

MASTEROPPGAVE

M5GLU

Mai 2022

Kreativitet i matematikklassemrommet

En fenomenografisk studie av matematikklæreres forestillinger
om kreativitet i matematikk

30 studiepoeng

Per Berg

OSLOMET

OsloMet – storbyuniversitetet

Fakultet for lærerutdanning og internasjonale studier

Institutt for grunnskole- og faglærerutdanning

Sammendrag

I samfunnet er det et økende behov for kreativ kompetanse, for å imøtekomme fremtidige samfunnsendringer og -problemer (NOU 2014: 7, 2014). Utviklingen av elevers kreative evner har derfor blitt en tydeligere målsetning i alle skolefag. Undervisningen i matematikk har tradisjonelt vært preget av innlæring av kunnskap og ferdigheter, som skal anvendes i møte med bestemte oppgavetyper (Skott et al., 2018). Selv om kreative prosesser har spilt en sentral rolle for matematikkens utvikling, eksisterer det samtidig oppfatninger om at matematikk og kreativitet er inkompatible.

Formålet med denne masteroppgaven er å kartlegge matematikklæreres perspektiver og erfaringer med kreativitet i faget. Matematikklærernes forestillinger har betydning for de inntrykkene av matematikkfaget som skapes ovenfor elevene. Oppgaven tar utgangspunkt i følgende problemstilling: *Hvilke forestillinger har matematikklærere på 5-10 trinn om kreativitet i matematikkfaget?*

Masteroppgaven tar utgangspunkt i ulike teoretiske perspektiver om hvordan kreativitet kan forstås innenfor matematikk, samt hvordan kreativitet kan bli en del av matematikkundervisningen i skolen. Formålet med studiet er å avdekke ulike forestillinger blant matematikklærere og det er derfor valgt en fenomenografisk metodisktilnærming (Marton, 1986). Hensikten er å kartlegge de kollektive erfaringene og oppfattelsene av fenomenet, kreativitet i matematikk. Datamaterialet er innsamlet med bruk av kvalitative dybdeintervjuer, med et utvalg på 5 matematikklærere fra 3 forskjellige skoler. Datamaterialet har blitt analysert med bruk av det kvalitative analyseprogrammet HyperResearch. Studiets resultater er 5 beskrivelseskategorier, som beskriver likheter og forskjeller mellom informantenes forestillinger.

Studiets funn indikerer positive oppfatninger blant matematikklærere til en økende vektlegging av kreativitet, samtidig som det eksisterer et noe snevert perspektiv på kreativitet innenfor matematikkfaget. Kreativitet blir oppfattet som sentralt i geometri og anvendt matematikk, noe som kan indikere en forståelse av at kreativitet uttrykkes hovedsakelig gjennom f.eks. tegning og praktisk problemløsning. Derimot blir matematisk argumentasjon og bevisføring i mindre grad eksplisitt beskrevet som kreative prosesser blant lærerne. Masteroppgaven drøfter også konsekvenser av kunnskapsformidling i matematikkfaget, da det kan motarbeide elevenes insentiv for å selv utforske og oppdage matematiske sammenhenger.

Funnene fra denne studien kan tyde på et behov for en mer eksplisitt diskusjon blant matematikklærere, omkring hvordan kreativitet kan forstås og inkorporeres i matematikkfaget, for å tilrettelegge for utviklingen av elevenes kreative kompetanse.

Abstract

English title: Creativity when Teaching Mathematics - A Phenomenographic Study of Math Teachers Notion of Creativity in Mathematics

There is an increased need for creativity in our society, in order to adapt to changes and solve future problems (NOU 2014: 7, 2014). Developing the creative abilities among students has become a clearer objective throughout the overall school curriculum. Teaching Mathematics has traditionally been dominated by the practice of passing on knowledge and skills enabling the students to solve specific mathematical tasks. Even though creative thinking has played a key role in the development of Mathematics as a subject, there exists a notion that creativity and Mathematics do not supplement each other.

The purpose of this master's thesis is to study math teachers' perspectives and experiences with creativity in relation to Mathematics. This is relevant to understand how their notion of Mathematics and creativity influences the left impression on their students. The thesis is based on the following problem statement: *What notions do math teachers have of creativity in Mathematics?*

The thesis will study different theoretical perspectives on creativity and mathematical creativity. It will also study how creativity potentially could be incorporated as part of the mathematical curriculum. The purpose of the thesis will be to uncover the different notions related to this amongst math teachers. A Phenomenographic approach will be applied (Marton, 1986). This will be used to structure an understanding of the general experience of the concept of creativity related to mathematics.

The data used has been collected by following a qualitative in-depth interview approach. A selection of 5 math teachers from 3 different schools have been interviewed. The data has been analysed using a analytics program named HyperResearch. The results of the study are 5 categories of description, illustrating the similarities and differences between interview subjects.

The findings presented, indicate that there is a positive attitude amongst math teachers related to an increased focus on creativity as part of teaching and practicing mathematics. The findings also indicate that there is a narrow understanding of the relevance of creativity to mathematics. Creativity is perceived as most prevalent within Geometry and Applied

Mathematics. Which may be an indication of creativity being perceived as mostly relevant within the arts and when solving practical problems. On the other hand, mathematical explanation and generalization is not described as a form of creativity by the teachers to the same degree. This thesis also discusses the possible impact of overemphasizing formal mathematical knowledge, as it may negatively affect the student's incentive to explore and discover mathematics by themselves. The findings indicate a need for a more explicit discussion amongst math teachers on how creativity could be understood and incorporated into the mathematical curriculum.

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på mine 5 år som lærerstudent ved OsloMet. Det har vært noen innholdsrike år, med mye læring og refleksjon rundt hvordan jeg både kan forberede og videreutvikle meg selv i læreryrket. Arbeidet med dette masterprosjektet har vært spennende og samtidig bydd på mange utfordringer. Jeg føler meg særdeles heldig som har fått jobbet omfattende med et tema jeg opplever som svært interessant. Da matematikk og kreativitet ofte ikke er en vanlig assosiasjon, har det vært ekstra spennende å få kunnskap om denne tematikken. Innsikten fra dette prosjektet vil jeg ta med meg videre. Med et lite håp om å vise hvordan fantasi og eksperimentering kan gi en bedre forståelse av et fag som for mange kan oppleves som rigid.

Jeg står ikke alene om resultatet av dette masterprosjektet. Jeg vil derfor uttrykke en stor takk til lærerne som tok seg tid til å hjelpe meg og stilte opp til intervju. Deres tanker, refleksjoner og erfaringer har vært en viktig del av denne studien. Takk også til medstudenter, tidligere forelesere, venner, familie og samboer som har delt tips og innspill under prosessen med å sette sammen denne oppgaven. Og ikke minst en stor takk til min veileder, førsteamanuensis Henrik Forssell! Oppfølging og kritiske spørsmål fra deg har gitt meg en større forståelse av oppgavens tematikk, samt hevet kvaliteten på hele prosjektet.

Oslo, mai 2022

Per Berg

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	I
Abstract	III
Forord.....	V
1. Innledning	1
1.1 Behovet for kreativ kompetanse.....	1
1.2 Studiets formål og problemstilling	3
1.3 Oppgavens oppbygning.....	3
2. Teoretisk grunnlag	5
2.1 Matematikk i skolen	5
2.1.1 Internasjonale tester og elevundersøkelser.....	7
2.2 Kreativitet og matematikk	8
2.2.1 Kreativitet.....	8
2.2.2 Matematisk kreativitet	10
2.2.3 Kreativitet i skolematematikk	13
2.3 Tidligere forskning	16
2.3.1 Om, for og gjennom kreativitet	16
2.3.2 Studier av matematikklæreres forestillinger om kreativitet	16
2.3.3 Ulike kulturers og fagområders perspektiv på kreativitet	19
3. Forskningsmetode	20
3.1 Fenomenografi	20
3.2 Kvalitativt forskningsintervju	22
3.2.1 Utforming av intervjuguide	23
3.2.2 Rekruttering og beskrivelse av utvalg	24
3.2.3 Forberedelse og gjennomføringen av intervjuene	25
3.2.4 Transkribering av intervjuene	26

3.2.5 Analyseprosessen	26
3.3 Etske vurderinger	30
4. Resultater: Beskrivelseskategorier	31
4.1 Kategori 1: Bevissthet om kreativitet	31
4.2 Kategori 2: Forholdet mellom kreativitet og faglige ferdigheter	33
4.3 Kategori 3: Hvordan kreativitet fremtrer i matematikk	34
4.4 Kategori 4: Elev-rettet kreativitet.....	36
4.5 Kategori 5: Muligheter og hindringer for kreativitet i matematikkundervisningen.....	38
5. 0 Diskusjon.....	40
5.1 Studiets kvalitet	40
5.2 Forestillinger om kreativitet i matematikk	42
5.3 Kreativitet i matematikklasserommet.....	46
5.4 Implikasjoner.....	49
6.0 Avslutning	52
7.0 Litteraturliste.....	55
Vedlegg A - Intervjuguide	59
Vedlegg B – Informasjonsskriv til prosjektdeltakere	62

Antall ord: 18 959

1. Innledning

... if I had to design a mechanism for the express purpose of *destroying* a child's natural curiosity and love of pattern-making, I couldn't possibly do as good a job as is currently being done—I simply wouldn't have the imagination to come up with the kind of senseless, soul-crushing ideas that constitute contemporary mathematics education. (Lockhart, 2009, s. 2)

Slik uttrykker Lockhart (2009) sin kritikk om undervisning og praktisering av matematikk i skolen. Han begrunner dette ved å hevde at matematikk er en kunstform. Gjennom undring, lek og utforskning dannes matematisk kunnskap og forståelse. I skolen derimot, blir fokuset ofte lagt på det han betegner som meningsløse formler, algoritmer og regler. Der matematiske forhold og sammenhenger fremstilles på en meningsløs måte, uten en klar kontekst til hvorfor de i seg selv er interessante. Som han påpeker, ved å fjerne den kreative delen og kun fremheve sluttresultatet, fjernes muligheten for å virkelig engasjere seg i matematikk.

I samtaler med andre, vedrørende mitt masterprosjekt, har det vært noe undring over hvilken relevans kreativitet har i matematikkfaget. En studie av Kaufman og Baer (2004) gjenspeiler denne forståelsen blant universitetsstudenter. Studenter som oppfattet seg selv som kreative, kunne se seg selv som kreative innen ulike områder som for eksempel skriving, vitenskap og fysiske aktiviteter, men ikke innenfor matematikk. Oppfattelsen av kreativitet som en motsetning til matematikk, kan hevdes å ikke være sammenfallende med fagets historiske utvikling. Kreativitet kan beskrives som evnen til å skape noe nytt (Glăveanu & Kaufman, 2019). Innen for eksempel tallteori har utforskning, formodninger og bevisføring, vært sentralt for å skape ny kunnskap om tallmønstre (Watkins, 2014). Den kjente historien om Pierre de Fermats sitt teorem og Andrew Wiles, eksemplifiserer to aspekter ved matematisk kreativitet. Fermants siste teorem ble påstått på 1600-tallet, men først bevist i 1994 av Andrew Wiles. Det ene aspektet er fremleggelsen av en ny tanke eller en påstand (formodning), som kan skape nye perspektiver på matematikk. Det andre aspektet er å utarbeide et bevis som bekrefter, eller avkrefter påstanden.

1.1 Behovet for kreativ kompetanse

Kreative evner blir i økende grad ansett som viktige for samfunnet, som har en innvirkning på utdanningssektoren. Som forsknings- og utredningsfelt har kompetanser for det 21. århundret blitt viet større oppmerksomhet de siste årene (NOU 2014: 7, kap. 8). Prosjekter innenfor

dette området ønsker å avdekke hvilke kompetanser som vil være sentrale i vårt århundre. Utviklingstrekk i samfunnet er en del av debatten om skolens innhold og hvilke evner og kompetanser elever må utvikle i skolen. En kompetanse som går igjen både i internasjonale og nasjonale utredninger er kreativitet (NOU 2014: 7, s. 116). Noe av bakgrunnen for dette er den fremtidige økningen av ikke-rutinepregede oppgaver, som stiller krav til kommunikasjonsevne og problemløsning.

Fremtidige kompetansebehov har preget fagfornyelsen i skolen. For å mestre livet som privatperson, samfunnsborger og yrkesutøvende, må eleven gjennom sin skolegang utvikle ulike typer kompetanse. I det som ofte omtales som Ludvigsen-utvalget var et av formålene å utrede hvilke endringer som var nødvendige i skolefagene, i henhold til hva elevene ville ha behov for i et 20-30 års perspektiv (NOU 2015: 8). Utvalget anbefalte fire kompetanseområder som grunnlag for fornyelsen av skolens innhold, hvor et av områdene var «kompetanse i å utforske og skape». I den forbindelse trekkes kreativitet frem som en viktig evne, for blant annet utvikling av nye virksomheter og finne løsninger på samfunnsproblemer. Kreativitet blir i denne sammenhengen beskrevet som relevant innen alle fagområder i skolen og den naturlige undringen hos unge mennesker må stimuleres. Videre blir kreativitet definert av karakteristikken nysgjerrighet, utholdenhet, fantasifullhet, samarbeidsevner og disiplin.

«Kompetanse i å utforske og skape» fra Ludvigsen-utvalget har videre blitt gjenspeilet i fagfornyelsen. Overordnet del – verdier og prinsipper i grunnopplæringen (heretter Overordnet del) beskriver grunnsynet i den pedagogiske praksisen for hele grunnopplæringen og er retningsgivende for alle fag. Her blir begrepet «kreativitet» trukket frem i forbindelse med lek, kunst og kultur (Utdanningsdirektoratet, 2018). I tillegg, i beskrivelsen av kompetanse i fagene, trekkes kreativitet frem som en nødvendig ferdighet for å løse problemer. Videre i læreplanen for matematikk blir begrepet brukt under «Fagrelevans og sentrale verdier». «Når elevane får tid til å tenkje, reflektere, resonnere matematisk, stille spørsmål og oppleve at faget er relevant, legg faget til rette for kreativitet og skapartrøng» (Utdanningsdirektoratet, 2020b). Utforskning og problemløsning begrunnes også her som en nødvendig kompetanse i et samfunn og arbeidsliv i utvikling.

I en film av utdanningsdirektoratet beskrives de viktigste endringene i matematikkfaget gjennom fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2020a). Elevene skal gjennom faget få mulighet for skaperglede og evne til nytenkning, noe som skal oppnås gjennom utforskning, undring og nysgjerrighet. Ved bruk av åpne oppgaver med mange mulige fremgangsmåter, vil

elevene kunne oppdage sammenhenger på egenhånd. På bakgrunn av den økende vektleggingen av kreativitet som relevant for alle fag i skolen, vil denne oppgaven studere hvordan kreativitet kan bli mer fremtredende i matematikkfaget.

1.2 Studiets formål og problemstilling

Barn møter matematikk i skolen og det skapes inntrykk av hva som er sentrale ferdigheter i faget. Læreren har i denne sammenhengen en sentral betydning for det etterlatte inntrykket hos elevene. Matematikklærerens forståelse og erfaring med matematisk kreativitet, hevdes å ha en innvirkning på hvordan dette praktiseres i skolen (Lev-Zamir & Leikin, 2012; Zhou et al., 2013). Jeg ønsker derfor å studere oppfatninger og perspektiver blant matematikklærere i grunnskolen, om kreativitetens relevans og funksjon i faget. Det er av den grunn formulert følgende problemstilling, som har vært retningsgivende for dette masterprosjektet:

Hvilke forestillinger har matematikklærere på 5-10 trinn om kreativitet i matematikkfaget?

Som beskrevet innledningsvis, har nyteknung og kreativitet vært sentralt for fagets utvikling. Det kan på samme tid hevdes at dette i begrenset grad kommer frem i skolens praktisering av faget. Ved å studere lærereenes forestillinger, kan det legge grunnlag for å videreutvikle læreres evne til å inkorporere kreativitet i sin matematikkundervisning.

På bakgrunn av oppgavens vide problemstilling, da det finnes mange ulike innfallsvinkler til kreativitet i matematikkfaget, er det valgt en fenomenografisk metodisktilnærming. Innen fenomenografi er formålet å studere variasjoner og sammenhenger i menneskers kollektive oppfattelse av et fenomen (Marton, 1986). Av den grunn er oppgaven ikke avgrenset til en forhåndsbestemt forståelse av hvordan kreativitet fremkommer i faget, da jeg ønsker å studere de allerede eksisterende forestillingene. Studiets datamateriale er innsamlet med bruk av kvalitative dybdeintervjuer, med et utvalg på 5 informanter. Med utgangspunkt i matematikklærernes forestillinger kan en diskutere hvilke implikasjoner disse har for å fostre elevenes kreative evner gjennom matematikkfaget. I et større perspektiv er faget avhengig av fremtidige utforskende og nytenkende matematikere. Det kan derfor ses som formålstjenlig at dette også preger matematikkundervisningen i skolen.

1.3 Oppgavens oppbygning

Masteroppgaven er inndelt i 6 hovedkapitler. Kapittel 2 presenteres oppgavens fagteoretiske utgangspunkt. Jeg ønsker i denne delen å avklare hvordan kreativitet kan forstås innenfor

matematikk. Kapitlet inneholder av den grunn også begrepsavklaringer for oppgaven. I kapittel 3 redegjøres det for masterprosjektets sin forskningsmetodiske tilnærming, med en gjennomgang av studiets datainnsamling og -analyse. Dernest presenteres studiets funn i kapittel 4. Videre i kapittel 5 diskuteres funnenes kvalitet og verdi, innen de drøftes opp mot oppgavens teoretiske perspektiver og tidligere forskning. Avslutningsvis oppsummeres oppgaven i kapittel 6. Jeg vil her konkludere med hvilke forestillinger matematikklærere har om kreativitet i matematikkfaget. Samt diskutere hvilke implikasjoner dette kan ha for praktiseringen av faget i skolen og hvilke aspekter ved dette temaet som kunne være av interesse å studere ytterligere.

I henhold til retningslinjene for masteroppgaven brukes APA 7 som siteringsstil. I enkelte tilfeller er det benyttet henvisninger til sider eller kapitler, for å lette arbeidet med å gjenfinne informasjon.

2. Teoretisk grunnlag

I dette kapittelet vil jeg redegjøre for masteroppgavens teoretiske grunnlag. Kapittelet består av tre hoveddeler. I første del gjennomgås tradisjoner og endringer i matematikkfaget i skolen. Jeg vil i den forbindelse belyse noen aspekter ved elevers opplevelser og motivasjon i matematikkfaget. Deretter i den andre hoveddelen gjennomgås teoretiske perspektiver om kreativitet i matematikk. Her vil jeg først redegjøre for generelle forståelser og definisjoner av kreativitet. Deretter presenteres perspektiver på matematisk kreativitet innen faglitteraturen. Dernest konkretiseres matematisk kreativitet ytterligere, i henhold til hvordan dette kan fremkomme og forstås på et skolenivå. I siste hoveddel av kapittelet vil jeg presentere tidligere studier innen utdanningsforskning, som berører matematikklæreres og lærerstudenters forståelse av kreativitet i matematikk.

Innledningsvis til dette kapittelet vil jeg kort redegjøre for oppgavens underliggende teoretiske læringsperspektiv, da denne masteroppgaven er forankret i et sosialkonstruktivistisk perspektiv på læring. Innen sosialkonstruktivisme betraktes ikke individuell kunnskapskonstruksjon eller betydningen av sosial interaksjon, isolert hver for seg (Skott et al., 2018, s. 140-141). Med andre ord tas det hensyn til det gjensidige samspillet mellom individet og det sosiale. Beskrevet med begreper av Cobb og Yackels, er det et refleksivt forhold mellom den sosiale konteksten og det psykologiske (henvist i Skott et al., 2018, s. 153). Elevenes og lærerens forestillinger om hvordan man arbeider og deltar i matematikktimen, har betydningen for opprettholdelse eller endringer av de normer og forventninger som eksisterer i et matematikklasserom. Dette perspektivet kan av den grunn anses som hensiktsmessig, da denne masteroppgaven studerer matematikklærerens forestillinger om matematisk kreativitet, samt diskuterer dens innvirkning på de erfaringer og inntrykk som gis til elevene.

