematiske kompetanser tenker du at elevene får/fikk brukt og utviklet gjennom prosjektet, og hvordan?  
(Problemløsning, Matematisk modellering, Resonnering, Argumentasjon, Tankegang (generalisering, begrepsforståelse ...), Forståelse av konsepter, Representasjon, Kommunikasjon, Språk og symboler, Verktøy og hjelpemidler, Statistikk, IKT, Programmering, Algebra, Funksjonslære, Geometri ...)
  - b. Hvordan ble matematikken brukt i prosjektet?

## Har/skal jobbe med bærekraft i matematikkundervisning

6. Forklar kort hva undervisningen gikk ut på. (Tema, fag som inngikk, mål for prosjektet, mål for matematikklæring, om samarbeid med andre lærere ...)
7. På hvilken måte var/er bærekraft integrert i undervisningen?
  - a. Hvilke ressurser og aktiviteter er det snakk om?
8. Hva slags matematikk ble brukt i undervisningen?
  - a. Hva slags matematiske ressurser ble brukt?
  - b. Hva slags spørsmål stilte du til elevene for å få i gang refleksjon?
9. Hva legger du i begrepet matematisk kompetanse?
  - a. Hvilke matematiske kompetanser tenker du at elevene får/fikk brukt og utviklet gjennom undervisningen, og hvordan?

(Problemløsning, Matematisk modellering, Resonnering, Argumentasjon, Tankegang (generalisering, begrepsforståelse ...), Forståelse av konsepter, Representasjon, Kommunikasjon, Språk og symboler, Verktøy og hjelpemidler, Statistikk, IKT, Programmering, Algebra, Funksjonslære, Geometri ...)

## Dersom ikke arbeidet med bærekraft

10. På hvilken måte ser du for deg at matematikk kunne blitt inkludert i et tverrfaglig prosjekt om bærekraft? (Hvilke aktiviteter, ressurser ... Hvilke matematiske kompetanser blir brukt og utviklet, og hvordan?)
11. Hva legger du i begrepet matematisk kompetanse?

## Generelle spørsmål

12. Hva legger du i begrepet bærekraft?
13. Hvilke utfordringer har du erfart, eller ser du for deg at man kan møte i arbeidet med å undervise i temaet bærekraft i sammenheng med matematikk? (Manglende interesse hos elever, kolleger, en selv, utfordrende å finne gode pedagogiske kilder, etiske, moralske og politiske problemstillinger, komplekst tema, tidsressurser og kunnskapskrav ...)
14. Hvilke muligheter ser du for deg at tverrfaglig arbeid om temaet bærekraft kan innebære? (Engasjerende tema, stort utvalg av datamateriale, øke bevisstheten om bærekraft)
15. Hva opplever du at er hensikten med å undervise i temaet bærekraftig utvikling?

16. På hvilke måter ser du for deg at tverrfaglig arbeid om temaet bærekraft kan bidra til utvikling av demokratisk kompetanse?
17. På hvilke måter tenker du at matematisk kompetanse kan være relevant for, og bidra til læring innen temaet bærekraft?
18. Hvilke aktiviteter tenker du kan tilrettelegge for utvikling av og bruk av matematisk kompetanse i et tverrfaglig prosjekt om bærekraft? (Samarbeid ...)
19. På hvilke måter har du/ville du lagt opp til refleksjon over aktiviteter som krever bruk av matematiske kompetanser? Gi gjerne eksempler på spørsmål du ville ha stilt
20. Dersom du hadde hatt nok ressurser – hvordan kunne du tenkt deg å legge opp et prosjekt om bærekraft?
21. Har intervjuet fått deg til å tenke litt annerledes om matematisk kompetanse? Hva legger du i begrepet?



