

Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

**Sigmund Drangfelt**

**Masteroppgave**

**Hva fire ungdomsskolelærere fremhever som sentralt ved bruken  
av semistrukturert mathematical problem posing i  
matematikkundervisning**

**What four lower secondary school teachers emphasize as  
important when using semi-structured mathematical problem  
posing tasks in the classroom**

Master i realfagenes didaktikk 5.-10. trinn

**2023**

Samtykke til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

Ja  NEI

# Forord

Som profesjonell yrkesutøver har man ansvar for å oppdatere seg faglig, så også som lærer. Gjennom min 17 år lange karriere i norsk skole har jeg forsøkt å oppdatere meg og finne nye interessefelter gjennom ulike studium. Høsten 2019 startet jeg på mitt største utviklingsprosjekt til nå. Da startet jeg på samlingsbasert masterstudium ved Høgskolen i Innlandet. Studiet har vært til stor glede og inspirasjon og endte til slutt om med denne masteroppgaven i matematikdidaktikk. Innholdet er ment å være dagsaktuelt og i tråd med elementer fra læreplanen LK20.

Det er flere som fortjener en oppmerksomhet i dette forordet. Jeg vil uttrykke takknemlighet overfor min veileder, Bjarte Rom. Du har gitt veiledning som har gitt mening for meg og har gjort veien mot målet trygg. Jeg vil også takk min arbeidsgiver og mine kolleger for deres tålmodighet i denne tiden. Videre er det på sin plass å takke Oslo kommune for økonomisk bidrag i form av stipendordning.

En stor takk går til de fire lærerne som har deltatt i prosjektet. Uten dere hadde dette blitt umulig. Jeg vil også rette en takk til min kollega Oda Marie Ihle Sjøberg for å sette av tid til deltagelse i pilotintervju.

Til sist vil jeg takke min samboer John Queling for tålmodighet, støtte og hjelp. Mange tekniske løsninger og engelske formuleringer har blitt mulig takket være deg. En takk rettes også til Liv Drangfelt og Ole Drangfelt som har lest korrektur og vist interesse gjennom hele prosjektet.

Oslo, 30. april 2023

Sigmund Drangfelt

# Norsk sammendrag

Denne studien har som mål å finne ut hva matematikklærere på ungdomstrinnet tenker rundt bruk av semistrukturert mathematical problem posing (MPP) i egen undervisning.

Problemstillingen som studien søker å finne svaret på er:

*Hva fremhever fire ungdomsskolelærere som sentralt ved bruk av semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing i matematikkundervisningen?*

Studien ble gjennomført fenomenologisk der fire matematikklærere på ungdomstrinnet ble intervjuet med bakgrunn i en semistrukturert oppgave innen MPP. Svar på problemstillingen kom som resultat av en systematisk tekstkondensering av de transkriberte intervjuene og sammenlikning med tidligere studier. Analysen av datamaterialet resulterte i tre hovedtema: fordeler, forutsetninger og hindringer.

Lærerne i studien fremhever at gjennom jobbing med semistrukturerte MPP-oppgaver, vil elevene utvikle evnen til å identifisere matematiske problemer i sin egen hverdag og overføre kunnskap fra klasserommet til den virkelige verden. Dette ansees som en egen ferdighet som kan trenes opp. Som pedagogisk verktøy, vil bruk av semistrukturert MPP aktivisere elevene og gjøre matematikkundervisningen relevant og engasjerende. MPP vil gi lærere en ny mulighet for å avdekke elevenes matematiske tenking. Til sist påpekes det at MPP vil kunne motivere elevene til å lære matematikk.

Videre peker lærerne på visse forutsetninger som må være til stede for å utnytte potensialet til MPP. Elevene må ha tilstrekkelig matematiske kunnskaper for å ha utbytte av MPP. I tillegg stiller semistrukturert MPP krav til elevens forståelse av begreper, både matematiske og ikke-matematiske. Frihetsgradene i oppgavene bør økes gradvis for at elevene ikke skal gi opp i møte med oppgavetypen. God delingskultur er sentralt for å lykkes med MPP.

Til slutt fremheves det hindringer for å bruke MPP mer aktivt i undervisningen. Det er en frykt for at elevene velger å bruke matematikk som er lite relevant og som ikke utfordrer dem nok. I tillegg er det frykt for at elever ikke holder ut i møte med semistrukturert MPP og gir opp tidlig i prosessen. Begge disse trekkes frem som en hindring for elevenes faglige utvikling. Til slutt uttrykkes det et behov for retningslinjer for bruk av MPP til summativ vurdering.

# Abstract

The aim of this study is to map the views of mathematics teachers in lower secondary school when it comes to using semi-structured mathematical problem posing in their teaching practices. The problem statement of the study is therefore:

What do four lower secondary school teachers emphasize as important when using semi-structured mathematical problem posing tasks in the classroom?

The study was conducted phenomenologically where four mathematics teachers in lower secondary school were interviewed on the grounds of a semi-structured MPP task. The transcribed interviews were analyzed through systematical text condensation and the finds were compared with findings in other studies. The analysis resulted in three main themes: benefits, prerequisites and obstacles.

The teachers emphasize the through working with semi-structured MPP tasks, the students will develop necessary skills to identify mathematical problems in their everyday life and to transfer knowledge from the classroom to the outside world. This is viewed as a skill on its own that can be developed. As a pedagogic tool, semi-structured MPP activate the students and make the mathematics teaching relevant and engaging. MPP opens a new way for the teachers to unravel the students mathematical thinking. Lastly it is emphasized that MPP could motivate the students to learn mathematics.

The teachers emphasize prerequisites to reap the potential benefits of mathematical problem posing. First the students need sufficient mathematical knowledge. Further on, semi-structured MPP make demands on the students' vocabulary, both mathematical and mundane. They also recommend that the degree of freedom in the tasks are to be increased successively for the students to not give up. A healthy sharing culture in the classroom is also essential.

Finally, the emphasis falls on obstacles that limits the use of MPP in the classroom. There is a notion that students will choose mathematics that is irrelevant and too simple. There is also a fear that students will give up faced with a complex semi-structured MPP task. Both is viewed as potential limitations to the development of students mathematical thinking. Confusion surrounding assessment of students' products is also viewed as an obstacle.