2.1 Matematikk i skolen

I undervisningen av matematikkfaget i skolen har det vært lagt mye vekt på av faglige begreper og ferdigheter elevene skal tilegne seg (Skott et al., 2018). Eksempler på dette er ferdigheter innen de fire regneartene, brøk, løsning av ligninger og utregning av areal og omkrets av ulike geometriske figurer. Skott et al. (2018) peker på et skifte i fagets innhold og arbeidsmetoder de siste tiårene. Dette skifte beskriver de som en dreining fra et fokus på fagets produkter (kjennskap til begreper og ferdigheter) til en større vektlegging av fagets

prosesser. Denne endringen er blant annet ment for å motarbeide misoppfatninger om hva matematikk er. Matematiske begreper og algoritmer er resultatet av en arbeidsprosess, og denne prosessen er også en sentral del av faget. Når matematikk i skolen utelukkende handler om å huske regler, mangles siden av faget som består av veien til metodene og definisjonene. Lockhart (2009) som ble presentert i innledningen, hevder at ved å fjerne den kreative prosessen bak resultatet, motarbeides enhver grunn til å virkelig engasjere seg i faget. Han beskriver matematikk som kunsten å forklare og argumentere. Han påstår at uten en reel forståelse av det underliggende i faget reduseres matematikken til et tomt skall.

Matematikklærere vil muligens i denne sammenhengen argumentere for at de ofte belyser bakenforliggende sammenhenger ovenfor elevene. Dette peker Lockhart (2009) på som en del av problemet, hvor elevene ikke får mulighet til å selv utforske og oppdage disse på egenhånd. Chrosswhite (1987) betegner dette som «bottom line problem solving» og «bottom line teaching», som beskriver det underliggende spillet mellom elevene og læreren (henvist i Mann, 2006, s. 251). Elevene venter tålmodig gjennom lærerens undervisning og er innforstått med at den foretrukne løsningsmetoden blir presentert. Elevene blir deretter vurdert etter deres evne til å anvende denne metoden for å løse tilsvarende oppgaver. Oppfattelsen av læreren eller læreboken som sannhetens autoritet, vil antagelig begrense utviklingen av elevenes kreative evner (Mann et al., 2016, s. 64).

Chrosswhites beskrivelser av samspillet mellom elevene og læreren i matematikk, ligger nært opp til Skovsmose (1998) skildring av oppgaveparadigme i matematikkundervisningen. I oppgaveparadigme kjennetegnes undervisningen av å avklare noen matematiske forhold, for å kunne løse bestemte oppgaver. Skovsmose (1998) hevder at innenfor dette paradigme, vil elevene ikke kunne utvikle kritiske elementer ved deres matematiske kompetanse. Av den grunn argumenterer han for å invitere elevene til utforskning av faget, i det han betegner som undersøkelseslandskapet. Undersøkelseslandskapet karakteriseres av et fravær av tydelige oppgaver og løsningsmetoder. Innenfor dette landskapet bygger en i stor grad på elevens undring og det er derav i forkant vanskelig å kunne forutse undervisningens utvikling. Å arbeide innenfor enten et undersøkelseslandskap eller et oppgaveparadigme, vil ha en innvirkning på læringsmiljøet. For å illustrere disse miljøene har Skovsmose (1998) utarbeidet en tabell, som også tar i betraktning hvor tett matematikken knyttes til en reell kontekst (se tabell 1).

Tabell 1: Bearbeidet tabell fra Skovsmose (1998, s. 29)

	Oppgaveparadigmet	Undersøkelandskaper
Referanser til «ren» matematikk	1	2
Semi-referanser til «virkeligheten»	3	4
Reelle referanser	5	6

En tematikk innenfor type (2) kan være utforskning av sammenhenger mellom tall eller ulike mønstre. Et eksempel på en oppgave innenfor denne kategorien er å finne i Lockhart (2009, s. 8) bok. Om du vet summen og differansen av to tall, kan du da finne verdien av de to tallene (egen oversettelse)? Spørsmålet legger opp til å undersøke sammenhenger mellom tall og regneoperasjoner. I type (4) læringsmiljø er det semi-referanser til «virkeligheten». Mens i type (6) anvendes matematikken i en reel og virkelighetsnær kontekst.

Den økende vektleggingen av fagets prosesser, innebær ikke at fagets produkter ikke lenger anses som viktig (Skott et al., 2018). Skovsmose (1998) understreker også at undervisning kun begrenset til et undersøkelseslandskap ikke vil være hensiktsmessig. Disse klassifiseringene av matematikk i skolen er ment som fagdidaktiske verktøy, for å vurdere hvilke aspekter ved faget som er fremtredende i undervisningssammenheng. I tilknytning til dette masterprosjektet, anvendes disse perspektivene for å belyse og diskutere hvilke undervisningspraksis og læringsmiljø som er hensiktsmessig for matematisk kreativitet.

2.1.1 Internasjonale tester og elevundersøkelser

Vektlegging av fagets produkter, på bekostning av fagets prosesser, kan ses i sammenheng med skolens målsetning om kunnskapsformidling. Det foreligger et behov for å vurdere elevenes faglige prestasjoner. Sjøberg (2014) kritiserer bruken av internasjonale tester i skolen, da det kan skape en snever vurdering av elevenes kompetanse i faget. Vektleggingen av formell fagkunnskap overskygger andre egenskaper som kreativitet og nyskapning, som også er sentrale ferdigheter i samfunnet for øvrig. Mann (2006, s. 237) viser til faglitteratur som antyder at høy måloppnåelse i matematikk i skolen, ikke er avgjørende for å prestere på et høyere matematisk nivå. Det eksisterer derfor en mulighet for at talentfulle matematikkelever blir oversett av de eksisterende systemene i skolen. Lockhart (2009) beskriver for øvrig en misoppfatning om at matematikk hovedsakelig er et nyttig verktøy innen vitenskap og teknologi.

«Trends in International Mathematics and Science Study» (TIMSS) er internasjonale vurderinger av skoleelevers prestasjoner i fagene matematikk og naturfag. Undersøkelsene gjennomføres hvert fjerde år, og i den forbindelse måles elevers indre og ytre motivasjon, samt selvtillit i fagene. Fra TIMSS 2015 fremkommer det at andelen elever med høy indre motivasjon, er synkende fra barnetrinnet til ungdomstrinnet (Bergem & Kaarstein, 2016, kap. 4). Ytre motivasjonen har en mer stabil utvikling, men er på samme tid også synkende. Stabiliteten til ytre motivasjon knyttes til oppfattelsen av matematikk som viktig for videre utdanning og karriere. Faget i seg selv har derav en mindre verdi, men er et middel for å oppnå fremtidige mål. Sammenlignet med TIMSS 2019 fire år senere, rapporteres det om en nedgang i andel av elever på 5. trinn som har høy indre motivasjon i faget. Fra 43% i 2015 til 32% i 2019 (Kaarstein et al., 2020, s. 37). Til tross for forestillinger om matematikk som et viktig fag for individet og samfunnet, indikerer slike undersøkelser uheldige konsekvenser av hvordan faget praktiseres i skolen.

Wæge og Nosrati (2018, s. 20-21) oppsummerer noen av fordelene med elever som er indre motivert. Som mer utholdende, aktivt involverte og vil kunne utvikle større forståelse for faget. I tillegg vil de være mer kreative i møte med problemløsningsoppgaver, enn elever som er ytre motivert. Dette sammenfaller med endringen i matematikkfaget, presentert i innledningen, hvor elever gjennom nysgjerrighet og utforskning, kan oppdage sammenhenger i faget på egenhånd. Sett opp mot dreining mot prosess aspektet ved faget (Skott et al., 2018), vil derfor kreativitet ha en mer sentral plass i matematikkfaget. De videre spørsmålene blir hvilken relevans kreativ tenkning har i matematikkfaget. Samt hvordan kan lærerens forståelse av kreativ matematikk kunne tilrettelegge eller motvirke dette i undervisningen.

2.2 Kreativitet og matematikk

2.2.1 Kreativitet

Forståelse av kreativitet har i et historisk perspektiv gjennomgått endringer. I antikken eksisterte det ikke et konkret uttrykk for evnen til å skape (Glăveanu & Kaufman, 2019). Det var derimot et rådende syn at en oppdaget fremfor å oppfinne. Glăveanu og Kaufman (2019) beskriver videre hvordan kreativitet gjennom middelalderen og frem til renessansen, ofte ble knyttet til høyere makter, eller noe som lå utenfor mennesket. Det var med andre ord en eller flere gud(er) som sto bak skapelsen av noe nytt, og mennesker gjenskapte kun det som allerede var skapt. Renaissance markerte begynnelsen på endringer i synet av menneskers betydning, hvor mennesket i større grad ble ansett som selvstendig og kreative skapende

vesener. Dette ble for alvor ble et rådende perspektiv gjennom opplysningstiden og romantikken. I disse periodene vokste troen på menneskets iboende evne til å både skape og endre verden. Samtidig har kreative egenskaper ofte blitt assosiert med enkelte genier. Dette har skapt en forståelse av kreativitet som forbeholdt ekstraordinære personer, gjerne med karakteristikk som bryter med normalen (Plucker et al., 2004).

Som Glăveanu og Kaufman (2019) påpeker er dette en grov oppsummering av endrende forståelser av kreativitet. Samtidig illustrerer den historiske oppsummeringen hvordan vår forståelse legger føringer for hvorvidt kreativitet oppfattes som en egenskap i mennesket, som derav kan utvikles og fostres, eller om det er en medfødt evne eller skapt av høyere makter. Negative antagelser og karakteristikk av kreativitet både blant forskere og allmenheten, trekker Plucker et al. (2004, s. 85) frem som problematisk. Da dette har resultert i at studier av problemløsning, kognitiv fleksibilitet og deduktiv resonering, sjeldent bruker betegnelsen «kreativitet». Til tross for at de i mange sammenhenger berører ulike aspekter ved kreativ tenkning.

Forskning rundt kreativitet har i stor grad vært orientert mot individet (Kaufmann, 2006, s. 8-9). I nyere tid er det en økende interesse for å studere kontekstuelle og kulturelle faktorer rundt kreative prosesser. Dette fremkommer for eksempel i artikkelen av Plucker et al. (2004), hvor de forsøker å konseptualisere og definere kreativitet. De fremlegger følgende definisjon, «Creativity is the interaction among aptitude, process, and environment by which an individual or group produces a perceptible product that is both novel and useful as defined within a social context» (2004, s. 90). I definisjonen fremkommer aspekter som miljø og den sosiale konteksten. De argumenterer for at ved å fremheve interaksjonen mellom anlegg, kognitive prosesser og miljø, vil oppfattelsen av kreativitet som en medfødt evne undergraves. Hvilket derav aktualiserer begrepet i utdanningssammenheng. Den sosiale konteksten er nødvendig, for å definere det observerbare utfallet som kreativt.

Betydningen av den sosiale konteksten kan knyttes til Leikin og Pitta-Pantazi (2012, s. 161) sine beskrivelser av relativ og absolutt kreativitet. Den absolutt kreativitet omfavner kreative bidrag av mennesker som opplever høy anerkjennelse innenfor sitt felt/miljø. Absolutt kreativitet kan med andre ord knyttes til myten om at kreativitet er forbeholdt ekstraordinære mennesker. Derimot omfavner relativ kreativitet uttrykk som verken opplever bred anerkjennelse eller er sentrale bidrag i et historisk perspektiv. Dette aspektet av definisjonen til Plucker et al. (2004), tilrettelegger for å studere elevens kreativitet, sett i sammenheng med

deres forutsetninger og faglige nivå. For eksempel vil en elev som utvikler en løsningsmetode, som er ny for eleven, for å løse et matematiskproblem, kunne betegnes som relativ kreativitet.

Innen faglitteraturen om kreativitet kan en vektlegge ulike aspekter ved fenomenet. Rhodes (1961) beskriver et skille mellom: person, prosess, plass og produkt, som i faglitteraturen ofte omtales som de fire p'ene (Beghetto & Kaufman, 2014; Leikin & Pitta-Pantazi, 2012). Av studier sentrert rundt personen undersøkes individuelle aspekter som kognisjon og personlighetstrekk, og deres betydning for et individs kreative potensiale. Et gjennomgående tema er for eksempel betydning av begavede elevers kreative evner i faget. Boken «Creativity and giftednes» illustrer mangfoldet av perspektiver rundt denne tematikken (Leikin & Sriraman, 2016). Noen argumenter for at kreativitet er en karakteristikk hos talentfulle elever i faget, mens andre argumenter for at det er en egenskap alle elever kan utvikle (2016, s. 3). Andre studier vektlegger den kreative prosessen, med fokus på elementer som fører til et kreativt utfall. Torrance karakteriserer den kreative prosessen med flyt, fleksibilitet og originalitet (henvist i Leikin & Pitta-Pantazi, 2012). Det tredje perspektivet, plass, studerer betydningen av rammer og faktorer for kreativitet. For eksempel innvirkning av læringsmiljøet rundt eleven, og hvorvidt det tilrettelegger for eller motvirker kreativitet. Det siste perspektivet fokuserer på resultatet av det kreative arbeidet, i form av et sluttprodukt. Hva som blir betegnet som et kreativt produkt, kan ha en snever og bred definisjon. Dette blir redegjort for ytterligere i kapittel 2.2.3 «Kreativitet i skolematematikk» i masteroppgaven.

I dette masterprosjektet legges det hovedvekt på plass- og prosess-perspektivet av kreativitet. Leikin og Pitta-Pantazi (2012) påpeker at perspektivene innenfor de 4 p'ene komplementerer hverandre og overlapper i flere sammenhenger. Tilsvarende i denne oppgaven blir forståelsen av det kreative produktet og den kreative personen også relevant. Samtidig som masterprosjektets hovedanliggende er å forstå læreren som en sentral rammefaktor (plass), for å legge til rette for kreative aktiviteter (prosess).

2.2.2 Matematisk kreativitet

Pehkonen (1997) hevder det eksisterer en misoppfatning blant allmenheten om at kreativitet og matematikk er dikotomier. Dette stammer fra forståelsen av logiske tenkning som en sentral ferdighet innen matematikk. I denne sammenhengen trekker Pehkonen (1997) frem at en matematiker vil hevde at kreativitet, i form av fleksibel tenkning, også er en viktig evne innen matematikk. I møte med ukjente oppgaver er nysgjerrighet og utforskning sentrale, hvor en

basert på tidligere kjennskap om matematisksammenhenger lager hypoteser og vurderer mulige løsninger. Videre trekker Pehkonen (1997) frem beskrivelse av kreativ tenkning, som en kombinasjon av både divergent og logisk tenkning. Divergent tenkning defineres som evnen til å produsere ideer, og omtales også som divergent produksjon (Haylock, 1997)

En hensiktsmessig tilnærming for å beskrive divergent tenkning, er å sammenligne den med dens motpart, konvergent tenkning (Haavold, 2020). Divergent tenkning kan bevege seg i mange ulike retninger, men konvergent tenkning beveger seg mot et eller et fåtall av riktige svar. Innen konvergent tenkning blir derfor hurtighet, nøyaktighet og anvendelse av det en allerede vet, sentralt. Divergent tenkning er derimot fremtredende i møte med ukjente problemer. I slike sammenhenger foreligger det flere løsningsmuligheter, hvilket stiller krav til individets evne til å resonere og tenke logisk. Det kan argumenteres for at divergent og konvergent tenkning kan tilknyttes Skott et al. (2018) sine beskrivelser av fagets prosesser og fagets produkter. I utviklingen av fagets prosesser vil divergent tenkning ha en fremtredende rolle, mens fagets produkter tilrettelegger for konvergent tenkning. Av den grunn kan det hevdes at konvergent tenkning har vært fremtredende i skolen, da innlæring og anvendelse av metoder har blitt vektlagt.

Flere fagartikler peker på manglende definisjon av matematisk kreativitet innen faglitteraturen (Haylock, 1997; Leikin, 2013; Mann, 2006). Sak et al. (2017) sammenligner kreativitet innen matematikk opp mot ulike definisjoner av kreativitet. De argumenter for at ulike fagdisipliner innehar ulike kriterier for hva som betegnes som kreativt. Matematisk kreativitet må av den grunn ikke kun baseres på en generell definisjon av kreativitet, men også forankres i hvordan matematisk kunnskap genereres og utvikles. De utdyper dette med å beskrive to sentrale utfall av kreative prosesser innen matematikk. Det ene utfallet er oppdagelsen eller oppfinnelsen av et teorem, som ikke tidligere er kjent. Det andre er et matematisk bevis, som bekrefter eller avkrefter teoremet. Av den grunn definere Sak et al. (2017) matematisk kreativitet som oppdagelse eller oppfinnelse av matematiske formodninger eller bevis, som er generaliserbare.

Flyt, fleksibilitet, originalitet og utvidelse

I 1950 holdt Joy Paul Guilford et foredrag under konvensjonen for «The American Psychological Association». Foredraget beskrives som starten på en ny periode innen studier på kreativitet (Glăveanu & Kaufman, 2019; Karwowski et al., 2016). I etterkant ble det et økende fokus på fenomenet kreativitet innen forskning, samt utviklingen og utbredelsen av en felles

konseptualisering. Guilford la frem et verktøy som skulle evaluere kreativitet hos individet, basert på divergent produksjon (som er beskrevet i kapittel 2.2.2 av masteroppgaven). Kreativitet ble her vurdert etter evnen til å utarbeide mange ulike bruksområder av enkle objekter. Torrance (1966) utvidet senere denne forståelsen og utviklet en test av kreativ tenkning (henvist i Leikin & Pitta-Pantazi, 2012, s. 160). Testen var basert på verbale og figurative oppgaver, hvor løsningene ble vurdert etter flyt (antall egnede svar), fleksibilitet (tilpasninger av løsningsmetoder) og originalitet. Disse tre komponentene, i tillegg til utvidelse (elaboration), er mye brukt i faglitteraturen om matematisk kreativitet (Mann et al., 2016).

Flyt kan sammenlignes med «brainstorming», hvor en genererer mange ideer og løsninger til et problem (Mann et al., 2016). I vurdering av kreativitet i henhold til denne komponenten, er relevansen av foreslåtte løsninger av betydning. De må med andre ord være hensiktsmessige og passende for å løse oppgaven. Den andre komponenten, fleksibilitet, vurderes etter ens evne til å innta ulike tilnærminger til en oppgave, samt reversere egne mentale tankeprosesser. I denne sammenhengen trekker Mann et al. (2016) frem hvordan elever i skolen kan hemmes i møte med problemløsningsoppgaver, da de er bundet til en tidligere innlært løsningsmetode. En fleksibel tenker vil i større grad kunne reflekterer over ulike måter å løse et problem, samt aktivt ta i bruk tidligere kunnskap og ferdigheter i faget, uten at det foreligger en klar tilknytning til disse i den aktuelle oppgaven. Beskrivelsen av fleksibilitet kan knyttes til divergent tenkning, hvor det kan ses som en motsetning av å binde seg til en enkel løsningsmetode (Haylock, 1997).

Forskjellen mellom komponentene flyt og fleksibilitet kan være noe uklar, som Mann et al. (2016) også påpeker. Jeg vil derfor belyse forskjellen mellom disse ytterligere. Hovedskille ligger i at flyt fokuserer på antall svar en klarer å generere, mens fleksibilitet vurderer individets evne til å variere sine tilnærminger til et problem. Med andre ord vil antall løsningsforslag være en indikator på flyt, mens bredden imellom løsningsforslagene indikerer fleksibel tenkning.

Komponenten originalitet kan hevdes å være en veletablert forståelse av kreativitet. Forskere og teoretikere har ofte definert kreativitet ut ifra to karakteristikk ved sluttproduktet: etter dens nyhetsgrad og verdi (Karwowski et al., 2016). Nyhetsgraden vurderes etter hvor stor grad produktet skiller seg fra tidligere kjente oppfinnelser. Verdi-karakteristikken vurderes etter produktets anvendelighet og nytte. I kapittel 2.2.1 «Kreativitet» redegjorde jeg for Leikin

og Pitta-Pantazi (2012) sin klassifiseringer av absolutt og relativ kreativitet. I vurdering av produktets originalitet, vil en relativ forståelse av kreativitet være hensiktsmessig. I skole og undervisningssammenheng er det nødvendig å ta hensyn til hva som er kjente og ukjente faglige metoder og sammenhenger blant elevene, for å kunne vurdere graden av originalitet.