## VEDLEGG 2: SAMTYKKEERKLÆRING

### **Vil du delta i forskningsprosjektet**

### **” Ungdomsskoleelevers utvikling av, og verdien av matematisk kompetanse innen tverrfaglige prosjekter om bærekraft”?**

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å finne ut av hvilke måter matematisk kompetanse kan være en integrert del av tverrfaglige prosjekter om bærekraft, og hvordan matematisk kompetanse gjennom et slikt prosjekt kan bidra til å fremme utvikling av ungdomsskoleelevers demokratiske kompetanse. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Studien er del av en masteroppgave i matematikdidaktikk. Formålet er å finne ut av hvilke måter ungdomsskolelærere ser for seg at matematikk kan være en integrert del av tverrfaglige prosjekter om bærekraft. For å finne ut av dette, vil det bli gjennomført kvalitative intervju med ungdomsskolelærere for å undersøke hvilke måter de ser for seg at matematisk kompetanse kan utvikles gjennom tverrfaglige prosjekter om bærekraft, og hvordan matematisk kompetanse kan bidra til læring innenfor demokratisk kompetanse. Det vil bli gjennomført kvalitative intervju med matematikklærere i Askøy- og Bergensskolen.

#### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Høgskulen på Vestlandet: Fakultet for lærerutdanning, kultur og idrett: Institutt for språk, litteratur, matematikk og tolkning og

Kjellrun Hiis Hauge – veileder og leder av det overordnede prosjektet

#### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

De kvalitative intervjuene gjennomføres i Bergen og på Askøy av den grunn at det er enklest å gjennomføre da studenten og HVL befinner seg i Bergen kommune. Det er blitt valgt ut fire skoler i Bergen og på Askøy som masterstudenten eller veilederen har kontakt med fra før, hvor matematikklærere har fått tilbud om å delta i studien.

### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du deltar på et kvalitativt semistrukturert intervju. Det vil ta deg ca. 45 minutter. Intervjuet inneholder spørsmål om bærekraft og om matematisk kompetanse i en tverrfaglig sammenheng, og om hvilke muligheter og utfordringer du ser i forhold til tverrfaglige prosjekter om bærekraft hvor matematisk kompetanse vektlegges. Dine svar vil bli tatt opp med lydopptaker, og senere transkribert og registrert elektronisk.

### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Dette vil ikke påvirke ditt forhold til Høgskulen på Vestlandet eller til student eller veileder.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det vil kun være masterstudenten (Marie S. Stenhjem) og hennes veileder (Kjellrun H. Hauge) som vil ha tilgang til de innsamlede dataene. Navnet og kontaktopplysningene dine vil erstattes med en kode som lagres på en egen navneliste adskilt fra øvrige data. Datamaterialet vil bli kryptert og lagret elektronisk på forskningsserver i henhold til HVL sine bestemmelser. Du vil som deltaker ikke kunne gjenkjennes i publikasjonen.

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er ved utgangen av juni måned i 2022. Deretter vil alle personopplysninger og lydopptak slettes. Etter at forskningsprosjektet er avsluttet, vil de anonymiserte transkripsjonene kunne brukes i videre forskning av Kjellrun Hiis Hauge.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

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

### **Dine rettigheter**

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

innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene

- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med Høgskulen på Vestlandet ved:

- Masterstudent: Marie Skjerlie Stenhjem  
Telefon: 47629766 E-post: 574694@stud.hvl.no
- Veileder og prosjektansvarlig: Kjellrun Hiis Hauge  
Telefon: 55585967 E-post: Kjellrun.Hiis.Hauge@hvl.no
- Vårt personvernombud: Trine Annikken Larsen  
Telefon: 55587682 E-post: Trine.Anikken.Larsen@hvl.no

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med: NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

Kjellrun Hiis Hauge  
(Forsker/veileder)

Marie Skjerlie Stenhjem  
(Masterstudent)

---

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Ungdomsskoleelevers utvikling av, og verdien av matematisk kompetanse innen tverrfaglige prosjekter om bærekraft*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i kvalitativt intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)