# Innhold

## Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Norsk sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Innledende kapittel</b> .....	<b>10</b>
1.1 Problemstilling.....	13
1.2 Begrepsavklaring.....	14
1.3 Oppgavens oppbygging.....	15
<b>2. Tidligere forskning og teori</b> .....	<b>17</b>
2.1 Hva er Mathematical Problem Posing?.....	17
2.2 Hvorfor inkorporere Mathematical Problem Posing i matematikkundervisningen?18	
2.2.1 Mathematical Problem Posing som egen ferdighet og som eget mål.....	18
2.2.2 Mathematical Problem Posing som et pedagogisk verktøy.....	19
2.3 Hvordan Mathematical Problem Posing kommer til uttrykk i klasserommet.....	23
2.3.1 Timing.....	23
2.3.2 Frihetsgrader.....	24
2.3.3 Manipulering av oppgaver.....	25
2.4 Semistrukturert Mathematical Problem Posing.....	26
2.5 Læreres syn på fordeler og utfordringer med Mathematical Problem Posing.....	27
2.5.1 Læreres syn på fordeler ved bruk av Mathematical Problem Posing i klasserommet.....	28

2.5.2	Læreres syn på utfordringer knyttet til bruk av Mathematical Problem Posing i klasserommet .....	29
2.6	Motivasjon i matematikkfaget .....	29
<b>3.</b>	<b>Metodisk tilnærming .....</b>	<b>33</b>
3.1	Kvalitativt forskningsdesign .....	33
3.2	Vitenskapsteoretisk perspektiv .....	33
3.3	Forskerens førforståelse .....	35
3.4	Det kvalitative forskningsintervju .....	36
3.4.1	Informanter og utvalgsstrategi .....	37
3.4.2	Utforming av intervjuguide.....	39
3.4.3	Pilotintervju.....	42
3.4.4	Gjennomføring av intervjuene.....	43
3.4.5	Transkribering av intervjuene .....	44
3.5	Analytisk tilnærming .....	45
3.5.1	Steg 1: Helhetsinntrykk og sentrale tema .....	46
3.5.2	Steg 2: Meningsbærende enheter, koder og kategorier .....	48
3.5.3	Steg 3: Kondensering .....	50
3.5.4	Steg 4: Sammenfatning, rekontekstualisering og kontroll av resultater .....	52
3.6	Oppgavens kvalitet.....	53
3.6.1	Metodekritikk.....	53
3.6.2	Intern validitet .....	54
3.6.3	Ekstern validitet .....	55
3.6.4	Reliabilitet .....	56
3.7	Etiske overveielser .....	57
3.7.1	Forskerens rolle.....	57
3.7.2	Konfidensialitet og informert samtykke .....	58

3.7.3	Konsekvenser .....	59
<b>4.</b>	<b>Presentasjon av funn .....</b>	<b>60</b>
4.1	Hensikt med bruk av mathematical problem posing .....	60
4.1.1	Mathematical problem posing som egen ferdighet og et mål i seg selv .....	61
4.1.2	Mathematical problem posing som pedagogisk verktøy .....	62
4.1.3	Mathematical problem posing fremmer motivasjon .....	65
4.2	Forutsetninger for effektiv bruk av Mathematical Problem Posing .....	68
4.2.1	Det er en forutsetning at regnetekniske ferdigheter etableres før mathematical problem posing tas i bruk .....	68
4.2.2	Det er en forutsetning at elevene får opparbeidet oppgaveforståelse gjennom økende grad av kompleksitet i mathematical problem posing .....	69
4.2.3	Det er en forutsetning at elevene opparbeider matematisk utholdenhet .....	73
4.2.4	Det er en forutsetning å ha god delingskultur i elevgruppen .....	73
4.3	Hindringer for å drive med mathematical problem posing .....	74
4.3.1	Det er sentralt at lite kontroll på innhold og vanskegrad kan lede til lav faglig progresjon .....	74
4.3.2	Det er sentralt at forvirring rundt en kompleks oppgavetype og mangel på utholdenhet kan lede til lav faglig progresjon .....	75
4.3.3	Det er sentralt at manglende konsensus rundt summativ vurdering skaper usikkerhet .....	77
<b>5.</b>	<b>Drøfting .....</b>	<b>78</b>
5.1	Hensikt med bruk av mathematical problem posing .....	78
5.2	Forutsetninger for effektiv bruk av mathematical problem posing .....	85
5.3	Hindringer .....	89
<b>6.</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>92</b>
6.1	Oppsummering av sentrale funn .....	92



6.2	Veien videre og oppfølging av studien.....	94
6.3	Forskerens egne refleksjoner .....	96
	<b>Litteratur .....</b>	<b>97</b>
<b>7.</b>	<b>Vedlegg 1: Informasjonsskriv med samtykkeskjema .....</b>	<b>109</b>
<b>8.</b>	<b>Vedlegg 2: Intervjuguide .....</b>	<b>113</b>
<b>9.</b>	<b>Vedlegg 3: Godkjenning fra NSD .....</b>	<b>115</b>

# 1. Innledende kapittel

Mathematical problem posing (MPP) er en undervisningsmetode i matematikk som har blitt mer aktuell i norsk skole de senere år. Undervisningsmetoden går ut på at elevene selv lager problemstillinger i matematikk. I denne studien er det lagt til at elevene skal kunne finne svar på problemstillingene. Denne undervisningsmetoden har vist seg å ha positiv innvirkning både på elevenes ferdigheter og selvbylde i matematikk. Dette har ført til at det har blitt gjennomført en rekke studier knyttet til metoden de siste 20 årene, samt at metoden er på vei inn i mange læreplaner internasjonalt (Silver, 2013, s. 158).