Den fjerde komponent, utvidelse, har som nevnt blitt tilføyd i senere tid (Mann et al., 2016). Denne komponenten omfavner et individs evne til å generalisere løsninger. Med andre ord kunne identifisere hvordan løsninger kan knyttes til en større matematisk kontekst. Det kan hevdes at utvidelse reflekter kravet om bevisføring og generalisering innen matematisk kreativitet (Sak et al., 2017). Der elevene ikke passivt aksepterer matematiske formodninger, men evner å resonere og argumentere for hvorfor formodningen er korrekt eller eventuelt ukorrekt. I gjeldende læreplan er «representasjoner og kommunikasjon» et av fagets kjerneelementer (Utdanningsdirektoratet, 2018). I tillegg til at elevene skal kunne bruke matematisk språk, trekkes det her frem at elevene skal få mulighet til å begrunne sine valg. Skott et al. (2018, kap. 7) beskriver dette som en dobbelthet i faget, hvor eleven både lærer gjennom kommunikasjon og lærer å kommunisere matematisk tankegang.

2.2.3 Kreativitet i skolematematikk

Haylock (1987) sin gjennomgang av faglitteratur innen utdanning i perioden 1966-1985, avdekker at kreativitet i liten grad har vært en tematikk innen forskning på matematikkundervisning (henvist i Leikin, 2013). To tiår senere fremkommer tilsvarende funn i Leikin (2009) sin litteraturgjennomgang i perioden 1999-2009 (henvist i Leikin & Pitta-Pantazi, 2012). Der Leikins (2009) gjennomgang av syv ledende matematikk journaler og syv ledende journaler innen begavet utdanning fant få publikasjoner som omhandlet temaer relatert til kreativitet, samtidig som forskning innen generell psykologi i liten grad studerte matematisk kreativitet. Manglende faglitteratur kan hevdes å gjenspeile hvor begrenset vektleggingen av kreativitet har vært innen matematikkutdanning og -undervisning. Shriki (2010) trekker i sin artikkel frem at matematikklærere ofte mangler evnen til å inkludere og anvende undervisningsopplegg, som fostrer elevenes kreativitet. Han argumenter for at dette kan ha sammenheng med at matematikklærere underviser tett opp til hvordan de selv ble undervist i faget.

Sriraman (2005) skiller mellom to definisjoner av kreativitet innen matematikk, på et profesjonelt- og skole-nivå. På et profesjonelt nivå kan matematisk kreativitet defineres som

evnen til å skape eget originalt arbeid som utvider kunnskapen innen fagfeltet, og/eller evnen til å belyse nye spørsmål for andre matematikere. Denne definisjonen kan plasseres inn under en absolutt forståelse av kreativitet (Leikin & Pitta-Pantazi, 2012). Matematisk kreativitet i grunnskolen defineres Sriraman (2005) som:

(a) the process that results in unusual (novel) and/or insightful solution(s) to a given problem or analogous problems, and/or (b) the formulation of new questions and/or possibilities that allow an old problem to be regarded from a new angle requiring imagination. (2005, s. 24)

Disse to definisjonene av Sriraman (2005) deler fellestrekk, især den siste delen (fra b). Gjennom en prosess skapes det et utfall, eller løsning, som skaper en form for ny innsikt. I grunnskolen kan dette betegnes som en relativ form for kreativitet (Leikin & Pitta-Pantazi, 2012), hvor det i en bestemt elevgruppe utarbeides ny matematisk innsikt. Denne innsikten skaper videre nye perspektiver til tidligere problemer eller spørsmål. I Skott et al. (2018, s. 279-281) sine redegjørelser for bruk av resonnementer og bevis, blir det igjen beskrevet en endring i praktiseringen av faget i skolen. Tidligere har målsetning med denne tematikken vært å trene elevene i å følge og memorere matematiske bevis. I tråd med en økende vektlegging av fagets prosesser, er denne målsetning utvidet til opparbeidelse av elevenes evne til å selv utvikle og uttrykke matematiske argumenter.

Haylock (1997) viser til Cropley (1992) sine beskrivelser av kreativitet som en evne til å generere relevante ideer gjennom divergent produksjon. Haylock (1997) hevder dette synet også er formålstjenlig for å kunne evaluere kreativitet i matematikk i skolen. I den kognitive prosessen i kreativ i matematiskproblemløsning, er et nøkkelement å unngå fiksering på et fåtall av løsningsmetoder. Det andre aspektet er divergent produksjon, hvor elevene gis mulighet for å komme med mange ulike løsninger gjennom en åpen oppgave. Divergent tenkning kan anses som en hensiktsmessig beskrivelse av matematisk kreativitet sett opp mot en snever allmenn forståelse, som assosierer kreativitet med arbeid innen blant annet kunst, musikk og arkitektur (Haylock, 1997).

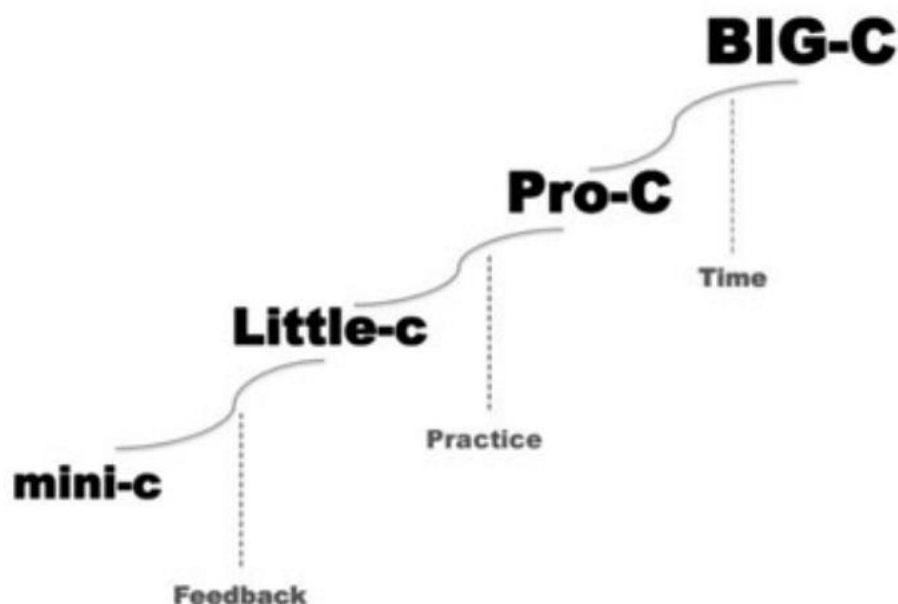
For å oppsummere, vil jeg i denne masteroppgaven ta utgangspunkt i Sriraman (2005) sin definisjon av matematisk kreativitet i grunnskolen. Definisjonen reflekterer Sak et al. (2017) beskrivelser av kunnskapsproduksjon som et sentralt element i matematisk kreativitet, hvor oppdagelser eller oppfinnelser skaper ny innsikt.

Ulike nivåer av kreativitet

Beghetto og Kaufman (2007) peker på manglende studier på kreativitet i henhold til utvikling av individers kunnskap og forståelse. De viser til inndelingen av kreativitet som enten signifikante bidrag innenfor et bestemt fagfelt, eller hverdagslig kreativitet av alminnelige mennesker. Dette betegner Beghetto og Kaufman (2007) henholdsvis som kreativitet med Stor-K eller liten-k (egen oversettelse), og tilsvarer Leikin og Pitta-Pantazi (2012) sin klassifisering av absolutt og relativt kreativitet (se kap. 2.2.1 Forståelse av kreativitet).

Kaufman og Beghetto (2009) utvidet denne inndelingen videre i en modell med fire nivåer av kreativitet (se figur 1). Med denne ønsker de å nyansere dikotomien mellom hverdagslig kreativitet og eminent kreativitet, samt tilrettelegge for å kunne analysere og diskutere ulike former for kreativitet. I Kaufman og Beghetto (2009) sin utvidede modell tilføyes mini-k og Pro-k former for kreativitet. Mini-k knyttes til den personlige læringsprosessen. Denne kategorien kan belyse elevers unike og personlige forståelse/tolkninger i møte med et nytt emne innen et fagområde. Denne formen for kreativitet er vanlig tidlig i livet, og kan oppmuntres til av for eksempel foreldre eller lærere. Pro-K beskrives som kreativitet på ekspert nivå. Her finner vi individer som er profesjonelle innenfor sitt felt, men som ikke har oppnådd ekstraordinær annerkjennelse for sitt arbeid. Denne kategorien kan ses som en progresjon/utvikling fra liten-k, som ennå ikke har oppnådd Stor-K status som eminent form for kreativitet.

Figur 1: Nivåer av kreativitet hentet fra Beghetto og Kaufman (2014, s. 55)



Mini-k perspektivet knyttes til Vygotskys beskrivelser av kognitiv og kreativ utvikling, hvor individet i samspill med omgivelsene internaliserer informasjon, som utvider og bygger på eksisterende kunnskap (Kaufman & Beghetto, 2009). Sett opp mot Sak et al. (2017) beskrivelse av matematisk kreativitet som en form for kunnskapsproduksjon, kan det hevdes at mini-k perspektivet har relevans for matematikkundervisning. Der elevenes personlige oppdagelser av matematiske sammenhenger, utvider deres forståelse av verden.

Til dette masterprosjektet legges det vekt på forståelsen av mini- og liten-k. Fra et mini-k perspektiv stilles det ikke forutsetninger for kunnskap og erfaringer i faget for å være kreativ. Denne formen for kreativitet er personlig og utvider ens egen forståelse. Med liten-k skapes det et rom for å diskutere og å se kreativitet som en naturlig del av undervisning i matematikkfaget.

2.3 Tidligere forskning

2.3.1 Om, for og gjennom kreativitet

I en undervisningskontekst kan kreativitet knyttes opp mot læreren eller elevene. Valg av innfallsvinkel til kreativ læring er styrende for pedagogisk valg, og det kan fra et forskningsperspektiv være hensiktsmessig å avklare hvilke forståelser som skal vektlegges. Beghetto (2017) skiller mellom undervisning om, for og med kreativitet. Undervisning om kreativitet har som målsetning å gi generell innsikt og kunnskap om kreativitet (Beghetto, 2017). Dette kan omhandle innføring i teorier og modeller om kreativitet. En annen innfallsvinkel er undervisning for kreativitet. Her er målsetningen å utvikle elevenes kreative tenkning og evner. Imai (2000) er et eksempel på en studie av denne typen, som undersøkte betydningen av elevers evne til å ikke fikse på et begrenset antall problemløsningsmetoder, som i større grad kan oppnå originale og varierte besvarelser. Undervisning med kreativitet orienteres mot lærerens evne til å formidle fagstoffet på en kreativ måte og variere sin undervisningspraksis (Beghetto, 2017). I den videre redegjørelsen av tidligere forskning på læreres forestillinger om kreativitet, varieres det mellom perspektiver for (elev-orienter) og med (lærer-orienter) kreativitet.

2.3.2 Studier av matematikklæreres forestillinger om kreativitet

I introduksjonen til masteroppgaven ble studie av Kaufman og Baer (2004) trukket frem. Deres undersøkelser avdekket at studenter kunne anse seg selv som kreativ uavhengig av fag, utenom i matematikk. Tilsvarende oppfatninger fremtrer også i Bolden et al. (2010) sin

artikkel, knyttet til undersøkelser av britiske lærerstudenters forestillinger om kreativitet i matematikkundervisning. Resultatene fra spørreskjemaer og intervjuer viser at studentene ikke anså matematikk som et kreativt fag, i motsetning til fagene engelsk, kunst og vitenskap. Innenfor matematikkfaget ble kreativitet tilknyttet bruken av ressurser og teknologi, og en kreativ undervisningstilnærming. Det kreative aspekt blir altså koblet opp mot lærerens praksis, med undervisning gjennom kreativitet (Beghetto, 2017). Elevenes læring ble, ut ifra lærenes besvarelser, oppsummert i to kategorier: aktiviteter og utforskning i undervisningen og utviklingen av fleksible regnemetoder (Bolden et al., 2010). Elevers fleksible bruk av regnemetoder kan knyttets til komponenten fleksibilitet som indikator på kreativitet (Mann et al., 2016).

Bolden et al. (2010) påpeker at lærerstudentene knyttet det kreative til lærerens bruk av ressurser og ny teknologi. I den forbindelse problematiser de en lærer-orientert forståelse av kreativitet, og ikke til elevenes kreative læringsprosesser. Palsdottir og Sriraman (2016) artikkel redegjør for en workshop med Islandske matematikklærere, med bruk av kreative modelleringsoppgaver. De trekker frem en manglende kobling mellom faget og kreativitet, blant prosjektdeltakerne. I tillegg ble elevenes muligheter for kreativitet med modelleringsoppgavene, i hovedsak sentrert rundt frihet i selve arbeidsprosessen og at elevene selv kunne velg hvordan de ville presentere sine oppgaver. Palsdottir og Sriraman (2016) problematiser av den grunn den manglende vektleggingen av kreativitet knyttet til elevenes matematikkfaglige læring.

Lev-Zamir og Leikin (2011) peker på manglende forskningslitteratur på kreativ matematikkundervisning. Ved å avdekke læreres forståelse av kreativitet, argumenterer de for at dette vil legge et grunnlag for å videreutvikle lærerens evner til å undervise med og for kreativitet. Ved bruk av «grounded theory» tilnærming utviklet de en modell for å analysere læreres forestillinger om kreativitet (se tabell 2). Modellen er forankret i faglitteraturens beskrivelser av flyt, fleksibilitet, originalitet og utvidelse (2011, s. 19). Av disse komponentene har de valgt å se bort ifra flyt, da de anser dette som primært en karakteristikk av læreres kunnskap og effektivitet. Fleksibilitet, originalitet og utvidelse, beskriver de som unik for kreativ undervisning. I Lev-Zamir og Leikin (2011) modell skilles det mellom kreative handlinger og konsepter hos læreren, og undervisningsaktiviteter ment for å utvikle elevenes kreativitet. Dette omtaler de som henholdsvis lærer-rettet og elev-rettet kreativitet (egen oversettelse). Dette skillet sammenfaller med Bolden et al. (2010) sitt skille mellom

kreativ undervisning og kreativ læring. De to sidene av modellen samsvarer og med Beghetto (2017) sine beskrivelser av undervisning med kreativitet (lærer-orientert) og for kreativitet (elev-orientert)

Tabell 2: Bearbeidet tabell fra Lev-Zamir og Leikin (2011, s. 29)

	Lærer-rettet forestilling	Elev-rettet forestilling
Fleksibilitet	<ul style="list-style-type: none"> • Matematisk fleksibilitet • Pedagogisk fleksibilitet 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevene generer varierte eller nye løsninger på et problem
Originalitet	<ul style="list-style-type: none"> • Matematisk originalitet • Pedagogisk originalitet 	<ul style="list-style-type: none"> • Elever generer nye ideer/oppgaver/fakta • Elever foreslår uventede løsninger
Utvidelse		<ul style="list-style-type: none"> • Elever generaliser matematiske ideer og hever den matematiske diskusjonen

Elev-rettet kreativitet blir delt inn etter komponentene fleksibilitet, originalitet og utvidelse (Lev-Zamir & Leikin, 2011). I henhold til fleksibilitet blir elevene vurdert etter deres evne til å generere varierte løsninger til et problem, som skiller seg fra tidligere metoder som er kjent for elevene. Under originalitet skal eleven kunne lage nye ideer, løsninger eller oppdage nye sammenhenger i faget. Under utvidelse skal elevene kunne generalisere matematiske ideer og heve den matematiske samtalen til et høyere nivå.

I et etterfølgende studie, analyserte Lev-Zamir og Leikin (2012) matematikklæreres uttalte forestillinger om kreativitet, opp mot deres handlinger i undervisningssituasjon.

Grunnskolelærere ble først intervjuet, deretter observert i undervisningstimer lærerne selv anså som kreative. Denne studie avdekket fellestrekk mellom matematikklæreres uttalte forestillinger og handlinger. På samme tid var det klare skiller i hvordan dette utspilte seg i undervisning. Studiet bygger videre på modellen forfatterne tidligere hadde utarbeidet, hvor det skiltes mellom lærere som underviser kreativt og elever som er kreative i undervisningen (Lev-Zamir & Leikin, 2011).

Aktaş (2015) sin artikkel studere tyrkiske matematikklæreres forestillinger om kreativitet i matematikkfaget. På bakgrunn av manglende forskningslitteratur om temaet, gjennomførte Aktaş (2015) kvalitative dybdeintervju av syv lærere i grunnskolen. Resultatene fra studien indikerer en snever forståelse av kreativitet, begrenset til å utvikle et annet perspektiv og å

anvende dette i en løsningsoppgave. I noen av lærernes beskrivelser av kreative matematikkelever ble evner i faget trukket frem som sentral. I henhold til barrierer til fostring av kreativitet ble det trukket frem standardiserte tester, begrensninger i fagplan og utdanningssystemet for øvrig.

2.3.3 Ulike kulturers og fagområders perspektiv på kreativitet

Leikin et al. (2012) hevder nasjonale verdier, normer og utdanningssystemer har betydning for forståelsen av og praktiseringer av undervisning i matematikk. Av den grunn kan matematikklærere fra ulike land ha ulik forståelse av matematikkfaget og dens sentrale elementer. Hvilket innebær at lærernes syn på matematikk, kreativitet generelt og koblingen mellom disse, vil påvirkes av den sosiokulturelle konteksten.

Litteraturgjennomgangen til Bereczki og Kárpáti (2018) forsøker å avdekke hva som er forsket på av læreres tanker om kreativitet, innenfor alle fag i perioden fra 2010 til 2015. I tillegg søker de innsikt i sammenhengen mellom lærerens tanker om kreativitet og deres faktiske undervisning, samt avdekke faktorer som innvirker på læreres tanker om kreativitet. Det pekes på et behov for mer forskning innen ulike fagområder og kulturer (2018, s. 50). Zhou et al. (2013) har forsket på forestillinger om kreativitet blant lærere fra Kina, Tyskland og Japan. Et av formålene var å avdekke hvorvidt det er forskjeller mellom lærernes forestillinger fra de ulike landene. Ved bruk av spørreskjema viser resultatene blant annet at kreativitet ble oppfattet som divergent tenkning og ble ansett å være mer fremtredende i kunst- og vitenskapsfag. Samtidig fremkom det enkelte ulikheter mellom lærernes forestillinger. Av lærerne fra Tyskland ble matematikk ansett som et fag med mindre muligheter for kreativ utfoldelse. Av Japanske lærerne ble kreativitet ikke oppfatt som noe en kunne utvikle. Med funnene fra dette studiet argumenterer Zhou et al. (2013) for at kulturelle faktorer har betydning for fostring av kreativitet. Dette masterprosjektet kan av den grunn bidra til forståelsen av hvordan kreativitet oppfattes i matematikkfaget i den norske skolen.

3. Forskningsmetode

Åpenhet, systematikk, grundighet og dokumentasjon er viktige kjennetegn ved forskningsmetodisk tilnærming (Christoffersen & Johannessen, 2012). Hvilket skiller forskning fra våre personlige betraktninger og tanker om verden. Innen samfunnsforskning er formålet å søke grundigere og mer pålitelig innsikt i den komplekse virkeligheten som omgir oss. Mangfoldet av samfunnsfenomener skaper et behov for en variasjon i forskningsmetoder og tilnærminger en kan anvende for innsamling av data.

I valget mellom kvantitativ og kvalitativ tilnærming innen samfunnsforskning, er spørsmålet ikke hvilken metode som er best, men som er mest egnet i henhold til hva vi ønsker å undersøke. Kort oppsummert skiller disse tilnærmingene seg ved at kvantitativ metode vektlegger utbredelse og kvantifisering, mens kvalitativ metode søker dybde forståelse og innhenter mye informasjon fra få enheter (Thagaard, 2018). Problemstillingen til dette studiet er å avdekke matematikklæreres forestillinger om kreativitet innen matematikkfaget. På bakgrunn av dette er det valgt en kvalitativ-metodisk tilnærming, da det skapes rom for fleksibilitet og justeringer i møte mellom forsker og deltaker (Christoffersen & Johannessen, 2012).