Høsten 2020 startet implementeringen av ny læreplan i den norske grunnskolen. Læreplanen fikk navnet Kunnskapsløftet 2020 (LK20) og har medført betydelige endringer i forhold til Kunnskapsløftet 2006 (LK06). I matematikkfaget har endringene i læreplanen tvunget frem justeringer i både undervisningspraksis i klasserommet og hvordan eleven vurderes. Blant endringene som er gjort i læreplanen, er det flere som peker i retning av mer utstrakt bruk av mathematical problem posing, både i undervisningen og i vurderingen i matematikk. Endringer som peker i denne retning finner vi både i overordnet del av læreplanen og i læreplanen for matematikk. I den overordnede delen av læreplanen finner vi følgende formulering (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 13):

*Elever som lærer å formulere spørsmål, søke svar og uttrykke sin forståelse på ulike måter, vil gradvis kunne ta en aktiv rolle i egen læring og utvikling.*

Her kommer det direkte frem at elevene skal kunne lage egne problemstillinger, hvilket i matematikkfaget kan relateres til mathematical problem posing. I læreplanen for matematikk finner vi hentydning til MPP både i innledende del (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 2–3) og i en rekke av fagets kompetansemål (2019, s. 7–14). I innledende del av læreplanen blir fagets relevans og sentrale verdier løftet frem. Der står det blant annet at når elever får stille spørsmål og oppleve faget som relevant, legger faget til rette for kreativitet og skapertrang. Denne formuleringen innbyr til å anvende MPP i undervisningen. Videre er det 10 kompetansemål, spredt fra 4. til 10. trinn som direkte innbyr til MPP. Disse kompetansemålene uttrykker at elevene skal kunne lage eller formulere problemer knyttet til de ulike kunnskapsområdene i faget.

Den nye læreplanen er endret i tråd med hovedtrekkene i Ludvigsenutvalgets hovedutredning (NOU 2015: 8). I denne utredningen etterlyser utvalget større rom for dybdelæring i norsk skole. De peker på at stofftrengsel i Kunnskapsløftet (LK06) ikke gir tid og rom til dybdelæring. Dybdelæring innebærer, ifølge utvalget, at elevene bruker sin evne til å analysere, løse problemer og reflektere over egen læring for å konstruere en varig forståelse (2015, s. 14). Videre peker de på variasjon i undervisningen som en forutsetning for dybdelæring (2015, s. 11). Meld. St. 28 (2015) om fornyelse av Kunnskapsløftet gjengir mye av det Ludvigsenutvalget skriver og legger til at dybdelæring betyr at elevenes kunnskap har en overføringsverdi (2015, s. 33). Endringene er også i tråd med opplæringslova hvor man kan lese at opplæringen skal åpne dører mot verden og fremtiden, utvikle kunnskap for å kunne delta i arbeid og fellesskap i samfunnet og fremme lærelyst (1998, § 1-1). Disse formuleringene sammenfaller med mange av fordelene med å bruke MPP i undervisningen.

Den nye læreplanen tvinger ikke bare gjennom endringer i fagets innhold og undervisningsmetoder, men også i vurdering av kompetansen. Utdanningsdirektoratet satte ned en gruppe for å få innspill til hvordan eksamen i matematikkfaget burde utformes. De uttalte at «*Dybdelæring, nytt kompetansebegrep og kjerneelementer sammen med de øvrige tekstene om faget i læreplanene i matematikk, gjør at en endring i eksamensoppgavene fra slik de har vært i LK06 er nødvendig.*» (Kunnskapsdepartementet, 2022, s. 7). Videre uttaler de at det må være variasjon i oppgavetyperne til eksamen og viktigheten av åpne oppgaver. Blant de åpne oppgavene finner vi semistrukturert MPP (2022, s. 17–18).

Min interesse for mathematical problem posing dukket opp gradvis etter det som opplevdes som en viktig oppdagelse for realistene ved min skole. Da vi satte oss ned og tittet på den nye læreplanen, erkjente vi at vi måtte endre undervisningspraksis for å imøtekomme nye formuleringer i kompetansemålene og de nye kjerneelementene. Opplevelsen av endringsbehov ble forsterket da vi så på forslag til nye eksamensoppgaver. Ettersom stofftrengselen i læreplanen var redusert, åpnet dette for at vi i større grad kunne fokusere på dybdelæring gjennom mer variasjon og utstrakt bruk av åpne oppgaver. Interessen for MPP dukket opp i etterkant av dette da vi opplevde at elevene våre ikke hadde trening i å lage gode problemstillinger.

Personlig var jeg ikke klar over at det var en undervisningsmetode som het mathematical problem posing før jeg studerte problemløsning og åpne oppgaver nærmere. Etter å ha støtt på MPP i flere artikler, fattet denne måten å jobbe med matematikkundervisning min interesse. Samtidig som begrepet var nytt, la jeg også merke til at mange av arbeidsmetodene som inngår i MPP, allerede var i bruk i egen undervisning. Dette førte til en ny bevisstgjøring rundt mange undervisningsopplegg i matematikk. Generelt gjelder ikke dette kun MPP, men mye pedagogisk utviklingsarbeid i skolen. Utviklingsarbeidet bærer oftere preg av bevisstgjøring mer enn en radikal omveltning i undervisningspraksis. Jo mer jeg leste om MPP, jo mer fikk jeg en forståelse av at vi benytter mange av teknikkene innen MPP uten å være klar over begrepet. Med bakgrunn i egne erfaringer og samtaler med kolleger, dukket det derfor opp en antagelse om at dette gjelder for de fleste lærere i skolen. Å finne ut hva lærere fremhever som sentralt i arbeid med semistrukturert MPP uten å være bevisst på MPP som undervisningsmetode fra før, opplevdes derfor som interessant. Sett i lys av mitt møte med nye eksamensoppgaver og den nye læreplanen, opplevdes det også som meningsfylt. Min oppfattelse av MPP er at det er et nyttig tilskudd til undervisningen for å bidra til dybdelæring og variasjon. Jeg oppfatter MPP som et verktøy som gjør at elevene lettere ser matematikkens nytteverdi og på den måten gir matematikkfaget mening for elevene i deres hverdag. Videre tenker jeg at lærere i skolen kan øke bevisstheten rundt MPP som begrep og at den økte bevisstheten vil kunne lede til at teknikker innen MPP blir brukt mer systematisk og målrettet.

Mine forventninger, før denne studien ble satt i gang, var derfor at lærere kom til å ha meninger om og erfaringer med mathematical problem posing, men at de ikke kjente til begrepet. Jeg forventet at de kunne komme opp med eksempler der de har benyttet seg av MPP i egen undervisningspraksis og at de ville kunne fremheve både fordeler som fremmer bruk av MPP og utfordringer som hindrer at MPP brukes mer utstrakt. Jeg forventet også at de hadde vært gjennom en tilsvarende prosess som jeg og mine kolleger.

## 1.1 Problemstilling

For å få en bedre forståelse av hvorvidt matematikklærere ser på mathematical problem posing som et nyttig verktøy i møte med nye krav i læreplanen, ble fire lærere fra ulike skoler i Oslo-området intervjuet om deres syn på mathematical problem posing med utgangspunkt i en semistrukert oppgave innen MPP. Oppgaven er hentet fra eksempeloppgaver til eksamen med hjelpemiddel etter ny læreplan laget av utdanningsdirektoratet i 2021 (2021, s. 8). Problemstillingen som denne studien søker å svare på er derfor:

*Hva fremhever fire ungdomsskolelærere som sentralt ved bruk av semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing i matematikkundervisningen?*

Ettersom problemstillingen spør etter hva lærere fremhever som sentralt, vil det være deltagerne i intervjuet som sitter på kunnskapen som brukes til å svare på problemstillingen. De fire deltagende lærerne vil derfor bli sett på som kunnskapskilden i denne studien. Deres kunnskap har blitt til gjennom at de har dannet seg et syn på MPP gjennom personlig fortolkning av opplevelser og samarbeid med andre. Det ontologiske perspektivet i studien vil derfor være konstruktivistisk. Kunnskap vil i et konstruktivistisk perspektiv være konstruert i samspill mellom mennesker (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 49) og i et samspill med deres omgivelser. Videre er det, ifølge konstruktivismen, slik at mennesker blir utsatt for nye inntrykk i møte med mennesker og nye omgivelser, hvilket gjør at man kontinuerlig justerer konstruert kunnskap. Funnene i denne studien vil derfor ikke være en objektiv og uforanderlig sannhet ettersom kunnskapen deltagerne i intervjuene sitter på er i stadig endring. Videre er funnene tolket av meg som forsker, hvilket også legger på et lag som funnene er filtrert gjennom.

Læreres syn på mathematical problem posing blir til gjennom erfaringer de gjør seg enten ved å bruke undervisningsmetoden i klasserommet selv, eller ved å høre på andres erfaringer knyttet til bruk av undervisningsmetoden. I fenomenologi forsøker man som forskere å hente ut essensen av hvordan mennesker opplever et fenomen (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 45). Mathematical problem posing blir, i denne studien, sett på som et fenomen som lærere opplever. Studien er designet ut fra en fenomenologisk forskningstradisjon hvor semistrukert MPP er fenomenet og deltagerne er kunnskapskilden. Et sentralt begrep innen fenomenologi er livsverden. Livsverden er et begrep som omfatter både sosiale og

fysiske omgivelser, samt menneskers tankeverden. Gjennom menneskers livsverden skapes mening og kunnskap (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 99). Dette understreker hvordan funn fra fenomenologien er et øyeblikksbilde som kan fungere som et innspill til et forskningsfelt i stadig forandring. Dette gjelder også resultater fra denne studien.

Analyseprosessen i studien har vært induktiv. Det deltagerne fremhever som viktig er resultatene. Empirien er uttalelser deltagerne har kommet med i intervjuene og kategorier for analyse har blitt formet underveis i prosessen. Det teoretiske grunnlaget har blitt benyttet for å komme frem til en generell konklusjon (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 27). Det teoretiske grunnlaget har blitt hentet frem både i forkant og etterkant av intervjuene. I forkant for å sikre intervjuenes retning og kvalitet og i etterkant for å sette funn i perspektiv. Metoden for innhenting og analyse av data skal derfor sikre at deltagerens subjektive tanker skal komme frem på en strukturert og hensiktsmessig måte.

## 1.2 Begrepsavklaring

I dette delkapittelet vil sentrale begreper i problemstillingen bli redegjort for. Det er to sentrale begreper; *mathematical problem posing* og *semistrukturert mathematical problem posing*. Det vil komme en mer utdypende gjennomgang i kapittel 2.

Mathematical problem posing er et begrep som mangler en god norsk oversettelse. MPP er en metode som kan benyttes i matematikkundervisning der elever selv lager problemstillinger som de skal jobbe med. Dette er en kompleks arbeidsform og kan manifestere seg på mange måter. Det finnes derfor ulike definisjoner på hva MPP er. Cai og Hwang (2020, s. 2) har samlet ulike definisjoner og satt dem sammen til en definisjon. De definerer MPP som en prosess der man formulerer og uttrykker en problemstilling innenfor domenet av matematikk. Dette er en definisjon som omfatter mange ulike aktiviteter. Papadopoulos et.al. (2021, s. 16–22) har samlet ulike definisjoner på MPP fra utdanningsforskning, men plassert dem innenfor fem kategorier ut fra aktivitet. De fem kategoriene omfatter å produsere nye problemstillinger, reformulering av problemstillinger, kombinasjon av disse, gjenbruk av problemstillinger og matematisk modellering. MPP kan også kategoriseres ut fra timing, frihetsgrader og manipulering av oppgaver (Singer et al., 2013, s. 3). Timing handler om hvor i problemløsningsprosessen elevene lager problemstillinger, frihetsgrader handler om hvor

mange valgmuligheter situasjonen gir elevene og manipulering handler om hvordan elevene kan endre eksisterende problemstillinger. Denne studien bygger på en antagelse om at lærere har benyttet elementer fra MPP, men ikke kjenner til begrepet. Derfor vil MPP i denne studien bygge på Cai og Hwang sin åpne definisjon av MPP og omfatte alle Papadopoulos sine fem kategorier av MPP. Videre er det i andre studier lagt vekt på at problemstillingene elevene finner skal være gyldige og løsbare (Silber & Cai, 2021, s. 881). Det ble derfor lagt til et supplement til definisjonen av MPP i denne studien. Supplementet var at elevene også skal kunne løse sine og finne svar på egne problemstillinger.