I denne delen av masteroppgaven redegjøres det for prosjektets metodiske valg. Jeg vil beskrive hele prosessen, fra rekruttering av informanter og frem til analyse av innsamlet data. Målsetningen om å oppnå en forståelse av sosiale fenomener, gjør fortolkning til et sentralt element innen kvalitativ forskning (Thagaard, 2018). Analyser og tolkninger i forskningsprosjektet preges av forskerens egen forståelse og erfaringer. Dette skaper et behov for å eksplisitt redegjøre for prosessen bak resultatene, for å styrke funnenes troverdighet og overførbarhet. Av den grunn vil jeg belyse valgene som ligger bak utformingen av intervjuguiden, rekruttering av informanter, gjennomføring av intervjuene, transkriberingsprosessen og analysen av datamaterialet. Innledningsvis vil jeg redegjøre for fenomenografi som metodisk tilnærming.

3.1 Fenomenografi

For å kunne beskrive fenomenografi vil jeg først redegjøre for skillet mellom et første- og et andrehåndsperspektiv. I et førstehåndsperspektiv observeres verden slik den fremtrer for oss, og det utarbeides standpunkter om den (Marton, 1981). Fra et andrehåndsperspektiv observeres andre menneskers tanker om verden, med det formål å analysere de betraktningene

andre mennesker har. Marton (1981) omtaler dette som et førsteorientert perspektiv og et andreorientert perspektiv. Problemstillingen knyttet til dette studiet er et eksempel på et andreorientert perspektiv, hvor det forsøkes å si noe om matematikklæreres forestillinger. Det er med andre ord ikke fenomenet i seg selv, matematisk kreativitet, som studeres. Fra et andreorientert perspektiv ønsker vi å studere hvordan fenomenet forstås og erfares av ulike mennesker. En alternativ problemstilling fra et førsteorientert perspektiv kunne vært; «hva er matematisk kreativitet?»»

Som forskningstilnærming ble fenomenografi utviklet på 70-tallet på universitet i Gøteborg (Marton, 1986). Marton (1986, s. 31) beskriver fenomenografi som, «... a research method for mapping the qualitatively different ways in which people experience, conceptualize, perceive, and understand various aspects of, and phenomena in, the world around them». Det er med andre ord ikke fenomenet i seg selv, eller et individs persepsjon og abstraksjon (psykologi) av et fenomen, som er hovedfokuset. Derimot er det relasjonen som eksisterer imellom mennesker og omverden som undersøkes. En persons forståelse er dynamisk og stadig skiftende, som følge av egne tankeprosesser og ytre påvirkning (Hajar, 2021). I tillegg vil et fenomen oppleves ulikt blant mennesker. Derav er det innen fenomenografi et fokus på å utforske den kollektive erfaringen og oppfattelsen av et fenomen. Marton (1986) argumenterer for at kartleggingen av menneskers forståelse av et fenomen, kan tilrettelegge for en overgang til en potensielt bedre forståelse av virkeligheten.

I henhold til masteroppgavens problemstilling anser jeg en fenomenografisk tilnærming hensiktsmessig. Innen fenomenografien målsetning om å omfavne bredden av ulike forestillinger av et fenomen, på en helhetlig og samordnet måte (Bruce 1997, henvist i Hajar, 2021, s. 1430). Kategorisering av informantenes beskrivelser trekkes frem som en sentral del innen fenomenografi (Marton, 1986). Gjennom å kategorisere beskrivelsene, er målsetningen å finne de mest distinkte karakteristikkene som tydeliggjør hvordan mennesker forstår et fenomen. Dette har derfor preget analysearbeidet av intervjuene tilknyttet dette masterprosjektet og noe som gjennomgås nærmere i kapittel 3.2.5 «Analyseprosessen».

Fenomenografi har noen fellestrekk med fenomenologi. Av den grunn vil jeg kort belyse noen hovedskiller. Fra et filosofisk perspektiv er fenomenologi læren om «det som viser seg» (Christoffersen & Johannessen, 2012). Med andre ord slik begivenheter og objekter fremstår for oss, og hvordan de oppfattes av sansene. I likhet med fenomenografi, er derfor studieobjektet menneskers erfaring og bevissthet (Sjöström & Dahlgren, 2002). Forskjellen

påpekes av Sjöström og Dahlgren (2002) å foreligge i studienes hensikt. Innen fenomenologi søker en å avdekke essensen, eller den mest invariante forståelsen av et fenomen. Innen fenomenografi derimot er hensikten å avdekke ulike variasjoner av forståelser av et fenomen. Oppsummert skiller derfor formålene seg, fra å avdekke essensen til fenomenet (fenomenologi), til å avdekke bredde og variasjon i menneskers oppfattelse av fenomenet (fenomenografi).

3.2 Kvalitativt forskningsintervju

Kvalitative dybdeintervju er en mye brukt datainnsamlingsmetode innen fenomenografi (Hajar, 2021; Marton, 1986). Det overordnede formålet med kvalitativt forskningsintervju er å søke innsikt i intervjupersonens forståelse og erfaring med verden (Kvale & Brinkmann, 2015). Forskningsintervju beskrives av Kvale og Brinkmann (2015) som en profesjonell samtale, som bygger på dagliglivets samtaler. Samtalen preges av den personlige relasjonen mellom intervjuer og informant, og gjennom dette samspillet konstrueres kunnskap. Denne kunnskapsproduksjonen står i motsetning til et positivistisk vitenskapssyn, som i større grad forsøker å objektivt kvantifisere verden. På bakgrunn av manglende standardregler og klare prosedyrer for kvalitativ intervjuforskning, beskrives det av Kvale og Brinkmann (2015) som et håndverk. Dette medfører ikke at en innen denne forskningsmetoden kan gjøre hva en vil, men derimot at samtlige valg gjennom prosessen kan vurderes etter hvor hensiktsmessig de var. Kvaliteten på innsamlet data gjennom et forskningsintervju preges med andre ord av intervjuerens ferdigheter og personlige dømmekraft.

I henhold til det andreorienterte perspektivet innen fenomenografi, er friheten informanten kan oppnå gjennom et kvalitativt intervju hensiktsmessig. Informantens betraktninger og erfaringer kan komme tydelige fram, når de selv får prege intervjuet (Christoffersen & Johannessen, 2012; Hajar, 2021). I tillegg kan intervjupersonenes gjenfortelle hendelser eller situasjoner de selv har opplevd, som gir en indikasjon på hva de anser som relevant for intervjuets tema. Videre kan en via disse gjenfortellingen ytterligere undersøke intervjupersonens tanker, følelser og meninger knyttet til disse situasjonene.

Kreativitet kan hevdes å ikke være en vanlig assosiasjon til matematikk i skolen, hvilket medfører utfordringer i å utforme et standardisert spørreskjema. På bakgrunn av en manglende felles forståelse over betydningen av kreativitet innen matematikk i skolen (Mann,

2006; Palsdottir & Sriraman, 2016; Pehkonen, 1997), er det utarbeidet en semistrukturert intervjuguide, for å avdekke matematikklæreres potensielt ulike forestillinger.

3.2.1 Utforming av intervjuguide

Intervjuet bør få fram beskrivelser av informantenes hverdagsverden (Christoffersen & Johannessen, 2012). Ved bruk av dybdeintervju foreligger det muligheter for å be informantene beskrive situasjoner som er relevant for forskningstemaet. Når informantene supplerer sine beskrivelser av sin forståelse av et fenomen med hendelser hen mener illustrerer sin forståelse, kan dette som nevnt skape en mer nyansert innsikt i informantens forestillinger.

Christoffersen og Johannessen (2012) beskriver et kontinuum fra ustrukturert til strukturert intervju. På den ene siden vil et ustrukturert intervju ha en åpen form, hvor temaet er bestemt på forhånd, men det foreligger ingen konkret plan for spørsmålenes ordlyd og rekkefølge. På den andre siden vil et strukturert intervju inneha en fastlagt struktur og form på spørsmålene. Intervjuguiden i dette masterprosjektet har en semistrukturer form. Dette er valgt hovedsakelig av to grunner. Ved å utforme intervjuguiden basert på eksisterende faglitteratur, forsikret jeg meg om å dekke ulike innfallsvinkler og perspektiver på kreativ matematikk. I tillegg vil et semistrukturert intervju skape rom for fleksibilitet og oppfølgingsspørsmål, og derav la informantens forestillinger prege intervjuet.

Kvale og Brinkmann (2015, s. 163-164) trekker det frem som hensiktsmessig å utarbeide to intervjuguides, et med de formelle forskningsspørsmålene tilknyttet studiet og et med intervju spørsmålene. Inspirert av dette valgte jeg å dele intervjuguiden i to, en kolonne med overordnet tematikk og en kolonne med selve spørsmålene (se vedlegg A). På denne måten påså jeg at intervjuguiden inneholdt spørsmål tilknyttet ulike forståelser og aspekter av kreativitet i matematikkfaget. Etter noen innledende spørsmål om lærerens bakgrunn, var spørsmålene tilknyttet lærerens syn på matematikk, etterfulgt av spørsmål om deres syn på kreativitet. Bakgrunnen for dette var for å kartlegge lærerens isolerte forståelse og assosiasjoner av matematikk og kreativitet, innen vi diskutert sammenhengene imellom dem. Den videre tematiskestrukturen i intervjuguiden ble basert på de teoretiske komponenten om kreativitet i matematikk: flyt, fleksibilitet, originalitet og utvidelse (Mann et al., 2016). Med utgangspunkt i komponentene ble det utarbeidet spørsmål om situasjoner og forståelse av undervisning i matematikk. Den siste delen av intervjuguiden besto av spørsmål om

kreativitet i læreplanen, fagets utvikling, betydningen av faglige ferdigheter for matematisk kreativitet.

3.2.2 Rekruttering og beskrivelse av utvalg

Dette masterprosjektet er en kvalitativ studie og på bakgrunn av dette vil ikke forskningsresultatet kunne generaliseres. Utvalgsstrategiene var derfor ikke styrt av å oppnå et representativt utvalg, men heller et hensiktsmessig et (Christoffersen & Johannessen, 2012). I rekrutteringsprosessen var målsetningen å oppnå et heterogent utvalg, med variasjon i henhold til alder, kjønn, arbeidsplass, undervisningstrinn og ansiennitet. Dette baseres på at matematikklærere i skolen i seg selv ikke er en homogen gruppe. Deres bakgrunn og erfaringer har innvirkning på deres tilnærming og undervisning i faget. Av den grunn ønsket jeg et utvalg som også gjenspeilet dette mangfoldet. I tillegg innen fenomenografi ønsker en å identifisere og beskrive variasjon i oppfatninger (Marton, 1986). Kriteriet om variasjon i arbeidsplass ble derfor anset som svært viktig, for å unngå at lærerne var preget av det kollegiale samarbeidet på den aktuelle skolen. Et annet kriterium var å ikke inneha en tidligere relasjon til lærerne i studiet. Noe som begrunnes med at jeg anså det som hensiktsmessig å ha samme utgangspunkt ovenfor alle informantene. Ved bruk av for eksempel en tidligere praksislærer kan det tenkes at personen justerer sine svar, for å hjelpe meg med masterprosjektet. På grunn av begrensinger tilknyttet oppgavens omfang, ble det valgt å begrense utvalget til matematikklærere fra 5. til 10. trinn.

I rekrutteringen ble eget sosialt nettverk benyttet. På bakgrunnen av at en felles bekjent kunne forenkle rekrutteringsprosessen, da tilgang til informanter kan være en utfordring i et forskningsprosjekt (Christoffersen & Johannessen, 2012). Jeg fikk oppgitt epostadressen til lærerne som kunne stille seg tilgjengelig for et intervju. De fikk tilsendt en presentasjon av meg og et informasjonsskriv om prosjektet (se vedlegg B). Det ble deretter avtalt tid og sted. For intervjuene som ble gjennomført fysisk ble det utdelt et samtykkeskjema, som ble undertegnet før oppstart av intervjuet.

Til sammen deltok 5 informanter i prosjektet fra 3 forskjellige skoler. 4 av lærerne underviste på mellomtrinnet og 1 på ungdomskolen. Intervjuene ble gjennomført fysisk på lærenes arbeidsplass, for utenom 1 som av praktiske årsaker gjennomført over telefon. For en oversikt over informantens bakgrunnsinformasjon se tabell 3. Informantene har i tabellen fått fiktive

navn for å ivareta personvern. Kolonnen «Skole», viser hvilke av lærerne som var tilknyttet samme skole.

Tabell 3: Informantens bakgrunn

Navn	Trinn	Skole	Alder	Ansiennitet	Utdanningsbakgrunn
Anne	7	A	60-70	Høy	Lærerutdanning
Bjørn	7	B	20-30	Lav	Lærerutdanning med integrert master
Camilla	9	C	40-50	Høy	Matematikk som tilleggsfag
Dorthe	6	C	60-70	Middels	Lærerutdanning
Espen	6	A	30-40	Middels	Videre utdanning i matematikk

3.2.3 Forberedelse og gjennomføringen av intervjuene

I faglitteraturen om forskningsmetode finnes det en rekke råd om hva en bør og ikke bør gjøre i intervjusetting (se f.eks. Bryman, 2016, s. 472-473). I forkant av intervjuene gjorde jeg meg kjente med flere av disse, for å være forberedt i rollen som intervjuer. Både for å sikre en god datainnsamlings-prosess, samt av respekt over informantene som hadde satt av tid for å delta i prosjektet. I forkant ble det gjennomført to pilotintervjuer. I det første var hovedformålet å utarbeide og forbedre spørsmålene. Hensikten med den andre piloten var å ytterligere forbedre intervjuguiden, teste teknisk utstyr, ta tiden, samt forberede meg ytterligere på rollen som intervjuer.

Intervjuene ble gjennomført over en periode på 8 uker. Lengden på intervjuene varierte fra 30 til 60 minutter. Ett intervju ble som nevnt gjennomført over telefon. Noe av nedsiden med telefonintervjuet var manglende mulighet for læreren å presentere undervisningsopplegg og oppgaver visuelt. Det var også størst variasjon i kvaliteten på lydopptaket fra telefonintervjuet, hvilket skapte utfordringer med transkriberingen. I den forbindelse vil jeg trekke inn Bryman (2016, s. 485) sin oppsummering av studier rundt bruken av telefon sett opp mot fysisk intervju. Hvor han konkluderer med at dette har en mindre innvirkning på kvaliteten til den innsamlede dataen.

I etterkant av intervjuene noterte jeg ned mine umiddelbare inntrykk, enten digitalt eller fysisk. Disse ble samlet opp i et Word-dokumentet og brukt i analyseprosessen. I etterkant av ett av intervjuene diskuterte læreren og jeg videre om kreativitet og matematikk, etter at opptakeren var avslått. Tematikken for denne samtalen ble i ettertid notert ned og tilføyd datamaterialet for analysen.

3.2.4 Transkribering av intervjuene

Bruk av lydopptak og transkripsjon tilrettelegger for å nøyere undersøke hva informantene sier (Bryman, 2016, s. 479). I tillegg kan forskningens pålitelighet styrkes, ved at datamaterialet gjennomgås i samarbeid med andre forskere. Til intervjuene ble det benyttet to enheter for lydopptak (utenom telefonintervjuet). Både for å sikre god lyd, samt ha en lydopptaker i bakhånd om det skulle forekomme tekniske problemer. Til innsamling av data har OsloMet godkjente Diktafon-appen. Denne ble brukt på begge enhetene under intervjuet. Med Diktafon-appen overføres lydfilen direkte til Nettskjema etter opptak. Opptaket lagres ikke lokalt på enheten, for å sikre personvern. Bruk av lydopptak tilrettela for meg som intervjuer å fokusere i større grad på selve intervjuet. Thagaard (2018, s. 112) trekker det frem som en fordel, da en ikke er avhengig av å dokumentere svarene under selv intervjuet.

I likhet med kvaliteten på intervjuet, er kvaliteten på transkripsjonene av betydning (Kvale & Brinkmann, 2015). Transkribering er en oversettelse fra tale- til skriftspråk, hvor konstruksjonen preges av beslutninger som tas i prosessen. Til transkriberingen av intervjuene ble det brukt ulike tilnærminger. Noen av intervjuene ble automatisk transkribert gjennom online versjonen av Word. Opptakene ble avspilt, mens dikterings funksjonen var påskrudd, som simulerte et direkte-opptak. I etterkant redigerte jeg transkripsjonene, for å korrigere feil, samt legge inn beskrivelser av for eksempel pauser og nikk under intervjuet. På grunn av mindre gode automatiske transkripsjoner, medførte det et større redigeringsarbeid i etterkant. Av den grunn ble noen intervjuer transkribert manuelt, ved at jeg lyttet gjennom opptakene selv.

3.2.5 Analyseprosessen

Koding er en mye brukt tilnærming innen kvalitativ dataanalyse (Bryman, 2016, s. 561). Analyseprosessen består av ulike faser fra grovsortering av data, gjerne omtalt som kondensering, til mere detaljerte kategorier som utgjør utgangspunktet for presentasjon av funnene (Dalland & Andersson-Bakken, 2021, kap. 12). Forskere kan utvikle egne kategorisystemer, bruke kategorier fra annen forskning og teori, eller kombinere disse to tilnærmingene. Beskrivende kategorier er som nevnt primærresultatet av fenomenografiske studier (Marton, 1986). Utviklingen av kategorisystemet tilknyttet denne analysen, er en kombinasjon av dataempirien og eksisterende teorier og forskning om kreativitet i matematikk.

Dahlgren og Fallsberg (1991) beskriver syv steg i analyseprosessen innen fenomenografi (henvist i Sjöström & Dahlgren, 2002). Disse stegene har vært retningsgivende for analysen av datamaterialet, supplert med Bryman (2016, s. 581-583) sine råd vedrørende koding. I henhold til Bryman (2016) anbefaling begynte jeg å kode de første transkripsjonene, innen alle intervjuene var transkribert. På denne måten ble analyse av materialet en kontinuerlig prosess og ikke kun knyttet til arbeidet etter transkriberingen. Denne tilnærmingen skapte også et mulighetsrom for å fortløpende få en bredere oversikt over datamaterialet og se intervjuene opp mot hverandre. Mine fortløpende tanker og analyser ble til enhver tid nedskrevet i et eget Word-dokument.

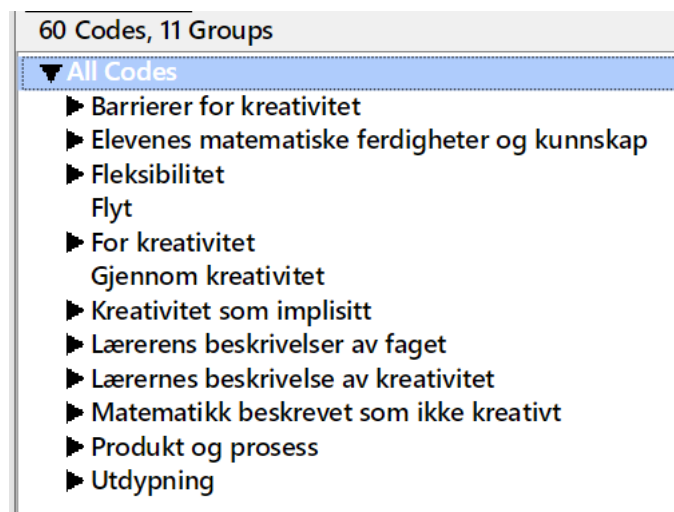
Jeg vil videre gjennomgå stegene i min analyseprosess. Bruk av bilder og detaljerte beskrivelser, har til hensikt å gi leseren et nærmere innsyn i prosessen bak oppgavens funn. Første steg er å bli kjent med materialet ved å lese igjennom transkripsjonene nøye (Sjöström & Dahlgren, 2002). I dette steget ble skrivefeil korrigert, i tillegg ble Word-dokumentene formatert, for å enklere gjennomgå transkripsjonene i kodingsprosessen. (2) Deretter startet selve kodingen av materialet. Til dette arbeidet ble det kvalitative analyseprogrammet HyperResearch anvendt. Siden jeg i forkant av analyseprosessen ikke hadde klare kategorier, hvor jeg ønsket at de skulle utspringe fra datamaterialet, anså jeg bruken av HyperResearch som hensiktsmessig. På denne måten kunne jeg ha en fleksibel tilnærming til analysen og enklere gjøre endringer underveis (Thagaard, 2018). Med dette programmet kunne jeg utarbeide koder og stikkord for hvert intervju. Dette resulterte i en kodebok (oversikt over koder benyttet i datamaterialet) med til sammen 81 koder. Disse kodene er satt sammen til en ordsky i bilde 1.