Semistrukturert mathematical problem posing er en måte å drive med mathematical problem posing i klasserommet. Stoyanova (1998, s. 173–180) foreslår tre kategorier av MPP: fri, semistrukturert og strukturert. Om semistrukturert MPP skriver hun (1998, s. 174):

*In semi-structured problem-posing situations, students are given a situation in which they are invited to explore and formulate a problem which would draw on the knowledge, skills, concepts and patterns gained from their previous mathematical experiences.*

Elevene blir gitt en situasjon og bedt om å lage problemstillinger ut fra et sett av gitte kunnskaper, ferdigheter, konsepter eller mønster. Denne kunnskapen skal være etablert på forhånd. Christou et.al (2005, s. 150) beskriver også semistrukturerte oppgaver som at elever blir bedt om å lage problemstillinger til gitte diagrammer og bilder. Oppgaven brukt som grunnlag til intervjuet er en semistrukturert oppgave ettersom elevene får en situasjon med bilder og diagrammer (tabeller) og blir bedt om å vise gitte ferdigheter som modellering og anvendelse.

### 1.3 Oppgavens oppbygging

Masteroppgaven er delt inn i seks kapitler som tar for seg ulike deler i forskningsprosessen. Det første kapitlet er innledende og starter med å forankre tematikken i oppgaven ut fra endringer gjort i ny læreplan som peker i retning av mathematical problem posing. Dette brukes til å bygge opp hensikten med oppgaven og for å begrunne problemstillingen som skal besvares. Det fenomenologiske forskningsdesignet blir presentert og forskerens

forventninger blir redegjort for i tråd med fenomenologisk forskning. Sentrale begreper i problemstillingen blir definert, men en grundigere gjennomgang kommer i kapittel to.

I det andre kapittelet blir det teoretiske grunnlaget for oppgaven gjennomgått. Ettersom analysen blir gjort induktivt er det teoretiske rammeverket samlet sammen i etterkant av analysen og hjelper til med å sette det som kommer frem i intervjuene i perspektiv. Det er særlig ulike aspekter ved mathematical problem posing som blir gjennomgått. Det vil også bli gjennomgått en del forskning knyttet til fordeler som MPP gir, slik som motivasjon og matematisk utholdenhet.

Forskningsdesign og metode blir gjennomgått i kapittel tre. Prosessen med å forberede datainnsamling samt hvordan datainnsamlingen ble gjennomført blir presentert. Her blir også forskerens forventninger samt informantenes bakgrunn presentert. Alle valg som blir gjort gjennom hele prosessen blir begrunnet. All informasjon gis for å sikre at prosessen er så transparent som mulig. Avslutningsvis settes søkelyset på metodekritikk og etiske overveielser.

I kapittel fire presenteres empiriske funn. Funnene har fremkommet gjennom systematisk tekstkondensering av de transkriberte intervjuene. Overskriftene i delkapitlene er kategorier av funn og beskrives systematisk. Kategoriene er videre delt inn i undergrupper av funn med egne overskrifter. Alle funn hjelper til med å svare på oppgavens problemstilling. Funnene dreier seg om hvordan informantene ser for seg MPP brukt i undervisning, hva slags forutsetninger som kreves av elevene og eventuelle fordeler og utfordringer som kan fremme eller hindre bruk av MPP. Funnene sier noe om hva lærerne fremhever som sentralt i bruk av MPP i skolen og danner grunnlaget for drøftingen i kapittel fem.

I kapittel fem drøftes empiriske funn og funnene settes i sammenheng med tidligere forskning og teori. Sentrale funn i empirien blir løftet opp i dette kapittelet og teorien fra kapittel to blir brukt for å gi funnene perspektiv. Funnene vil også bli drøftet i lys av oppgavens problemstilling.

Opgaven oppsummeres i kapittel seks. Her blir det lagt frem et svar på problemstillingen om hva lærere fremhever som sentralt ved bruk av semistrukturert MPP i undervisningen. Forskerens egne refleksjoner rundt funnenes implikasjoner samt muligheter for oppfølging i fremtidig forskning.



## 2. Tidligere forskning og teori

I dette kapittelet vil mathematical problem posing bli definert og utførlig forklart. Ulike syn på hvorfor MPP bør ha en plass i undervisningen blir presentert, samt hvordan MPP kommer til uttrykk i klasserommet. Det vil også bli presentert en studie som kartlegger læreres syn på fordeler og utfordringer knyttet til bruk av MPP i skolen. Avslutningsvis vil det bli lagt frem teorier knyttet til elevers motivasjon i matematikkfaget. Hensikten med kapittelet er å gå gjennom teorier som ble brukt for å sette funn fra analysen i kontekst i forskningsfeltet.

### 2.1 Hva er Mathematical Problem Posing?

Det er mange måter å definere mathematical problem posing på og i utdanningsforskning i dag finnes det flere mulige innfallsvinkler. Papadopoulos et.al. (2021, s. 16–22) har samlet ulike definisjoner på MPP fra utdanningsforskning og plassert dem innenfor fem kategorier. De fem kategoriene omfatter å kunne generere nye problemstillinger fra situasjoner (1), reformulere allerede eksisterende problemstillinger (2), kombinere generering av nye problemstillinger og reformulering av allerede eksisterende problemstillinger (3), se tidligere problemstillinger i nytt lys (4) og til slutt bruke MPP som del av matematisk modellering (5)

Cai og Hwang (2020, s. 2) har samlet funn fra ulike studier og funnet at de ulike definisjonene oppsummeres som:

*“Mathematical problem posing is the process of formulating and expressing a problem within the domain of mathematics”.*

Denne definisjonen er bred og omfatter alle aktiviteter som innebærer at elever må stille spørsmål. De utdyper derfor at MPP i matematikkundervisning er aktiviteter som innebærer eller hjelper både lærere og elever med å formulere, re-formulerer og uttrykke problemstillinger basert på gitt kontekst. De refererer til denne konteksten som problemkonteksten eller problemsituasjonen.

## 2.2 Hvorfor inkorporere Mathematical Problem Posing i matematikkundervisningen?

I dette avsnittet blir det presentert to hovedsyn på hvorfor mathematical problem posing bør være en sentral del av matematikkundervisningen. Man kan se på MPP som både et eget mål og som et pedagogisk verktøy (Silver & Cai, 2005, s. 129). Som egen ferdighet vil MPP kunne ansees som et mål i seg selv. Dernest kan man se på MPP som et pedagogisk verktøy som stimulerer ulike aspekter ved elevenes matematiske utvikling.

### 2.2.1 Mathematical Problem Posing som egen ferdighet og som eget mål

At det å stille relevante spørsmål er en helt sentral del i anvendelsen av matematikk, er ikke en ny tanke. Det har lenge vært diskutert at det å stille de riktige spørsmålene er en viktig faktor som driver vitenskap og matematikk fremover. Singer, Ellerton og Cai belyser dette ved å trekke opp historiske linjer helt fra antikken og frem til i dag (2013, s. 1–2). Matematikk er av natur egnet til å finne svar på spørsmål som fremmer forståelse av vår omverden. I sin doktoravhandling i 1867 skriver Cantor (1867):

*In re mathematica ars proponendi quaestionem pluris facienda est quam solvendi.*

Sitatet kan bli oversatt til at i matematikk er kunsten å stille spørsmål av større verdi enn å løse problemet. Store navn som Einstein og Hadamard setter fingeren på hvor sentralt det er å stille velformulerte, signifikante og interessante spørsmål (Einstein, 1938; Hadamard, 1945, s. 104).

I utdanningsforskning, nærmere vår egen tid, har det blitt rettet fokus mot at elever selv lager relevante matematiske problemstillinger. Det å øve på MPP er nyttig for å utdanne matematikere og naturvitere som kan stille riktige spørsmål og videreutvikle fagfeltet. På den annen side har moderne konstruktivistisk teori tvunget frem bevissthet rundt viktigheten av at elever selv formulerer matematiske problemstillinger, ikke bare for dem som skal drive med matematikk profesjonelt, men også for dem som kun trenger matematikk for å mester hverdagen (Silver, 1994, s. 19). Kilpatrick (1987, s. 124) skriver at:

*Almost all of the mathematical problems a student encounters have been proposed and formulated by another person – the teacher or the textbook. In real life outside the*

*school, however, many problems, if not most, must be created or discovered by the solver, who gives the problem an initial formulation.*

Han påstår at de fleste tallmessige situasjoner eleven møter på utenfor klasserommene, krever at elevene selv må finne eller formulere problemstillinger som skal løses. Mason følger opp ved å påstå at et bredere mål for undervisningen i skolen må være å stimulere elevene til å stille spørsmål og gi dem nok kunnskaper i ulike disipliner til å vite hvordan de kan finne svar på spørsmålene. En nødvendig forutsetning for at elevene skal klare dette, er at de deltar i å formulere spørsmål (Mason, 1991).

Å bruke MPP i undervisningen kan hjelpe elever med å overføre matematisk kunnskap fra en situasjon til en annen, både i og utenfor skolen. Noen studier viser at MPP danner en bro mellom de regnetekniske ferdighetene elevene lærer i klasserommet og hverdagen utenfor klasserommet. Wirtz og Kahn (1982, s. 21) beskriver hvordan deres elever ble signifikant bedre på å løse tekstopp-gaver knyttet til hverdagen etter at de selv lagde historier knyttet til aritmetiske oppgaver. Både Bonotto (2013, s. 53) og Kopparla og Capraro (2018, s. 7) fremhever hvilke rolle MPP spiller ved å lage en bro over gapet mellom matematikken fra klasserommet og ut i den virkeligheten elevene befinner seg i (2013, s. 53; 2018, s. 7). Tilsvarende funn ble gjort av Kapur (2015, s. 30). I denne studien kom det frem at elever som jobber med egenproduserte problemstillinger, lettere klarte å overføre kunnskap til nye situasjoner. Dette viser at elever som har jobbet med MPP blir bedre på å lage problemstillinger og enklere klarer å se for seg muligheter for anvendelse av sine matematiske ferdigheter.

### 2.2.2 Mathematical Problem Posing som et pedagogisk verktøy

Anvendelse av MPP i undervisningen kan hjelpe lærere til å avdekke manglende forståelse og misoppfatninger i matematikk hos elevene. Flere studier viser til denne muligheten. Ticha og Hospesova (2013, s. 142) lot lærerstudenter anvende MPP innen brøkgregning. Gjennom dette arbeidet fikk de avdekket manglende forståelse av brøk. Parhizgar et.al (2022, s. 3270–3271) lot elevene jobbe med MPP innen funksjoner og fant at MPP kunne fungere som et nyttig verktøy for å avdekke misoppfattelser knyttet til funksjoner. Ma (2020, s. 62–78) sammenliknet læreres evne til å lage problemstillinger knyttet til divisjon med brøk og

observerte at dette hang sammen med deres forståelse av divisjon med brøk. Et tilsvarende funn ble gjort knyttet til problem posing i fysikk. Mestre (2002, s. 45–47) viser til at problem posing i fysikk med påfølgende samtale med elevene, gir læreren innsikt i elevers forståelse av begreper og teorier og vil gi læreren kunnskap som kan brukes til å planlegge kommende undervisningsøkter. Disse studiene indikerer at MPP kan fungere som verktøy i formativ vurdering. Sammenhengen er at problemstillinger henger sammen med regnetekniske ferdigheter og forståelse av sammenhenger og begreper. En annen måte å få innblikk i hva slags ferdigheter elevene mestrer, er gjennom problemstillingene de produserer i MPP (Ellerton, 1986, s. 269). I tillegg til misoppfatninger i problemstillinger, kan også mangel på problemstillinger indikere manglende mestring.

Mathematical problem posing kan ses på som en sentral del av problemløsning. Kontorovich et al (2012, s. 151) argumenterer for at MPP er et spesialtilfelle av problemløsning ved å ta utgangspunkt i Kilpatrick (1985, s. 1–15) sin definisjon av problemløsning og Silver (1994, s. 19–28) og Stoyanova (1998, s. 164–185) sine definisjoner av MPP. Her ses problemløsning på som en aktivitet der man går fra gitte opplysninger (given state) til et resultat (goal state). Elevenes egenproduserte problemstillinger tar utgangspunkt i «given state» og resultatet (problemstillingene) ses på som «goal state». Videre lager de et rammeverk for MPP som tar utgangspunkt i Schoenfeld (2016, s. 1–38) sin problemløsningsmodell. Man kan også finne støtte i litteratur for å påstå at MPP kan fungere som et steg i Pólya (1971, s. 23–29) sin problemløsningscyklus. Første fase er her å forstå problemet. I følge Singer, Ellerton og Cai (2013, s. 3) er reformulering av problemer med egne ord, en av måtene å drive MPP på. MPP kan derfor ses på som en helt sentral del i første steg i Pólya sin problemløsningscyklus.