Bilde 1: Ordsky av koder

Å bli kreativ gjennom faget Åpne oppgaver **Algoritme** Assosiert med kreativitet Belyse sammenhenger ovenfor elever
Betydningen av ferdigheter og kunnskap i faget Betydningen av læreren for å tilrettelegge for kreativitet
Brainstorming Bruk av prøver og tester Dele ideer Diagnostisere forståelsen til eleven Elevene lager egne metoder Elevene preger undervisningen
Elevenes oppfatelse av faget Elevenes erfaringer med faget Elevers egne løsningsforslag
Få fremfor mange metoder Foring Fagets utvikling Faglig sterke elever som mindre kreative Faglig svake elever Feilsvar **Fleksibilitet** Fokus på begreper
Fokus på svaret For kreativitet Foreldres oppfatelse av faget Fostre kreativitet **Hindringer for kreativitet**
Husker ikke originale innspill Hvem skal ut oppgave Ikke bevisst over kreativitet i undervisningen Ikke et tema med andre lærere Ikke kreativ på egenhånd Ikke kreative matematiske temaer Innføring for kreativitet Korrekt foring av oppgaver
Kreativ tenkning **Kreative elever** Kreative matematiske temaer **Kreative oppgaver** Kreativitet er en viktig evne i faget Kreativitet i alle fag Kreativitet i læreplanen
Kreativitet som en motsetning til faget Kreativitet som taktilt Lære av feil **Læreren oppfater som viktig** Læreren forstår faget
Lærertutdanningen Læring gjennom å være kreativ Lav motivasjon Lavt presterende elever opplever mestring **Leker** Leseferdigheter Logiske sammenhenger Matematikere er ikke kreative Matematisk forståelse Med kreativitet
Mer produkt enn prosess **Metodefikserte elever** Motivasjon Naturlig kreativitet Nysgjerrig men ikke kreativ **Nysgjerrighet** Nyttverdi Overføre kunnskap til nye situasjoner
Praktisk matematikk Programmering Regelark Regnefortellinger Rike oppgaver Se forbi notasjoner i faget Selvreflekserte elever **Tegning** Tette kunnskapsnett
Tradisjoner i skolefaget Ulempen med flere metoder Utfordrende å bygge på elevers innspill
Utforskning for å huske begreper og sammenhenger Vanskelig å være kreativ i matematikk Veilede elevene

(3) Deretter ble kodene redigert og kondensert, ved å sammenslå koder som omhandlet samme tematikk. På dette stadiet ble noen koder knyttet til teoretiske begreper. Kodeboken i HyperResarch ble redusert ned til 59 koder. (4) I det fjerde steget grupperte jeg datamaterialet etter fellestrekk mellom de ulike kodene og satt igjen med 11 grupper. (5) Disse gruppene ble sett opp mot hverandre og ytterligere revidert (se bilde 2). Under denne prosessen ble koder fjernet og lagt til, for å finne koder og gruppering som omfavner fellestrekk og motsetninger fra intervjuene.

Bilde 2: Gruppering av koder



I steg 6 og 7 ble beskrivelseskategoriene navngitt og sammenlignet med hverandre. Målsetning var å utarbeide unike navn og karakteriseringer av hver kategori, for å

konkretisere essensen av hva de berører. Formålet er her å finne en unik beskrivelse for kategori, samtidig som det eksisterer en overensstemmelse dem imellom (Sjöström & Dahlgren, 2002). For å bevare detaljene i det kodete datamaterialet, ble beskrivelseskategoriene utformet i tabell format i Word. Tabell 4 er et første utkast av studiets resultater.

Tabell 4: Første utkast av beskrivelseskategoriene

Beskrivelseskategorier: Matematikklæreres forestillinger om kreativitet i faget				
(1) En implisitt del av faget	(2) Kunnskap og ferdigheter i faget er både en forutsetning og en potensiell barriere	(3) Kreativitet kan fostres gjennom faget (For kreativitet) (Elev-rettet)	(4) Knyttet ikke til ren matematikk	(5) Utfordrende undervisningsform (Både for lærer og elevene)
Sjeldent en eksplisitt tematikk	Faglig svake elever er ofte kreative	Praktisk matematikk og leker	Kreativitet som adskilt fra fagets produkter	Læreren er sentral for tilrettelegging for kreativitet
Preger underbevisst undervisningen	Faglige sterke elever har utfordringer med kreative oppgaver	Bruk av konkrete og visuell representasjon	Innad i faget er enkelte temaer mer kreativ enn andre	Kreativitet oppleves av elevene som irrelevant for faget
Faget utvikler seg mot mer kreativitet (prosess)	Hovedvekt på en liten k forståelse, framfor en mini k forståelse	Oppgaver som tilrettelegger for divergent tenkning (Åpne oppgaver)	Påvirket av tradisjonell tilnærming til faget	
Ikke oppmerksom på elevers kreativitet		Matematiske samtaler		

Funksjonen til stikkordene under kategoriene, var å få frem de sentrale elementene og nyansene som utgjør hver enkelt kategori. Tabell 4 ble revidert frem til det endelige resultatet, som blir presentert i kapittel «4 Resultater: Beskrivelseskategorier» (se tabell 5) Jeg etterstrebet å finne egnede navn på og beskrivelser av kategoriene, for en mest mulig korrekt fremstilling av matematikklæreres forestillinger.

3.3 Etske vurderinger

Innen all forskningsvirksomhet stilles det krav om å forholde seg til etiske prinsipper og retningslinjer (Thagaard, 2018). Noe jeg har etterstrebet i denne masteroppgaven ved å være transparent og ærlig om prosessen bak studiets resultater.

Det andre aspektet hvor etiske prinsipper blir sentralt, er i møte mellom forsker og omgivelser (Thagaard, 2018). Da det i dette prosjektet har blitt innsamlet personopplysninger, i form av lydopptak, har prosjektet blitt meldt inn til Norsk senter for forskningsdata (NSD) (se vedlegg B). Prosjektet ble godkjent med vilkår 26.01.2022, (prosjektet nummer hos NSD 417504). Vilkårene ble etterfulgt og det forekomme ingen endringer i prosjektets planlagte datainnsamlingsprosess.

Vurderingen av etiske dilemmaer tilknyttet forskningsprosjekt er en kontinuerlig prosess (Thagaard, 2018). Innen jeg startet å søke etter informanter, ble det utarbeidet et risikovurderingsskjema tilknyttet behandling av personopplysninger. Thagaard (2018) påpeker viktigheten av ivaretagelse av deltakernes perspektiver gjennom analyse og presentasjon. Dette prinsippet har stått svært sentralt i dette prosjektet, i henhold til den fenomenografiske metodiske tilnærmingen.

Videre i masteroppgaven beskrives og tolkes informantenes didaktiske tilnærming til matematikkfaget. Jeg vil av den grunn gjøre leseren oppmerksom om at tolkningene er forankrer i ulike teoretiske perspektiver om matematisk kreativitet. Det er av den grunn ingen vurdering av deres evner som matematikklærere. Jeg har i tillegg foretatt valg i hva som presenteres, for å underbygge ulike argumenter. Hvilket medfører at det i mange sammenhenger foreligger en bredere pedagogisk begrunnelse for lærernes undervisningstilnærming, som ikke belyses i denne oppgaven.

4. Resultater: Beskrivelseskategorier

I denne delen av oppgaven presenteres prosjektets forskningsresultater. Ut ifra innsamlet data er det utarbeidet 5 beskrivelseskategorier, som belyser den kollektive forståelsen av kreativitet i matematikk (se tabell 5). Raden «Beskrivelseskategorier» er en oversikt over de 5 kategoriene som ble utledet av studiets datamateriale. I raden «Kategoriens essens» gis det en kort oppsummering av hva som karakteriserer hver kategori.

Tabell 5: Beskrivelseskategoriene

Matematikklæreres forestillinger om kreativitet i faget					
Beskrivelses-kategorier	(1) Bevissthet om kreativitet	(2) Forholdet mellom kreativitet og faglige ferdig-heter	(3) Hvordan kreativitet fremtrer i matematikk	(4) Elev-rettet kreativitet	(5) Muligheter og hindringer for kreativitet i matematikk
Kategoriens essens	<i>Belyser i hvilken grad lærerne er bevisst over det kreative i matematikk-faget og hvordan dette preger deres undervisning.</i>	<i>Belyser lærernes oppfatninger av ferdigheter og kunnskaper i faget, sin betydning for kreativ-utfoldelse.</i>	<i>Belyser lærernes oppfattelse av hvilke sammen-henger kreativitet forekommer i matematikk, samt sammen-henger kreativitet er mindre betydnings-full.</i>	<i>Belyser oppgaver, under-visnings-opplegg og matematiske emner som menes å kunne utvikle elevens kreative evner.</i>	<i>Belyser lærerens refleksjoner omkring muligheter og hindringer for kreativitet i matematikk-faget.</i>

Videre i dette kapitlet vil jeg grundigere redegjøre for de 5 beskrivelseskategoriene. I hvert delkapittel utdypes det nærmere hvordan kategorien reflekter ulike oppfatninger og forståelser blant lærerne. Hver kategori innledes med en oversikt over sentrale nøkkelementer. Det brukes sitater fra datamaterialet, for å illustrere utsagn som knyttes til kategoriene.

4.1 Kategori 1: Bevissthet om kreativitet

Nøkkelementer:

- Sjeldent en eksplisitt tematikk
- Kan prege undervisningen underbevisst
- Oppmerksomhet på elevers kreativitet

***Bjørn:** Ja det ligger jo mest i underbevisstheten, og ... mest på det kreative når det legges opp til spill eller aktiviteter da, vil jeg si. Og ellers så surrer det mer rundt i bakhodet, enn det er der helt framme i pannelappen.*

På spørsmålet om hvorvidt læreren har vært bevisst over kreativitet i sin egen undervisning, illustrerer utsagnet til Bjørn en tanke om kreativitet som noe underliggende i faget. Det er for eksempel ikke en tematikk som blir diskutert med medlærere på skolen. På samme tid trekker noen av lærerne frem et ønske om å variere undervisningstilnærming ved å ha en mer kreativ tilnærming til faget.

Camilla var tydelig på at hun ikke anså kreativitet som en naturlig del av matematikkfaget. Hennes assosiasjoner til kreativitet kan beskrives som tradisjonelle, som for eksempel gjennom tegning og annet håndarbeid. På samme tid var hennes undervisningstilnærming preget av oppgaver som stiller krav til fleksibel tenkning. For eksempel oppgaven «hvem skal ut», hvor elevene, ut ifra 4 bilder med ulike representasjoner av brøk, skal argumentere for hvilket av bildene som skiller seg ut. I denne oppgaven eksisterte det ikke et fasitsvar, men elevene må reflektere over sammenhengene mellom de ulike bildene og utarbeide resonnementer for hvorfor et av bildene kunne utgå. Dette eksemplet illustrerer hvordan lærerne ikke alltid var bevisst over hvordan kreativ tenkning kunne fremtre i egen undervisningen.

Denne kategorien gjenspeiler også lærernes vanskeligheter for å huske, eller gi konkrete eksempler på kreative utspill fra elevene. Noe som kan indikere at de ikke legger stor vekt på å observere elevers kreative utfoldelse i faget. Det kan for eksempel hevedes at matematikklærne i større grad vil legge merke til misoppfatninger i faget og reflektere over disse, enn en elevs kreative utspill.

Denne kategorien legger rammer for de andre beskrivelseskategoriene, hvor kreativitet i matematikk sjeldent er en eksplisitt tematikk. Da lærerne i liten grad har diskutert tematikken med andre lærere, eksisterer det bred variasjon i forståelsen av fenomenet i datamaterialet. Blant noen av lærerne var det også en tematikk de i begrenset grad hadde reflektert over og

erfaring med. De videre beskrivelseskategoriene gjengir derfor hovedtendensen i datamaterialet, supplert med enkelte nyanseringer av de ulike forståelsene.

4.2 Kategori 2: Forholdet mellom kreativitet og faglige ferdigheter

Nøkkelementer:

- Kunnskap og ferdigheter som forutsetning og barriere
- Faglig svake elever ses som mer kreative
- Faglige sterke elever ses som mindre kreative
- Forståelsen av liten-k og min-k

Kunnskaper og ferdigheter i faget blir både beskrevet som en nødvendig forutsetning og en potensiell barriere for kreativ utfoldelse. Fire av informantene anså grunnleggende matematikkforståelse som en nødvendig forutsetning for å være kreativ i faget. Med andre ord trenger elevene grunnleggende matematiskkunnskaper, for å undre seg over og utforske matematiske sammenhenger. Kun Espen bryter med denne oppfattelsen.

Espen: ... både ja og nei, du må jo ha en viss matematisk forståelse, for å kunne tørre å prøve og tørre å utforske rundt. Men det er ikke alfa omega nei. Jeg merker det er elever som ikke har likt matematikk, har begynt å like det bedre, fordi de har forstått mer, fordi de har fått det til litt mer på sin egen måte, de kan løse det på—på sine egne kanskje litt mer kreative måter og sånt da. Så både ja og nei, men det er klart det er jo en kjempe fordel å ha en viss matematisk forståelse fra bunnen av. Men det er ikke alfa omega, tror jeg.

Espen beskriver her elever som har opplevd å få en bedre forståelse av faget, ved at de i større grad får bruke sin egen forståelse og foretrukne metoder. Dette ble også trukket frem av andre informanter, hvor faglig svake elever kunne være mer delaktig og oppleve mestring, i undervisningsopplegg som ble beskrevet som kreative.

Derimot de faglig sterke elevene opplevdes å ha utfordringer med en kreativ tilnærming i matematikkfaget. Disse elevene blir ofte beskrevet som metodefikserte og kunne ha vanskeligheter for å tenke alternativt. Camilla beskriver disse elevene som gode til å anvende algoritmer og finne riktig svar, men at de i mindre grad evnet å reflektere og diskutere ulike

løsningsmetoder. Faglige sterke elever kan oppleve andre tilnærminger og perspektiver som irrelevant/forstyrrende. Noe følgende sitat illustrerer, ved anvendelse av tegning.

Camilla: (...) og igjen så er jo de eleven da som egentlig så løsningen med engang, eller så hva de måtte gjøre ikke sant, så at dette var et regnestykke, sånn og sånn. De også sliter veldig med det å klare å (...) illustrere det da. Få det ned på papir. Hvordan det kan se ut, uten å sette opp regnestykket.

Oppsummert anses grunnleggende matematisk kunnskap og ferdigheter i hovedsak som viktig for elevers trygghet og muligheter for videre eksperimentering i faget. Samtidig kunne inngående kjennskap til algoritmer og regler, hemme motivasjon for å undersøke faget med varierte tilnærminger.

4.3 Kategori 3: Hvordan kreativitet fremtrer i matematikk

Nøkkelelementer:

- Praktiske situasjoner (anvendt matematikk)
- Visualisering (geometri)
- Fleksibel tenkning
- Nysgjerrighet
- Ikke kreative aspekter ved matematikk (fagets produkter)

Denne kategorien oppsummerer oppfattelsene av hvilke sammenhenger kreativitet fremtrer innen matematikk, samt hvilke aspekter ved matematikk som anses som mindre kreative. Flere av informantene beskrev kreativitet med, «evnen til å tenke utenfor boksen», hvor en gjerne med utgangspunkt i sin egen nysgjerrighet evner å se et problem fra ulike perspektiver og teste ut ulike tilnærminger. Gjennomgående blant samtlige informanter ble kreativitet ansett som veldig relevant innenfor anvendt matematikk.

Bjørn ... nå skal vi bruke Excel, (...) nå skal vi jo selge noe, i en kantine her. Men hvordan skal vi få dette her til å gå rundt? Hvordan skal vi få den økonomien til å gå? Hvor mye koster per person? Hva må, hvor mange må dere selge for å nå målene deres? Og plutselig da, «jo, vi må gjøre sånn, og sånn, og sånn, og sånn» også bruker de matematikken i en praktisk setting. Og da må dem jo være litt kreative, for det her

er ikke matte--det er, det er jo ikke et mattestykke, som de bare regner for å skrive svaret på. Dem må lage mattestykke.

Som Bjørn her forklarer, er det i anvendelse av matematikk i en praktisk setting, behov for å utforske muligheter og utarbeide egne regnestykker. Tilsvarende ble matematisk modellering trukket frem, hvor en forsøker å beskrive verden med bruk av et matematisk språk.

Av matematiske temaer ble geometri anset som egnet for kreativitet, da det gir muligheter for visualisering og arbeid med figurer. Dette kan tyde på assosiasjoner imellom kreativitet i matematikk og en tradisjonell forståelse av kreativitet. Selv om flere av lærerne svarte at kreativitet var relevant i alle fag i skolen, mente enkelte at det var enklere å være kreativ i de praktiske-estetiske fagene.

En tradisjonell forståelse av kreativitet, var en generell gjenganger i hvilke kontekster matematikk er kreativt. Ved for eksempel å finne løsninger tilknyttet et praktisk problem, eller å visuelt uttrykke matematikk. Dette kan ha en sammenheng med hvorfor teoretisk/ren matematikk ofte ble anset som mindre kreativ. Algoritmer, regneregler i brøk og algebra ble i noen intervjuer trukket frem som utfordrende å ha en kreativ tilnærming til

Anne ... det er ikke så lett å være kreativ med brøk for eksempel.

Intervjuer: Ja. Med sånn brøk regneregler og sånn?

Anne: Ja ikke sant, og hvordan du skal regne det må du på en måte lære inn litt men, men jeg bruker veldig ofte, om det er så kreativ, men vi klipper jo ut og bruker så vi kan ha forskjellige mengder i brøken da. Men jeg tenker mer sånn, når de skal, når vi holder på med areal, volum og alt sånt, da er det lettere å være kreativ.

Anne, i likhet med Dorthe, ga uttrykk for at det som kan betegnes som fagets produkter ikke tilrettela for kreativitet. Disse var fastsatt, noe som derav virket til å gjøre fleksibel tenkning og utforskning noe irrelevant. Dorthe trakk frem hennes utfordringer med å skulle ha en kreativ tilnærming til faget, da hun beskrev seg selv som en «teoretiker». Hun la stor vekt på å opparbeide elevenes grunnleggende kunnskaper, som for eksempel den lille gangetabellen og posisjonssystemet. Hun beskrev det hun anså som et kreativt undervisningsopplegg, hvor elevene skulle lære formelen til arealet av en trekant ved å klippe en firkant i to langs diagonalen. I denne sammenhengen påpekte hun at det var ikke en garanti for at elevene lærte

formelen, $\frac{g*h}{2}$, men muligens ville de lære å være kreative ved å klippe ut figurer og sette dem sammen.

Algebra ble betegnet (av Dorthe) som teoretisk, og det kreative kunne eventuelt fremtre når det ble satt i en kontekst, som for eksempel formler til geometriske figurer. Camilla beskrev matematikklærere høyere opp enn barneskolen som realister og ofte ikke veldig kreative. Dette ble knyttet til fagets tradisjoner som metodestyrt og vektlegging av korrekt notasjon og føring.

Perspektivene på hvilke sammenhenger og sider ved matematikk som er kreativt og mindre kreativt, legger føringer for hvilke oppgaver og undervisningstilnærminger som anses som relevante for å fostre elevenes kreative evner i kategori 4.

4.4 Kategori 4: Elev-rettet kreativitet

Nøkkelelementer:

- Praktisk matematikk
- Bruk av konkrete og visuell representasjon
- Rike oppgaver
- Matematiske samtaler
- Leker

Det kreative aspektet ble ofte knyttet til anvendt matematikk, hvor det brukes for å løse et praktisk problem eller matematisk modellering. I praktiske kontekster ville mange ulike elementer innen matematikken kunne fremtre. Kreative undervisningsopplegg ble eksemplifisert av Espen som «... *gjør praktiske ting ut av det da. Og konstruksjoner så kan man konstruere masse rart i skogen ved hjelp av ting man finner og forskjellig sånt da*». To lærere trakk fram programmering som en ny del av faget, som en god mulighet for å arbeide mer kreativt i matematikk. Leker og spill ble også trukket frem, som en god måte å få frem elevenes kreativitet.