Det kommer frem i forskningspublikasjoner om at det er en korrelasjon mellom evnen til å lage relevante problemstillinger og evnen til å løse problemløsningsoppgaver (Cai & Hwang, 2020, s. 3–4; Ellerton, 1986, s. 269; Limin et al., 2013, s. 147–161). Det har blitt publisert mindre om kausaliteten. Man kan finne enkelte publikasjoner som støtter at elever som trener på MPP blir bedre på problemløsning (Chen et al., 2015, s. 309–329; Kopparla & Capraro, 2018, s. 7; Priest, 2009, s. 209; Silver, 1994, s. 23–24). Stoyanova (2003, s. 32–40) skriver at implementering av MPP i undervisningen inviterer elevene til å utforske strukturen i matematiske problemstillinger og dermed få en dypere forståelse av matematikk og særlig matematisk problemløsning. Samspillet mellom MPP og matematisk problemløsning blir

fremhevet av McDonald og Smith (2020, s. 419). De peker på at mangel på matematiske kunnskaper kan hindre MPP, men at MPP da hjelper til med å identifisere denne mangelen og adressere den.

En voksende mengde studier peker på at elevers faglige resultater kan forbedres innen ulike tema gjennom å delta i mathematical problem posing. Ozdemir og Sahal (2018, s. 123) viste hvordan elever på 2. trinn fikk forbedret sin forståelse av heltall og regneoperasjoner knyttet til heltall. Tidligere studier vise at forståelsen av geometri kan styrkes; særlig plangeometri (Haghverdi & Gholami, 2015, s. 5; Mahendra et al., 2017, s. 4). Disse studiene viste at deltagelse i MPP gjorde at elevene bedre forstod konsepter i geometri og så sammenheng mellom konsepter i geometri. En studie viste at elever som deltok i MPP, fikk en dypere forståelse og mer effektiv læring enn elever som deltok i mer normal undervisning (Walkington, 2017, s. 200). Elevene som deltok i MPP gjorde færre oppgaver enn elevene i kontrollgruppen. Disse elevene måtte tenke lenger på hver oppgave og resulterte i et større læringsutbytte. Xia et.al (2008, s. 160–161) viser i sin studie at elever som deltok i MPP klarte i større grad å stå på eksamen enn elever som ikke deltok i MPP. Videre viser de at elevene som deltok i MPP viste en signifikant forbedring i evnen til å lære matematikk.

På den annen side er det studier som peker i retning av at solide ferdigheter i matematikk er en forutsetning for å få produsert gode problemstillinger. Van Harpen og Presmag (2013, s. 130) viste i sin studie at solid forståelse og ferdigheter i matematikk hadde en signifikant innvirkning på elevers evne til å produsere problemstillinger. De refererer også til en studie av Krutetskii fra 1976 (2013, s. 118) der elever ble gitt enkle situasjoner der han mente det var en naturlige problemstillinger som ikke ble skrevet ut i teksten. Han viste at elever med solid matematikkforståelse klarte å formulere disse problemstillingene, mens andre elever ikke klarte å se det samme. En annen studie viste at elever med solide fagkunnskaper klarte å lage problemstillinger som var mer varierte og mer komplekse enn elever med mindre fagkunnskaper i matematikk. Dette viser at det er et samspill mellom fagkunnskaper og MPP. De påvirker hverandre og man må finne en balanse mellom å utvikle fagkunnskaper og bruk av MPP (Van Harpen & Presmeg, 2013, s. 130)

Det er et samspill mellom mathematical problem posing og samarbeid mellom elever i klasserommet. Flere studier viser til at MPP legger til rette for dialog mellom elever. Denne dialogen kan legge til rette for at elever veileder hverandre og retter opp i hverandres

misoppfatninger (English, 1997, s. 207; Kopparla & Capraro, 2018, s. 8; Lavy & Bershadsky, 2003, s. 382; Ozdemir & Sahal, 2018, s. 128). Som lærer kan man også delta i dialogene og veilede elevene. Samarbeidslæring kan ha en positiv effekt på den faglige utvikling til elever. Det er studier som viser at det er en sammenheng mellom samarbeidslæring og økte ferdigheter innen problemløsning (Sunanto et al., 2020, s. 284; Tarim, 2009, s. 336), økt matematisk kunnskap (Usmadi et al., 2020, s. 11) og forbedrede metakognitive ferdigheter i matematikk (Ilyas et al., 2019, s. 4–5). McDonald og Smith (2020, s. 421) oppsummerer ulike studier og legger frem argumentasjon for at MPP legger til rette for samarbeid og dialog.

Kreativitet er et viktig element i MPP og flere studier viser at elever som jobber med MPP bedrer sin matematiske kreativitet (Contreras, 2013, s. 66–72; English, 1998, s. 98; Leikin & Elgrably, 2022, s. 35–49). Matematisk kreativitet kan innebære at elever skal kunne anvende matematisk kunnskap i ulike situasjoner. Matematisk kreativitet vil i dette perspektivet bestå av fire komponenter (Mann et al., 2016, s. 57–73). De fire komponentene er alle ulike varianter av anvendelse av matematisk kunnskap. I MPP er man ute etter at elevene skal kunne lage problemstillinger som krever at de anvender matematikk i nye situasjoner. Dette faller inn under begrepet matematisk kreativitet. Ayvaz og Durums (2021, s. 12–13) viste i sin studie at elever på høyt faglig nivå fikk utviklet sin matematiske kreativitet gjennom å jobbe med et utvalg MPP-oppgaver.

Avslutningsvis kan MPP sees på som en viktig del av modellering. Christou et.al (2005, s. 149–158) skriver at MPP er et viktig aspekt ved modellering som krever en matematisk idealisering av problemstillinger fra den virkelige verden. Papadopolous et.al (2021, s. 22) har med som en femte kategori av definisjoner at MPP er en naturlig del av modellering. Silver (1994, s. 19–28) påpeker at MPP er en bestanddel i all matematisk aktivitet, også i matematisk modellering.