Som nevnt ble geometri anset som godt egnet for kreativitet. Dorthe presenterte ulike undervisningsopplegg som hun anså som kreativ, hvor de fleste omhandlet geometri. I et undervisningsopplegg skulle elevene jobbe med symmetri (se bilde 3), hvor elevene skulle sette sammen tre papirutklipp for å lage symmetriske figurer.

Bilde 3: Symmetri oppgave



***Dorthe:** Og så kommer spørsmålene, må vi bruke alle tre (figurene)? Det sier oppgaven ingen ting om. Men (viser hvordan de kan settes sammen på andre måter). Da utfordrer du jo kreativiteten deres til å komme med mange ulike forslag. Til løsninger.*

Denne oppgaven er også et eksempel på rike oppgaver. Oppgaver som hadde flere løsninger, eller ulike løsningsmetoder, ble av fire lærere trukket frem som egnet til å fostre elevenes kreativitet.

I sammenhengen med rike oppgaver og kreative undervisningsopplegg, var den matematiske samtalen sentral. Ved at elevene delte tanker og perspektiver, kunne de bygge på hverandres ideer og oppdag flere innfallsvinkler.

***Bjørn:** og så tenker jeg også det at, for å skape kreativitet så er det også veldig viktig med gruppearbeid i matematikken. Det er annen fin måte å skape det. For da får du utvekslet ideer, utveksle meninger, du får ha—du får ha ** samtaler mellom elevene, og får du i gang matematikksamtaalen, da har du klart det.*

Bjørn trakk frem gruppesamarbeid som en god tilnærming for å utvikle elevenes kreativitet. Gjennom samarbeid får elevene mulighet til å diskutere matematikken med hverandre. Da fellesdiskusjoner blir sett på som viktig for kreativitet, ligger det også inn under denne kategorien en tanke om utfordringer med å arbeide kreativt på egenhånd.

4.5 Kategori 5: Muligheter og hindringer for kreativitet i matematikkundervisningen

Nøkkelementer:

- Læreren selv
- Elevenes oppfatning av faget
- Økende vektlegging av kreativitet
- Fagets tradisjoner i skolen

Enkelte faktorer kunne tilrettelegge for, samt potensielt motvirke, kreativitet i matematikkfaget. Læreren ble trukket frem som en svært sentral aktør, for elevens mulighet for kreativitet i faget. Espen trakk flere ganger frem betydningen av læreren som enten tilrettelegger eller begrenser kreativiteten.

Espen: Jeg tror det handler litt om at en del lærere ikke er sånn superglade i å undervise i matematikk, men det er et fag de må undervise i. Og da blir det litt enklere løsninger i format av, men da gir vi oppgaver som har rett og galt svar. Og da får man ikke tatt seg tid til å prøve å finne ut av--av hvorfor og lage opplegg som stimulerer mer kreativ alternativ tankegang da.

For å stimulere til kreativ tankegang, hevdet Espen at man må bygge på elevens forutsetninger og la dette prege undervisningen. Han argumenterer for at vektlegging av standardalgoritmer og riktig svar, overskygger det å la elevene forsøke å forstå/utforske matematiske sammenhenger uten at det blir forklart av læreren.

Gjennom matematiske samtaler kan elevene utvide deres forståelse og kreativitet (kategori 4). Dette er samtidig både tidkrevende og stiller krav til lærerens evne til å forstå elevens uttrykte forforståelse og veilede dem videre. Camilla så verdien av å diskutere matematikken med elevene, men at dette kunne være en omfattende prosess med en stor klasse. I tillegg underviste hun i mange andre fag og hadde derfor begrenset planleggingstid til å utvikle nye undervisningstilnærminger. Bjørn anså kreativ tenkning som svært sentralt i faget, men ga på

samme tid uttrykk for utfordringer med å bygge på elevers kreative innspill. I noen tilfeller kunne innspill fra elevene være vanskelig å knytte til den planlagte målsetning for undervisningsøkten. I tillegg kunne for mange innspill og perspektiver resultere i at den faglige tematikken ble for komplisert. For enkelte elever, gjerne de faglig svake, var det derfor hensiktsmessig å begrense antall løsningsstilnæringer og heller opparbeidet godt et kjennskap til et færre antall metoder.

I henhold til elevene ble det problematisert hvordan tradisjoner i faget skaper et inntrykk av at deres intuitive forståelse og utforskning var noe irrelevant i matematikkfaget. Noen elever kunne oppleve matematikk som et fag hvor det eksisterer et svar, som en helst skal finne med den raskeste metoden. Camilla beskrev åpne og kreative oppgaver som fremmed for elevene.

Camilla: ... man merker mye motstand egentlig da mot de. Det er sånn, ofte når jeg begynte med sånne seanser, så var det sånn 5 minutter ut så var det en som rakk opp hånda, og ikke for å spørre om spørsmål til det vi holdt på med, men for å lure på når vi skulle begynne å regne. Ja, ja, ikke sant så det er på en måte vant til det, vant til et mønster da.

4 av informantene mente eksisterende assosiasjoner til og oppfatninger av matematikk, kunne være en barriere for kreativitet. Som beskrevet av Bjørn har innlæring av kunnskap vært hovedmålsetning i faget, som fortsatt henger igjen i skolesystemet. Espen beskrev denne undervisningsmåten som ikke egnet for kreativitet, da den i hovedsak gir en algoritme som gir riktig svar, men bygger ikke på elevens egne forutsetninger og forforståelse. Den femte informanten (Dorthe) (hvor det ikke ble diskutert barrierer for kreativitet) trakk ikke eksplisitt frem tradisjoner i faget som et hinder. Hun hadde på samme tid en undervisningstilnærming som har likhetstrekk med det som av de andre informantene blir beskrevet som tradisjonell, hvor innlæring av grunnleggende ferdigheter og kunnskap var sentralt.

Utviklingen i faget blir av noen informanter beskrevet som egnet for tilrettelegging av kreativitet. I intervjuene hvor endringene i den nye læreplanen ble diskutert, ble disse anset som «et steg i riktig retning», da det gis mer rom for bruk av rike oppgaver, utforskning og nye tilnæringer til matematikkundervisningen.

5.0 Diskusjon

I denne delen av masteroppgaven vil jeg diskutere funnene opp mot teoretiske perspektiver og tidligere studier. Det overordnede formålet med denne studien var å avdekke matematikklæreres forestillinger om kreativitet i matematikkfaget. Dette medfører at drøfting ikke sentres rundt å kartlegge den enkelte lærers oppfatninger og erfaringer med fenomenet. Jeg diskuterer hovedsakelig beskrivelseskategoriene, og det legges mindre vekt på å henvise til bestemte informanter. Tilsvarende som i kapittel 4, «Resultater: Beskrivelseskategorier», brukes informantene for å illustrere og underbygge argumenter.

Som det fremkommer i beskrivelseskategoriene, eksisterer det både varierte og like oppfatninger blant prosjektdeltakerne. Dette gjelder både i henhold til hvilken relevans kreativitet har for matematikkfaget, samt hvordan kreativitet inkorporeres i undervisningssammenheng og dens funksjon. Jeg ønsker derfor videre å diskutere følgende hovedmomenter:

- Forståelsen av matematikk og kreativitet
- Kreativitet i matematikklasserom

Jeg vil i det første delkapittel, 5.1 «Studiets kvalitet», drøfte implikasjoner ved valgt metodiske tilnærming og dens kvalitet, da dette har betydning for hvilken verdi oppgavens funn kan tilegnes. I de to etterfølgende delkapitlene drøftes ulike aspekter ved de nevnte hovedmomentene. Ut ifra datagrunnlaget innsamlet i dette prosjekter, har jeg ikke grunnlag for å trekke slutninger om hvilke konsekvenser disse forestillingene har for utviklingen av elevenes kreative evner gjennom matematikkfaget. Allikevel vil oppgaven avslutningsvis diskutere mulige implikasjoner disse forestillingene kan ha for matematikklærernes undervisningspraksis.

5.1 Studiets kvalitet

Dataens pålitelighet og relevansen er grunnleggende spørsmål som må belyses i alle former for forskningsarbeid. Innen forskningslitteraturen omtales dette som vurdering av studiets reliabilitet og validitet (Christoffersen & Johannessen, 2012). Disse to begrepene er på samme tid tett knyttet til kvantitativ forskning (Bryman, 2016, s. 383; Thagaard, 2018), da reliabilitet vurderer hvorvidt en annen forsker med samme metodisktilnærming, ville funnet de samme resultatene. Validitet behandler hvorvidt vi måler det vi ønsker å måle. Gitt masteroppgavens

tematikk, vil et relevant eksempel være om Leikin (2013) sin modell for å måle matematisk kreativitet, i realiteten faktisk reflekter ens persons matematiske kreative evner. På bakgrunn av debatten om hvordan begrepene kan ha relevans for kvalitativ forskning, vil jeg derfor fortløpende diskutere hvordan de kan forstås innen kvalitative studier.

Relabilitet innen kvantitative metoder er forankret i et positivistisk vitenskapssyn, hvor objektivitet og kunnskapsutvikling fri for forskerens innflytelse er sentralt (Thagaard, 2018). Dette blir derfor ikke direkte overførbart til kvalitative metoder, da forskerens egen forståelse preger flere deler av prosessen, fra datainnsamling og analyse. Av den grunn knyttes relabilitet til om det kvalitative forskningsarbeidet er pålitelig. I denne sammenhengen anser jeg det som relevant å diskutere konteksten rundt masteroppgaven. Sett opp mot at det er tilknyttet en vurdering av arbeidet, har dette antagelig en innvirkning på fremstillingen av mitt arbeid. Det foreligger naturlig nok et ønske om å fremstå på en god måte, som skaper utfordringer i forbindelse med behovet for transparens i kvalitative studier (Bryman, 2016, s. 399-400). Jeg har derfor etterstrebet å gjengi mange detaljer fra datainnsamling og -analyseprosessen. Denne innsikten håper jeg kan gi leseren en mulighet for å vurdere ulike deler av forskningsprosjektet. I tillegg påpeker Thagaard (2018) at andre forskeres evaluering gjennom prosjektet kan styrke relabiliteten. Noe som også har preget arbeidet med dette masterprosjektet, med jevnlig diskusjoner med veileder og forelesere ved OsloMet vedrørende mine metodiske valg og analyser.

Som tidligere nevnt behandler validitet dataens gyldighet i henhold til om målingene representerer det faktiske fenomen vi ønsker å studere. Kvale og Brinkmann (2015) beskriver det som en kontinuerlig prosessvalidering som relevant innen kvalitativ forskning, fremfor en endelig produktvalidering. Med andre ord er spørsmålet om validitet relevant for alle stadier av forskningsprosjektet. For dette prosjektet har det derfor vært hensiktsmessig å knytte det forskningsmetodiske arbeidet til eksisterende fagteorier om matematisk kreativitet. De teoretiske ståstedene utgjør grunnlaget for utformingen av intervjuguiden, samt vært anvendt i analyse og tolkning av datamaterialet.

I forbindelse med studiets validitet, anser jeg det som relevant å diskutere hvor tett resultatet i dette masterprosjektet, reflekter informantenes forestillinger om kreativitet i matematikk. Hajar (2021) viser til Åkerlind (2012) sitt argument om at resultatet i en fenomenografisk studie, reflekter både datamaterialet og forskerens egne tolkninger. Dette masterprosjektet vil

derfor i hovedsak sette et søkelys på ulike oppfatninger av fenomenet, fremfor å konkludere med hva som er den reelle forestillingen blant matematikklærere.

Størrelsen på utvalget lar seg ikke avgjøres i forkant av et forskningsprosjekt. Hajar (2021) trekker frem annen forskningslitteratur, som anbefaler et utvalg på mellom 15-20 informanter i fenomenografiske studier, hvilket begrunnes med ønske om å skape en variasjon i forståelser og erfaringer med et fenomen. Kvale og Brinkmann (2015) anbefaler en generell retningslinje hvor rekrutteringen avsluttes når en opplever at nye informanter ikke vil gi ny innsikt eller perspektiver. På samme tid påpeker Thagaard (2018) at det må tas hensyn til muligheten for å gjennomføre omfattende analyser av datamaterialet. Som følge av masterprosjektets omfang er derfor utvalget for lite. Begrunnet i at det antagelig eksisterer flere forestillinger om kreativitet i matematikk blant grunnskolelærere på 5-10 trinn. I mitt utvalg var det i tillegg kun 1 av lærerne som underviste på ungdomskolen, som skaper en overvekt av lærere fra mellomtrinnet. Resultat fra dette studie kan derfor oppsummert kun ses som et innblikk i noen matematikklæreres forestillinger, samt legge grunnlag for mer omfattende forskningsstudier.

5.2 Forestillinger om kreativitet i matematikk

I dette delkapitlet drøftes funnene av de ulike forståelsene og erfaringene med matematisk kreativitet. Jeg vil først diskutere matematikklærernes oppfatning av kreativ tenkning. Deretter diskuteres hvordan kreativitet oppfattes i matematikkfaget.

Kreativitet

I henhold til grunnskolens formålsparagraf skal elevene få oppleve skaperglede, engasjement og utforskningstrang (Opplæringslova, 1998, § 1-1). Dette gjenspeiles i overordnet del hvor barn og unge beskrives som naturlige nysgjerrige, og hvor evnen til å stille spørsmål og utforske er viktig for elevenes dybdelæring (Utdanningsdirektoratet, 2018). Nysgjerrighet og vilje til å omfavne utfordringer er også sentrale elementer i studier av matematikers kreative arbeid (Mann et al., 2016). Dette kan begrunnes i at matematiske sammenhenger ikke ville blitt avdekket, i fraværet av menneskers intuisjoner og eksperimentering. Dette underbygger argumentet om at matematikklærere på alle skoletrinn, må eksponeres for kreativ tenkning i møte med matematiske konsepter og ideer (Shriki, 2010). Det kan av dette hevdes at matematikk er egnet for å imøtekomme målsetning om å utvikle elevenes kreative kompetanse.

Mange av matematikklærerne i denne studien opplevde kreativitet som relevant for alle fag i grunnskolen. Samtidig som enkelte opplevde det som mer relevant i de praktisk-estetiske fagene. Den generelle forståelsen av kreativitet ble ofte knyttet til evnen å tenke annerledes. Det kan av den grunn argumenteres for at lærerne opplever fleksibel tenkning (Palsdottir & Sriraman, 2016) som et sentralt aspekt ved kreativt. Sett opp mot behovet for å unngå metodefiksering i møte med problemløsningsoppgaver (Imai, 2000), kan denne oppfattelsen anses som formålstjenlig. Som beskrevet av Bjørn var evnen til å tilegne seg kunnskap og anvende det i en ny sammenheng en form for kreativitet. Haylock (1997) beskriver dette som et nøkkelement i den kognitive prosessen for å løse matematiske problemløsningsoppgaver.

I Torrance (1966) sin test for kreativ tenkning ble flyt vurdert etter antall forslag og relevans (henvist i Leikin & Pitta-Pantazi, 2012, s. 160). Kriteriet om relevans fremkommer i ulike definisjoner av kreativitet. For eksempel i Plucker et al. (2004) sin definisjon av kreativitet, må produktet oppfattes som nyttig. Det samme trekkes frem hos Karwowski et al. (2016), som også beskriver et krav om anvendelighet. Det kan av den grunn argumenteres for at flyt er tett tilknyttet vurderingen av originalitet. Kravet om relevans fremkom også som sentralt blant informantene, i sammenheng med vurderingen av flyt. «Brainstorming» aktiviteter ble brukt for å engasjere elever, samt belyse ulike perspektiver og forståelser av en tematikk. Samtidig kunne det oppstå situasjoner hvor elevinnspill ble for adskilt fra det matematikkfaglige. I den forbindelse kunne idemyldringsseanser bli avsluttet. Sett opp mot vurdering av flyt som et aspekt ved kreativ tenkning, kan det antas at relevans er noe mer vektlagt blant matematikklærne, enn antall forslag.

Kreativitet i matematikk

Oppfatningen av matematikk og kreativitet som inkompatible, beskrives som en misoppfatning av matematikk (Pehkonen, 1997). Matematikk er ikke en fastlagt oppsummering av regler, hvor en med utgangspunkt i konkrete ferdigheter mestrer faget (Mann, 2006). Allikevel har vektleggingen av fagets produkter (Skott et al., 2018), overskygget den naturlige undringen over mønstre og sammenhenger som omgir oss. Tilsvarende oppfatninger av matematikk og kreativitet som inkompatible, fremkommer også i beskrivelseskategori 3, «Hvordan kreativitet fremtrer i matematikk». Kategorien gjenspeiler oppfatningen hvor kreativitet ikke har en naturlig tilknytning til ren teoretisk matematikk. Et eksempel er Anne sin vurdering av at faget oppfattes som rigid og teoretisk. Dette ble ikke ansett som ensidig negativt, da elevene fortsatt må lære matematikk.

Variasjonene og sammenhenger i informantenes perspektiver på kreativitet i matematikk, vil jeg videre illustrere med utgangspunkt i Dorthe og Espen, da de representerer bredden i forståelsen av kreativitetens tilknytning i faget. Med utgangspunkt i skillet mellom fagets produkter og prosesser (Skott et al., 2018), kan det hevdes at Dorthe legger vekt på fagets produkter. I hennes undervisningstilnærming ønsket hun å belyse sammenhenger for elever og fremheve viktigheten av ulike matematikkregler. Dette kan ses i sammenheng med hennes beskrivelser av egen erfaring med faget i skolen, som var preget av tradisjonell tavleundervisning. Noe som også belyses av Skott et al. (2018) hvor tidligere praktisering av faget har vært sentrert rundt gjengivelse og memorering av algoritmer og regler. Dorthe betegnet seg selv også som en «teoretiker», og derav mindre kreativ. Noe som kan knyttes til en oppfattelse av logisk tenkning som en mer sentral evne i matematikk, enn divergent tenkning (Pehkonen, 1997).

Beghetto (2017) klassifiserte tre former for kreativ undervisning: om, for og gjennom kreativitet. Bruken av kreative undervisningsopplegg ble av Dorthe begrunnet i bedre innlæring av regler og formler, samt dens engasjerende effekt. Det kan dermed antas at utvikling av elevenes kreative evner, ikke brukes som et retningsgivende mål for matematikkundervisningen. Dette belyses gjennom beskrivelseskategori 1, hvor kreativitet hevdes å prege undervisningen underbevisst og ikke er en eksplisitt tematikk. Undervisning for kreativitet, hvor målsetning er fostring av elevers kreative evner og tenkning (Beghetto, 2017), kan hevdes å ikke være en bevisst målsetning blant matematikklærere. Derimot er undervisning gjennom kreativitet, som sentreres rundt lærerens evne til å formidle fagstoff og engasjere elever på en kreativ måte, en tidvis mer fremtredende forestilling. Tilsvarende funn ble avdekket av Bolden et al. (2010) hos britiske lærerstudenter, som knyttet kreativitet hovedsakelig til matematikklærerens undervisningstilnærming. Deres argument om å utvide forståelsen av kreativitet i matematikkundervisningen, til å inkludere utviklingen av elevers kreative evner, kan derfor også ses som relevant blant norske matematikklærere.

Ut ifra perspektivene uttrykt av Espen kan kreativitet i matematikkfaget opparbeide elevenes forståelse i faget. Korrekt bruk av algoritmer og memorering av regler, ble av han ikke ansett som uttrykk for matematisk forståelse. Han argumenterte i tillegg for at et fåtall av løsningsmetoder, ville gi en begrenset læring i faget. Noe som ble begrunnet med at et metodemangfold bedre vil imøtekomme elevers ulike forforståelser. Dette perspektivet kan anses som formålstjenlig i henhold til komponenten utvidelses, som vurderes etter evnen til å

knytte løsninger til en større matematisk kontekst (Mann et al., 2016). Ved å unngå metodefiksering argumenteres det for at elever i større grad evner å tenke fleksibelt i åpne problemløsningsoppgaver (Imai, 2000).

Espens erfaringer med matematikkfaget hadde i likhet med Dorte, en innvirkning på hans undervisningstilnærming. Han beskrev opplevelser i skolen hvor han løste oppgaver, men fikk tilbakemelding om å anvende metodene presentert i undervisningen, som han hadde vanskeligheter for å forstå. Dette kan knyttes til Sjøberg (2014) sin kritikk av tester i skolen, som kan føre til et snevert fokus på elevers kompetanse. Espens tilnærming til matematikkundervisning har fellestrekk med Lockhart (2009) perspektiv om å ta utgangspunkt i elevers nysgjerrighet og forforståelse. Gjennom denne prosessen kan metoder og algoritmer fremkomme på en mer organisk måte, med utgangspunkt i matematisk problemer eller formodninger.

Det kan hevdes at Espen i større grad enn Dorte opplevde kreativitet i faget som mer naturlig. På samme tid deler de noen fellestrekk i henhold til hvordan matematisk kreativitet kom til uttrykk. Geometriske og praktiske matematikkoppgaver ble av begge ansett som egnet for å fostre elevenes kreative evner. På bakgrunn i at elevene må utforske, ta valg og anvende tidligere lært kunnskap. Assosiasjon til praktisk problemløsning og arbeid med geometriske figurer, kan indikere en mer allmenn forståelse av kreativitet. Hvor kreativitet kommer til uttrykk ved bruk av for eksempel tegning eller ved bruk av matematikk i en praktisk kontekst. Dette kan ses opp mot Plucker et al. (2004) sin karakterisering av generell kreativitet som observerbart.

Espen vektla læringen som kunne oppstå gjennom samtaler med elevene. Der elevene blir utfordret i å argumentere og resonere matematisk. Dorte trakk også frem hvordan matematiske samtaler i forbindelse med rike oppgaver, utfordret elevene i å vurdere egne og andres løsninger. Dette kan knyttes til de unike karakteriseringene av kreativiteten i matematikk (Sak et al., 2017), hvor kreativiteten kommer til uttrykk gjennom resonering og argumentasjon av generaliserbare matematiske bevis. Det foreligger mange muligheter i valg av hvordan en matematisk sammenheng kan bevises, som tilrettelegger for kreative utfoldelse i form av divergent produksjon (Haavold, 2020). Mann et al. (2016) trekker nødvendigheten av å bevege seg ut i det ukjente og våge å tenke annerledes for å utvikle matematisk kunnskap.

5.3 Kreativitet i matematikklasserommet

I dette delkapitlet drøftes forestillingene om elevers kreativitet som del av matematikkundervisningen. Lev-Zamir og Leikin (2011) argumenterer for at forskning på kreative læringsmiljø i matematikk, må baseres på undersøkelser av elevene. Jeg vil av den grunn presisere at jeg videre diskuterer kreativitet i matematikklasserommet basert på lærerens forestillinger, og innehar ikke datagrunnlag for å vurdere effekten av elevenes kognitive læringsprosesser og utviklingen av deres kreative evner.

Kreativitetens funksjon

Undersøkelser av elevers indre motivasjon viser en synkende tendens gjennom skoleforløpet (Bergem & Kaarstein, 2016; Kaarstein et al., 2020). Wæge og Nosrati (2018) peker på at indre motiverte elever vil være mer aktive og oppnå større forståelse i faget. Chrosswhite (1987) beskriver et underliggende samspill mellom lærer og elev i matematikklasserommet (Mann, 2006, s. 251). Der elevene er innforstått med at læreren vil gjennomgå en løsningsmetode de skal tilegne seg, for å kunne løse bestemte former av matematikkoppgaver. Lockhart (2009) påstår dette resulterer i passive elever, som tilegner seg matematisk kunnskap de kan gjengi uten en reel forståelse. Sett opp mot synkende indre motivasjon blant elever i matematikk, kan det argumenteres for elevene i større grad må inkluderes i fagets prosesser.

Fagets utvikling fra produkt til prosess (Skott et al., 2018), ble ansett som positivt hos samtlige av informantene i denne studien. Flere av informantene fortalte om faglig svake elever, som i kreative undervisningsopplegg var mer delaktig. Nysgjerrighet ble av flere informanter beskrevet som en viktig egenskap for å mestre faget. Camilla redegjorde for en «hvem skal ut oppgave», som illustrer dens effekt på klassens matematisksamtaler. Hensikten med oppgaven var i utgangspunktet repetisjon av brøk, men utviklet seg til en diskusjon om sammenhengen mellom brøk, prosent og desimaltall. Lockhart (2009) påstår at det er en naturlig undring hos mennesker i å utforske mønstre og sammenhenger. Sett opp mot Skovsmose (1998) sin argumentasjon om å inkludere utforskende aktiviteter i matematikkundervisningen, hvor matematiske aspekter bygges opp, rekonstrueres og kritiseres, kan antas å kunne undergrave forestillinger om sammenhenger innad i faget som rigid og udiskutable.

I tillegg til at faglige svake elever opplevde mer mestring, ligger det inn under beskrivelseskategori 2, at faglig sterke elever opplevde en kreativ tilnærming til faget som

utfordrende. Dette kan knyttes til et sosialkonstruktivistisk læringsperspektiv, hvor det eksisterer et samspill mellom individet og den sosiale konteksten (Skott et al., 2018). I et matematikklasserom eksisterer det normer og etablerte forståelser om hva det innebærer å være en god, eventuelt ikke god, elev i matematikk. Skovsmose (1998) trekker frem mulige konsekvenser av endringer i fagets undervisningspraksis. Grupper av elever som mestrer den tradisjonelle undervisningstilnærmingen, med en vekt på fagets produkter, kan ha vanskeligheter for å tilpasse seg en overgang til fagets prosesser.

Videre er Lockhart (2009) sin påstand om at man må starte med problemet og ikke definisjonen også en relevans i denne sammenhengen. Sett opp mot overordnet dels beskrivelser av barn og unge som nysgjerrige og ønsker å oppdage (Utdanningsdirektoratet, 2018), kan det hevdes at vektleggingen av kunnskapsformidling i matematikkfaget ødelegger mulighetene for elevenes egen utforskning. Et eksempel kan være om en elev allerede har kjennskap til formelen for arealet av sirkelen, kan det hevdes at utforskningen av hvordan denne formelen fungerer er av mindre interesse. Beskrevet med skillet mellom fagets prosesser og fagets produkter, er fagets prosesser sin funksjon å etablere fagets produkter. Når noe blir en del av fagets produkter, forsvinner behovet for de utforskende prosessene.

Behovet for kontekst

I Skovsmose (1998) sin modell av læringsmiljøer innenfor oppgaveparadigme og undersøkelseslandskaper, tas det hensyn til hvor nært matematikken knyttes til reelle kontekster. Formålet med klassifiseringen av læringsmiljøene er å bevege seg imellom alle, fremfor å kun befinne seg innenfor et fåtall. Det kan antas at i en undervisningssammenheng foreligger det en strategi om å knytte matematikken til reelle kontekster, for å oppnå forståelse og læring hos elevene. I læreplanen under «Abstraksjon og generalisering» beskrives en utvikling fra det konkrete til formelle symbolspråk og formelle resonnement (Utdanningsdirektoratet, 2020b).

Fra informantens perspektiv var kreativitet fremtredende innen anvendt matematikk og geometri (se beskrivelseskategori 3). Praktiske oppgaver ble sett på som egnet for anvendelse av tillært kunnskap og en form for rike oppgaver, da det ofte foreligger flere løsningstilnærminger. Sett opp mot klassifiseringen av ulike læringsmiljøer (Skovsmose, 1998), kan det hevdes at matematikklærerne i liten grad knytter kreativitet til «ren matematikk». I studiens datagrunnlag foreligger det ikke god nok informasjon, til å vurdere

bakgrunnen for dette. På den ene siden kan det antas at kreativitet oppfattes som irrelevant innenfor ren matematikk, som beskrevet av Pehkonen (1997). På den andre siden kan det være didaktisk begrunnet, hvor en bygger opp elevens matematiske forståelse ut ifra reelle kontekster, innen enn utforske abstrakte sammenhenger. Andre studier trekker også frem læreres og lærerstudenters tendens til å knytte det kreative ved matematikkundervisningen, til aspekter som ikke er direkte matematikkfaglig (Bolden et al., 2010; Palsdottir & Sriraman, 2016).

Læring som kreativitet

Under beskrivelseskategori 2, «Forholdet mellom kreativitet og faglige ferdigheter», var det en bred oppfattelse av kunnskap og ferdigheter i faget, som en nødvendig forutsetning for kreativitet. Kun Espen anså det som mulig å være kreativ innenfor matematikk, uten formell kompetanse og ferdigheter. Det kan hevdes at det eksisterer en liten-k forståelse av kreativitet (Kaufman & Beghetto, 2009). Der kreativitet ikke kun tilknyttet ekstraordinære personer, med betydelig bidrag innen sitt felt (Stor-K). Dette synet legger derfor opp til en mulighet for å fostre elevers kreative evner også i skolen (Beghetto, 2017).

På bakgrunn av oppfattelsen av ferdigheter som nødvendig, kan det hevdes at mini-k perspektivet, hvor den personlige læringen betegnes som en kreativ prosess, er mindre fremtredende. Som Kaufman og Beghetto (2009) påpeker kan elever som mangler erfaringer og kunnskaper i et fag ha vanskeligheter for å uttrykke sine ideer og bli oversett til fordel for elever som evner å uttrykke seg tettere opp til fagdiskursen. Gitt perspektivet om mønstre og sammenhenger som en menneskelig intuitiv forståelse (Lockhart, 2009), kan dette være uheldig for elever som har utfordringer med å tilpasse seg den formelle diskursen. Mann et al. (2016) argumenter for at kreative utspill og forslag, ofte bryter med en etablert forståelse og kan derfor oppleve motstand. Det krever av den grunn en trygghet, for å uttrykke ens egne påstander og tanker om matematiske sammenhenger, uten å ha en formell faglig begrunnelse. Av den grunn kan det antas at elever kan være tilbakeholdene med å uttrykke sine egne formodninger, da de ikke evner å kommuniserer de på en måte som er akseptert i faget. Som Mann (2006) problematiser kan en ensidig vurdering av elevers evne til å tilegne seg og anvende algoritmer korrekt, potensielt overse elever med kreative evner innen matematikk.

Plucker et al. (2004) sin definisjon av kreativitet får frem hvordan en er avhengig av artefakter, eller andre former for observerbare bevis, av at en kreativ prosess har funnet sted.

Sak et al. (2017) sine beskrivelser av matematisk kreativitet som en form for kunnskapsproduksjon, kan antas å være utfordrende i undervisningssammenheng. Som Sak et al. (2017) trekker frem, uttrykkes matematisk kreativitet gjennom bevisføring og generalisering. Blant noen av matematikklærerne eksisterte en tradisjonell oppfattelse av kreativitet som mer fremtredende innenfor praktiske-estetiske fag, som for eksempel kunst og håndverk. Det kan av dette tolkes som et behov for å observere et fysisk produkt, for å vurdere det kreative arbeidet. Dette kan også forklare matematikklærerens oppfattelse av geometri som egnet for kreativitet, hvor det er tilrettelagt for anvendelse av figurer og papirutklipp. Bolden et al. (2010) trekker frem tilsvarende funn, der geometri ble beskrevet som egnet for kreativitet. Blant de britiske lærerstudentene var derimot de fire regneartene mindre egnet for å utvikle kreative evner.

5.4 Implikasjoner

Pehkonen (1997) peker på at matematikklærere underviser i faget tilnærmet den måten de selv ble undervist. Lockhart (2009) påstår også at med manglende erfaring med å utarbeide et matematisk bevis, vil matematikklærere ha vanskeligheter for å støtte elever i denne prosessen. Studier rundt å la matematikklærere erfare matematisk kreativitet, trekker frem en positiv bevisstgjøring blant deltagerne. Shriki (2010) har med lærerstudenter utforsket hvordan de gjennom en kreativ tilnærming oppnår en dypere forståelse av matematikkfaget, samt ser muligheter for å støtte den kreative utviklingen til sine fremtidige elever. Palsdottir og Sriraman (2016) sin «workshop» med kreativitet gjennom matematisk modellering, skapte også en bevisstgjøring blant de deltagende matematikklærerne om behovet for å gi elevene et større mulighetsrom for å være kreativ. Dette ble også begrunnet i muligheten for å skape større engasjement for faget. Noen av informantene tilknyttet dette masterprosjektet uttrykte også at intervjuet igangsatt refleksjoner rundt matematikk og sin egen undervisningstilnærming. Som beskrevet i kategori 1, «Bevissthet om kreativitet», kan det av dette argumenteres for at samtaler om kreativitetens funksjon i matematikkfaget, blant både lærere og lærerstudenter vil være hensiktsmessig. Noen informanter fra min studie trakk selv frem læreren, som en kritisk faktor for fostringen av elevers kreative evner (se beskrivelses kategori 5).

I henhold til beskrivelseskategori 3, eksisterer det oppfatninger om sammenhenger innad i faget som mindre egnet for kreativitet, da kjente matematiske sammenhenger eksisterer, uavhengig av om eleven oppdager de eller ikke. Dette kan derfor tolkes som et behov for å

utvide matematikklæreres oppfatninger av matematisk kreativitet, til å inkludere utarbeidelse av matematiske formodninger og bevis. På bakgrunn i at dette er tett knyttet til sentrale kjennetegn ved matematisk kreativitet (Sak et al., 2017).

Matematikklærne i denne studien og andre studier (Bolden et al., 2010; Palsdottir & Sriraman, 2016), tenderer å ha en mer tradisjonell forståelse av kreativitet og knytter det i mindre grad til det matematikkfaglige. Det kan av den grunn diskuteres hva som er årsaken til elevenes glede ved kreativitet i matematikkfaget. Hvorvidt det bygger på elevenes nysgjerrighet og undring over matematiske sammenhenger, der mindre faglige sterke elever er mer delaktig i undervisningen. Eller om det skaper engasjement i matematikkfaget, på bakgrunn i aktivitetene ikke er direkte knyttet til det matematikkfaglige.

Trenger vi en bevisstgjøring av kreativitet i matematikk? Blant noen av matematikklærerne i dette masterprosjektet forelå det en tradisjonell forståelse av kreativitet som hovedsakelig relevant for praktisk-estetiske fag. På samme tid i deres beskrivelser av egen undervisning, eksisterte det elementer som kan hevdes å utvikle elevenes kreative evner innen matematikk. For eksempel åpne oppgaver med krav om divergent tenkning og matematisksamtaler preget av utforskning og argumentasjon. Med utgangspunkt i dette kan det argumenteres for at overgang til en større vektlegging av fagets prosesser fortsatt finner sted i skolen, uavhengig av lærerens forståelse av kreativ tenkning som naturlig side ved matematikk. Motargumentet i denne sammenhengen er behovet for å endre den allmenne oppfattelsen av matematikk som rigid og fri for menneskelig fantasi. Oppfattelsen av at matematikk består av regler og fastlagte oppskrifter, kan hindre elevens nysgjerrighet til å utforske matematisk sammenhenger på egen hånd og selv utvikle sine egne resonerings evner. Fraværet av kreative undervisningsopplegg med kun referanser til «ren matematikk» (Skovsmose, 1998) blant informantene, kan hevdes å opprettholde en utbredt oppfatning av kreativitet som irrelevant for matematikk.

Leikin (2013) hevder at betydningen av matematisk kreativitet minimeres i skolen, på bakgrunn av manglende vurderingsmuligheter. Som kjent er det enklere å vurdere hvorvidt elevene har tilegnet seg formell matematisk kunnskap og ferdigheter, ved bruk av standardiserte tester (Sjøberg, 2014). Noe Dorthe for eksempel påpekte vil hun ikke bruke utforskende oppgaver, i form av å lage et matematisk bevis, i forbindelse med matematikkprøver. Dette bygger opp under et behov for å utvikle vurderingsverktøy i skolen, som tar hensyn til mer enn elevenes tilegnede matematikkunnskap. Sett opp mot betydningen

kreativitet har hatt og vil ha for menneskers forståelse av matematiske sammenhenger. Kan det argumenteres for at det er uheldig at dette ikke blir en del av matematikkundervisningen, hovedsakelig begrunnet i manglende mulighet for å vurdere matematisk kreativitet i skolen.

Den kreative prosessen følger ikke en klar struktur. Formodninger innen matematikk kan resultere i å være feil, eller at en ikke evner å bevise formodningen. Det er med andre ord sannsynlighet for å mislykkes og stiller krav til ens utholdenhet i møte med et problem. Av den grunn kan det være relevant å trekke inn allmennpedagogiske hensyn som preger undervisning i faget. I henhold til beskrivelsene av Skott et al. (2018, s. 293-300), kan det oppstå situasjoner hvor læreren må ta hensyn til andre aspekter enn elevens faglige læring. Inn under «Undervisning og tilpasset opplæring» i Overordnet del, skal skolen tilrettelegge for elevenes mestringsopplevelser (Utdanningsdirektoratet, 2018). Det kan av den grunn antas for en matematikklærer, å være en utfordrende balansegang å støtte elevene i kreative aktiviteter i matematikk, samtidig som elevene skal få oppleve mestring.

6.0 Avslutning

Denne masteroppgaven har tatt utgangspunkt i problemstillingen, *hvilke forestillinger har matematikklærere på 5-10 trinn om kreativitet i matematikkfaget?* På bakgrunn av samfunnets behov for kreativ kompetanse har dette fått en tydeligere vektlegging i skolen og skal inngå i alle fag (NOU 2015: 8, 2015). Som belyst gjennom oppgaven oppfattes ofte matematikkfaget som mindre kreativt. Noe som kan knyttes til den utbredte vektleggingen av fagets produkter, for å vurdere innlært kunnskap og ferdigheter (Skott et al., 2018). Hvilket har gjort fagets prosesser mindre fremtredende der det i større grad er aktuelt med utforskning og kreativ tenkning.

Med en fenomenografisk tilnærming har formålet vært å avdekke de kollektive erfaringene og forståelsene som eksisterer blant matematikklærere. Det ble gjennomført 5 dybdeintervjuer, som ble transkribert og analysert i HyperResearch. Ut ifra det innsamlede datamaterialet ble det utarbeidet følgende 5 beskrivelseskategorier, som belyser de kollektive forestillingene av kreativitet i matematikk

- 1) Bevissthet om kreativitet
- 2) Forholdet mellom kreativitet og faglige ferdigheter
- 3) Hvordan kreativitet fremtrer i matematikk
- 4) Elev-rettet kreativitet
- 5) Muligheter og hindringer for kreativitet i matematikk

I henhold til den fenomenografiske tilnærmingen har ikke hensikten vært å konkludere med en konkret forestilling blant matematikklærerne, men heller belyse variasjoner og sammenhenger i den kollektive forståelsen.

Ut ifra oppgavens funn kan det hevdes at mer kreativitet i matematikkfaget anses som en positiv endring hos matematikklærerne. En kreativ tilnærming til matematikkfaget oppfattes som et godt verktøy for å motivere elevene og kan bidra til faglig læring. Matematikklærerne knytter kreativitet i stor grad til geometri og anvendt matematikk. Kreativ tenkning ble også knyttet til prosesser innen matematisk argumentasjon og bevisføring, men dette ble i mindre grad betegnet som en form for kreativitet. Sett opp mot Overordnet dels beskrivelser av barn og unge som nysgjerrige og med trang til å utforske (Utdanningsdirektoratet, 2018), kan det hevdes at vektleggingen av kunnskapsformidling i matematikkfaget er ødeleggende for

elevenes mulighet for egen utforskning. Det kan av den grunn argumenteres for å opparbeide en mer utvidet forståelse av kreativitet hos matematikklærere. Der kreativ matematikk er en form for produksjon av matematisk innsikt, gjennom formodninger og bevisføring, der elevene kan utvikle sine egne forståelser av matematikk. Om samfunnet har behov for mennesker som evner å tenke fleksibelt og kreativt om det ukjente, er det mindre hensiktsmessig i skolen å kun trene elevene i å memorere det som utgjør fagets produkter.

Veien videre

Gjennom oppgaven problematiseres et begrenset perspektiv på kreativitetens plass og funksjon i faget. Dette støttes opp av andre studier, som også avdekker en snever forståelse av matematisk kreativitet blant matematikklærere og lærerstudenter (Aktaş, 2015; Bolden et al., 2010; Palsdottir & Sriraman, 2016). Ut ifra denne masteroppgaven kan det trekkes frem to mulige utfordringer for å inkorporere kreativitet i matematikkfaget. Det ene omhandler en assosiasjonene til begrepet kreativitet. Der kreativt arbeid for eksempel knyttes til tegning, eller det oppfattes av lærerne som en målsetning om å variere undervisningen. Hvilket kan resultere i at endringene for å gjøre faget mer kreativt, ikke nødvendigvis knyttes til sentrale karakteristikk ved matematisk kreativitet, i form av oppdagelsen av formodninger, argumentasjon og bevisføring. Den andre utfordringen knyttes til vektlegging av at elevene skal tilegne seg matematisk kunnskap og ferdigheter. Dette problematiseres på bakgrunn av at kjennskap til fagets produkter, kan hevdes å motvirke incentivet for å utforske matematiske sammenhenger. Siden masteroppgaven startet med historien om Fermats siste teorem og Andrew Wiles, kan denne historien brukes for å illustrere hvilken effekt kjennskapet om fagets produkter kan ha på utforskning og nytenkning. Om Fermats hadde hatt plass til å skrive ut sitt (påståtte) bevis, ville ikke Andrew Wiles flere år senere hatt samme incentiv for å bevise teoremet. Overført til en klasseromskontekst, kan det derfor argumenteres for at matematikklærere bør være tilbakeholdne med å selv belyse kjente matematiske sammenhenger.

På bakgrunn av masterprosjektets omfang, oppnådde jeg ikke punktet hvor nye informanter ikke ville ha gitt nye perspektiver (Kvale & Brinkmann, 2015). I en fremtidig studie kan det anses som formålstjenlig med et større utvalg. Det kan videre argumenteres for et behov for bredere forskningsmetodisk tilnærming til oppgavens tematikk, som for eksempel gruppeintervju og observasjon. Med bruk av gruppeintervjuer kan det genereres et nærmere innsyn i matematikklærernes forestillinger om matematisk kreativitet, da det foreligger en

mulighet for deltagerne å respondere på hverandres innspill og perspektiver. Observasjon av matematikklærernes undervisning kunne gitt nærmere innsikt i sammenhengen mellom lærernes uttalelser om matematisk kreativitet og egen undervisningspraksis. Lev-Zamir og Leikin (2012) viser for eksempel hvordan det kan eksistere betraktelige forskjeller mellom læreres inkorporering av kreativitet i egen undervisning, selv om lærerne har tilnærmet lik oppfattelse av matematisk kreativitet.

7.0 Litteraturliste

- Aktaş, M. C. (2015). Turkish High School Teachers' Conceptions of Creativity in Mathematics. *Journal of education and training studies*, 4(2).
<https://doi.org/10.11114/jets.v4i2.1123>
- Beghetto, R. A. (2017). Creativity in Teaching. I *The Cambridge Handbook of Creativity across Domains* (s. 549-564). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781316274385.030>
- Beghetto, R. A. & Kaufman, J. C. (2007). Toward a Broader Conception of Creativity: A Case for "mini-c" Creativity. *Psychology of aesthetics, creativity, and the arts*, 1(2), 73-79. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.1.2.73>
- Beghetto, R. A. & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High ability studies*, 25(1), 53-69. <https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247>
- Berezki, E. O. & Kárpáti, A. (2018). Teachers' beliefs about creativity and its nurture: A systematic review of the recent research literature. *Educational research review*, 23, 25-56. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.10.003>
- Bergem, O. K. & Kaarstein, H. (2016). *Vi kan lykkes i realfag - Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (T. Nilsen, Red.). Universitetsforlaget. <http://urn.nb.no/URN:NBN:no-58101>
- Bolden, D. S., Harries, T. V. & Newton, D. P. (2010). Pre-Service Primary Teachers' Conceptions of Creativity in Mathematics. *Educational studies in mathematics*, 73(2), 143-157. <https://doi.org/10.1007/s10649-009-9207-z>
- Bryman, A. (2016). *Social research methods* (5. utg.). Oxford University Press.
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forlag.
- Dalland, C. & Andersson-Bakken, E. (2021). *Metoder i klasseromsforskning : forskningsdesign, datainnsamling og analyse*. Universitetsforlaget.
- Glăveanu, V. P. & Kaufman, J. C. (2019). Creativity: A Historical Perspective. I J. C. Kaufman & R. J. Sternberg (Red.), *The Cambridge Handbook of Creativity* (s. 9-26). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316979839.003>
- Hajar, A. (2021). Theoretical foundations of phenomenography: a critical review. *Higher education research and development*, 40(7), 1421-1436.
<https://doi.org/10.1080/07294360.2020.1833844>
- Haylock, D. (1997). Recognising mathematical creativity in schoolchildren. *ZDM*, 29(3), 68.
<https://doi.org/10.1007/s11858-997-0002-y>
- Haavold, P. Ø. (2020). An Investigation of the Relationship between Age, Achievement, and Creativity in Mathematics. *The Journal of creative behavior*, 54(3), 555-566.
<https://doi.org/10.1002/jocb.390>
- Imai, T. (2000). The influence of overcoming fixation in mathematics towards divergent thinking in open-ended mathematics problems on Japanese junior high school students. *International journal of mathematical education in science and technology*, 31(2), 187-193. <https://doi.org/10.1080/002073900287246>

- Karwowski, M., Jankowska, D. M. & Sz wajkowski, W. (2016). Creativity, Imagination, and Early Mathematics Education. I R. Leikin & B. Sriraman (Red.), *Creativity and Giftedness. Advances in Mathematics Education* (s. 7-22) (Advances in Mathematics Education). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3_2
- Kaufman, J. C. & Baer, J. (2004). Sure, I'm Creative—But Not in Mathematics!: Self-Reported Creativity in Diverse Domains. *Empirical studies of the arts*, 22(2), 143-155. <https://doi.org/10.2190/26HQ-VHE8-GTLN-BJMM>
- Kaufman, J. C. & Beghetto, R. A. (2009). Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of general psychology*, 13(1), 1-12. <https://doi.org/10.1037/a0013688>
- Kaufmann, G. (2006). *Hva er kreativitet* (Bd. 12). Universitetsforl.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (T. M. Anderssen & J. Rygge, Overs.; 3. utg.). Gyldendal akademisk.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehere, A. C., Nilsen, T. & Bergem, O. K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning*. Universitet i Oslo. <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/2019/timss-2019-kortrapport.pdf>
- Leikin, R. (2013). Evaluating mathematical creativity: The interplay between multiplicity and insight1. *Psychology science*, 55(4), 385.
- Leikin, R. & Pitta-Pantazi, D. (2012). Creativity and mathematics education: the state of the art. *ZDM*, 45(2), 159-166. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0459-1>
- Leikin, R. & Sriraman, B. (Red.). (2016). *Creativity and Giftedness: Interdisciplinary Perspectives from Mathematics and Beyond*. Cham: Springer International Publishing AG. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-38840-3>.
- Leikin, R., Subotnik, R., Pitta-Pantazi, D., Singer, F. M. & Pelcer, I. (2012). Teachers' views on creativity in mathematics education: an international survey. *ZDM*, 45(2), 309-324. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0472-4>
- Lev-Zamir, H. & Leikin, R. (2011). Creative mathematics teaching in the eye of the beholder: focusing on teachers' conceptions. *Research in mathematics education*, 13(1), 17-32. <https://doi.org/10.1080/14794802.2011.550715>
- Lev-Zamir, H. & Leikin, R. (2012). Saying versus doing: teachers' conceptions of creativity in elementary mathematics teaching. *ZDM*, 45(2), 295-308. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0464-4>
- Lockhart, P. (2009). A Mathematician's Lament - How School Cheats Us Out of Our Most Fascinating and Imaginative Art Form. I *A Mathematician's Lament* (s. 1-25). Bellevue Literary Press. <http://mysite.science.uottawa.ca/mnewman/LockhartsLament.pdf>
- Mann, E. L. (2006). Creativity: The Essence of Mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260. <https://doi.org/10.4219/jeg-2006-264>
- Mann, E. L., Chamberlin, S. A. & K. Graefe, A. (2016). The Prominence of Affect in Creativity: Expanding the Conception of Creativity in Mathematical Problem Solving. I R. Leikin & B. Sriraman (Red.), *Creativity and Giftedness. Advances in Mathematics Education* (s. 57-73) (Advances in Mathematics Education). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3_5

- Marton, F. (1981). PHENOMENOGRAPHY — DESCRIBING CONCEPTIONS OF THE WORLD AROUND US. *Instructional science*, 10(2), 177-200.
<https://doi.org/10.1007/BF00132516>
- Marton, F. (1986). Phenomenography—A Research Approach to Investigating Different Understandings of Reality. *Journal of thought*, 21(3), 28-49.
- NOU 2014: 7. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole - Et kunnskapsgrunnlag*.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2014-7/id766593/>
- NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole - Fornyelse av fag og kompetanser*.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/>
- Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (LOV-1998-07-17-61)*. <http://www.lovdatab.no/all/nl-19980717-061.html>
- Palsdottir, G. & Sriraman, B. (2016). Teacher's Views on Modeling as a Creative Mathematical Activity. I R. Leikin & B. Sriraman (Red.), *Creativity and Giftedness. Advances in Mathematics Education* (s. 47-55) (Advances in Mathematics Education). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3_4
- Pehkonen, E. (1997). The state-of-art in mathematical creativity. *ZDM*, 29(3), 63-67.
<https://doi.org/10.1007/s11858-997-0001-z>
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A. & Dow, G. T. (2004). Why Isn't Creativity More Important to Educational Psychologists? Potentials, Pitfalls, and Future Directions in Creativity Research. *Educational psychologist*, 39(2), 83-96.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_1
- Rhodes, M. (1961). An Analysis of Creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
<http://www.jstor.org/stable/20342603>
- Sak, U., Bal-Sezerel, B. & Nazli Özdemir, N. (2017). Creativity in the Domain of Mathematics. I J. Kaufman, V. Glăveanu & J. Baer (Red.), *The Cambridge Handbook of Creativity across Domains* (s. 276-298). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781316274385.016>
- Shriki, A. (2010). Working like Real Mathematicians: Developing Prospective Teachers' Awareness of Mathematical Creativity through Generating New Concepts. *Educational studies in mathematics*, 73(2), 159-179. <https://doi.org/10.1007/s10649-009-9212-2>
- Sjøberg, S. (2014). PISA-syndromet – Hvordan norsk skolepolitikk blir styrt av OECD. *Nytt Norsk Tidsskrift*, 31(1), 30-43. <https://doi.org/10.18261/ISSN1504-3053-2014-01-04>
- Sjöström, B. & Dahlgren, L. O. (2002). Applying phenomenography in nursing research. *J Adv Nurs*, 40(3), 339-345. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2002.02375.x>
- Skott, J., Skott, C. K., Jess, K. & Hansen, H. C. (2018). *Matematikk for lærerstudierende : Delta 2.0 Fagdidaktik, 1.-10. klasse* (2. udg. utg.). Samfundslitteratur.
- Skovsmose, O. (1998). Undersøgelseslandskabe. I T. Dalvang & V. Rohde (Red.), *Matematikk for alle : LAMIS 1. sommerkurs, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Trondheim 6.-9. august 1998*. Landslaget for matematikk i skolen.
- Sriraman, B. (2005). Are Giftedness and Creativity Synonyms in Mathematics? *The Journal of secondary gifted education*, 17(1), 20-36. <https://doi.org/10.4219/jsge-2005-389>

- Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse : en innføring i kvalitative metoder* (5. utg.). Fagbokforlaget.
- Utdanningsdirektoratet. (2018). Overordnet del av læreplanverket. Hentet 23.04.2019, fra <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020a). *Hva er nytt i matematikk?* <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagspesifikk-stotte/nytt-i-fagene/hva-er-nytt-i-matematikk/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020b). *Læreplan i matematikk 1.–10. trinn* (MAT01-05). <https://www.udir.no/lk20/mat01-05>
- Watkins, J. J. (2014). *Number theory : a historical approach*. Princeton University Press.
- Wæge, K. & Nosrati, M. (2018). *Motivasjon i matematikk*. Universitetsforlaget.
- Zhou, J., Shen, J., Wang, X., Neber, H. & Johji, I. (2013). A Cross-Cultural Comparison: Teachers' Conceptualizations of Creativity. *Creativity research journal*, 25(3), 239-247. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.730006>

Vedlegg A - Intervjuguide

Tematikk	Spørsmål
Oppstart	<ul style="list-style-type: none">○ Hvor lenge har du jobbet som lærer?○ Hvilke fag underviser du i?○ Hvilket trinn?○ Hva er din utdanningsbakgrunn? (Grunnskolelærerutdanning, PPU, annet)○ Hvilken aldersgruppe tilhører du? (20-30, 30-40, ...)
Syn på matematikkfaget	<ul style="list-style-type: none">○ Hvilke evner ser du som sentrale i faget?○ Hvordan vil du beskrive din tilnærming til undervisning i matematikk?○ Vil du trekke fram noe du vektlegger i din undervisning?○ Hvordan vil du beskrive en god matematikkelev?○ Har du noen tanker rundt om det er andre ting enn formell matematikk kunnskap elevene lærer gjennom faget?
Syn på kreativitet	<ul style="list-style-type: none">○ Hva assosierer du med det å være kreativ?○ Hvilke fag i skolen assosierer du med kreativitet?○ Hvordan vil du beskrive en kreativ elev?○ Hvordan vil du beskrive kreativ tenkning?
Kreativitet i matematikk	<ul style="list-style-type: none">○ Kan du huske å ha vært bevisst over kreativitet i din matematikkundervisning?○ Kan du huske noen eksempler på undervisningsopplegg/oppgaver du ville beskrive som kreativ?○ Kan du huske eksempler på prøver med kreative oppgaver?○ Ser du noen måter en elev kan være kreativ i matematikk?○ Kan du huske å ha beskrevet en elev i matematikk som kreativ?○ Har kreativitet noen gang vært et tema med andre matematikklærere?
Flyt	<ul style="list-style-type: none">○ Kan du huske å ha hatt en form for idemyldring (brainstorming) i timen?

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Oppfordrer du elever til å finne flere løsningsmetoder på samme oppgave?
Fleksibilitet	<ul style="list-style-type: none"> ○ Om en elev står fast med en oppgave, kan du si noe om hvordan du hjelper denne eleven? ○ Vil du si at du trekker fram mange ulike løsningsmetoder, eller velger du å fokusere på færre løsningsmetoder? ○ I vurdering av elevene, hvordan vil du si du vektlegger svaret og valg av løsningsmetoden? (Tror du elevene har den oppfatningen?)
Originalitet	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kan du beskrive hvordan du går fram i oppstart av en ny tematikk? ○ Kan du huske noen situasjoner hvor elevene har kommet med egne forslag til løsningsmetoder? (Hva kjennetegner de situasjonen? Legges det opp til det?) ○ Tror du at elevene føler at de kan komme med svar de tror kan være feil?
Utdypning (elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Hva er som oftest fokuset i (faglige)plenumssamtaler i klassen? (Utforske, dele tanker, redegjøre for et konkret tema) ○ Kan du beskrive hvordan du håndterer et uventet innspill? ○ Kan du huske å ha bevisst jobbet med å trene elevene i å kommunisere egne matematiske tanker? (Hvordan i så fall)
Vurdering, læreplanen og annet	<ul style="list-style-type: none"> ○ Som lærer i matematikk, ser du noen muligheter for å utvikle elevens kreative evner? ○ Ser du noen hindringer for utviklingen av elevens kreative evner? ○ Tror du matematisk kunnskap og ferdigheter, har betydning for kreative utfoldelse i faget? ○ I arbeid med den nye læreplanen, sitter du igjen med noen inntrykk rundt dette med utviklingen av elevenes kreativitet? ○ Med tanke på læreplanen i matematikk, opplever du kreativitet som et relevant begrep? F.eks. kjerneelementene i læreplanen i matematikk (utforskning og problemløsning,

	<p>modellering og anvendinger, resonnering og argumentasjon, representasjon og kommunikasjon og abstraksjon og generalisering)?</p> <ul style="list-style-type: none">○ Er det noe du har tenkt over, under intervjuet eller tidligere, med tanke på matematikk og kreativitet, du ønsker å legge til?
--	--

Vil du delta i masterprosjektet

Matematikklæreres forestillinger om kreativitet

Jeg heter Per Berg, og er lærerstudent ved OsloMet. Dette er et spørsmål til deg om å delta i et masterprosjekt hvor formålet er å studere matematikklæreres forestillinger om kreativitet innen matematikkfaget.

I dette skrevet finner du informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Dette prosjektet er knyttet til avsluttende masteroppgave på Grunnskolelærer 5-10 studiet. Oppgaven tar utgangspunkt i følgende forskningsspørsmål: Hva er matematikklæreres forestillinger om kreativitet innen matematikk?

Med bruk av individuelle intervju ønsker jeg å undersøke hvilke forestillinger/forståelse lærere på ulike trinn har av kreativitet og dens plass i matematikkfaget. Det vil bli gjennomført intervju av opp mot 6 lærere totalt. Disse intervjuene vil bli gjennomført i perioden februar/mars 2022.

Opplysningen knyttet til dette prosjektet skal ikke brukes til andre formål enn masteroppgaven.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

OsloMet-storbyuniversitet / Fakultet for lærerutdanning og internasjonale studier / Institutt for grunnskole- og faglærerutdanning.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du har blitt kontakt via mitt eget nettverk og har derfor mottatt dette informasjonsskrivet. Det er på forhånd et ønske om å ha variasjon blant de som deltar i prosjekt. Både i henhold til

undervisningstrinn, ansiennitet, kjønn og alder. Du får av den grunn denne henvendelsen, for å imøtekomme kriteriet om variasjon blant deltagerne i prosjektet.

Hva innebærer det for deg å delta?

Om du velger å delta blir hovedoppgaven å delta på et intervju.

- Intervjuet vil ta rundt 30-40 minutter.
- Intervjuet inneholder ikke personsensitive spørsmål. Spørsmålene relateres i hovedsak til matematikkfaget og kreativitet.
- Gjennomføres helst fysisk, men kan også gjennomføres digitalt.
- Under intervjuet vil det brukes en lydopptaker, samt tas skriftlige notater. (Se lenger ned angående behandling av lydopptakene).

I etterkant kan du bli kontakt, om det oppstår behov for å oppklare noen av svarene fra intervjuet.

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.

Ditt personvern – hvordan oppbevares og brukes dine opplysninger

Opplysningene om deg brukes kun til formålene beskrevet i dette skrivet. Opplysningene behandles konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- *Kun jeg (Per Berg) vil ha kjennskap til din deltagelse i prosjektet, og kun jeg har tilgang til innsamlet data.*
- *Til lagring av lydopptak og transkripsjon vil det brukes fiktive navn*
- *Veileder og databehandler (UIO) vil ha tilgang til personopplysninger*
- *I selve masteroppgaven vil det også benyttes fiktive navn. Fiktive navn vil være tilknyttet en liste med ekte navn, som er adskilt fra datamaterialet. Det vil ikke være mulige å gjenkjenne deg eller skolen gjennom den ferdige oppgaven.*

Hva skjer med opplysningene dine når prosjektet avsluttes?

Ved prosjektslutt, som etter planen er 16 juni 2022, slettes alle personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Behandlingen av opplysninger om deg er basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra OsloMet 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

Spørsmål

Om du ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- *OsloMet – Storbyuniversitet* ved Henrik Forrsell, e-post henfo@oslomet.no
- OsloMet sitt personvernombud ved Ingrid S. Jacobsen, e-post: personvernombud@oslomet.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.

Har du spørsmål til studiet kan du kontakte meg på

- Epost s325203@oslomet.no eller på telefon: 458 64 191

Med vennlig hilsen

Førsteamanuensis Henrik Forrsell
Veileder

Per Berg
Student

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Matematikk læreres forestillinger om kreativitet» og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)