## 2.3 Hvordan Mathematical Problem Posing kommer til uttrykk i klasserommet

Som beskrevet i avsnitt 2.1 finnes det ikke i dag en entydig definisjon på hva mathematical problem posing er, men heller et mangfold av ulike syn og innfallsvinkler. Dette resulterer i at det er mange måter MPP kommer til uttrykk i klasserommet. Singer, Ellerton og Cai (2013, s. 3) går gjennom 3 ulike måter å kategorisere MPP i klasserommet. De tre kategoriene er timing (1), frihetsgrader (2) og manipulering av problemer (3). Kategoriene vises i tabell 1 og omtales detaljert i avsnitt 2.3.1 til 2.3.3.

Kategorisering	Kategorier
Timing	Før problemløsning
	Under problemløsning
	Etter problemløsning
Frihetsgrader	Fri
	Semistrukturert
	Strukturert
Manipulering av problemer	Endre betingelser
	Endre målsetting
	Endre både betingelser og målsetting
	Linking

Tabell 1: Ulike kategorier av MPP-aktiviteter

### 2.3.1 Timing

Timing handler om mathematical problem posing anvendes før, under eller etter problemløsning. Dersom elever blir bedt om å generere nye problemstillinger fra en situasjon, vil dette kategoriseres som før problemløsning. Elever skal her lage problemstillinger som har relevans for situasjonen og som er løsbare. Denne kategorien kan sees i sammenheng med

Papadopoulos et.al (2021, s. 17–18) sin første kategori av definisjoner som beskrevet i avsnitt 2.1. Der definerer de MPP som generering av nye problemstillinger fra situasjoner.

MPP kan inntreffe underveis i problemløsingen. Her innebærer MPP at elevene reformulere eksisterende problemstillinger. Dette blir gjort for at elever skal gjøre problemstillingen om til sitt eget ved å formulere det med egne ord. I denne prosessen vil de kunne lettere forstå problemstillingen, se matematikken som er skjult i problemstillingen og planlegge en strategi for å løse problemet. I denne kategorien finner vi derfor MPP som en sentral del av mange problemløsingssykluser. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 2.2.2. Videre kan denne kategorien sees i sammenheng med Papadopoulos et.al (2021, s. 18–19) sin andre kategori av definisjoner hvor de definerer MPP som reformulering av allerede eksisterende problemstillinger. En vanlig situasjon som inngår i denne kategorien, er når elever spør om hjelp. I veiledning ber man gjerne elevene om å reformulere problemstillingen slik at de forstår problemet og får koblet på riktig kunnskap.

MPP kan til slutt bli brukt i etterkant av problemløsning. I denne kategorien finner vi situasjoner hvor et problem er løst og hvor elever blir bedt om å lage flere problemstillinger fra samme situasjon eller å lage liknende problemstillinger i andre situasjoner. Her blir elevene trent på å se at samme situasjon kan gi opphav til flere problemstillinger, samt at samme problemstilling kan passe til mange situasjoner. Denne kategorien kan passe under Papadopoulos et.al (2021, s. 20–22) sin fjerde kategori av definisjoner hvor MPP defineres som det å kunne se tidligere problemstillinger i nytt lys.

### 2.3.2 Frihetsgrader

Når det gjelder frihetsgrader nevner Singer et.al (2013, s. 3) tre grader av frihet i situasjonene elevene blir satt til å jobbe med. Disse går fra strukturert, via semistrukturert til fri MPP. Strukturerte oppgaver begrenser valgmulighetene elevene har i den matematiske situasjonen. Eksempler på dette kan være å lage tilsvarende problemstillinger som de allerede har løst, men knyttet til andre situasjoner. Har de blitt gitt en situasjon der det er naturlig å undre seg over areal, så kan de bli presentert med tilsvarende figurer med andre dimensjoner eller andre type figurer. En annen mulighet for å la elever drive med strukturert MPP, er å be dem reformulere aktuelle problemstillinger. Dette kan skje gjennom eksplisitt trening på



dette eller gjennom hverdagslig veiledning i klasserommet. Denne kategorien av frihetsgrader sammenfaller med Papadopoulos et.al. (2021, s. 18–19) sin andre kategori av definisjoner av MPP der det er fokus på reformulering av problemstillinger.

Dersom man øker antall valgmuligheter elevene har i en situasjon, ender man med semistrukturert MPP. Her er det snakk om at elevene får en åpen situasjon hvor de skal lage problemstillinger som er delvis styrt av lærer eller situasjonen i seg selv. Styring sikter til at elevene blir bedt om å anvende allerede etablert kunnskap. Eksempler på semistrukturert MPP er å gi elevene data og be dem lage problemstillinger som kan løses. Man kan også gi elevene svaret på en oppgave og be dem finne problemstillingen som var opphavet til svaret. Andre eksempler er å be elevene lage problemstillinger relatert til en løsningsmetode, problemstillinger relatert til et konsept eller problemstillinger relatert til bilder, likninger, grafer og liknende (Stoyanova, 2003, s. 34–35). Semistrukturert MPP er beskrevet mer i detalj i avsnitt 2.4

Dersom man ikke setter andre krav til elevene enn at de skal lage en problemstilling, kalles dette for fri MPP. Her er det mange frihetsgrader som gir elevene mange valgmuligheter. Situasjoner som faller inn under fri MPP kan være at elevene skal lage en problemstilling av en viss vanskegrad eller med den betingelse at problemstillingen skal kunne løses av en medelev (Christou et al., 2005, s. 151). Et annet eksempel er at elevene blir bedt om å lage problemstillinger knyttet til et tema som for eksempel «penger».

### 2.3.3 Manipulering av oppgaver

En måte å gi elevene mulighet til å jobbe med mathematical problem posing, er å la dem manipulere problemstillinger de allerede har jobbet med. Singer, Ellerton og Cai (2013, s. 3) fremhever fire måter å la MPP komme til uttrykk på denne måten. Elever kan bli satt til å endre betingelsene i oppgaver, og på den måten skape mulighet for nye problemstillinger. Dette innebærer å endre på dataene som er gitt eller legge til data som ikke er gitt. De kan også endre det som skal beregnes i oppgaven. Dette er beslektet med semistrukturert MPP ved at de lager nye problemstillinger til samme datasett som opprinnelig var gitt. De kan også bli bedt om å endre både betingelser og målsetning i oppgavene og å undersøke om dette påvirker løsningsmetoder. Til sist kan man la svar på problemer inngå som nye data i

situasjonen og lage nye problemstillinger. Dette kalles for å lenke sammen problemer (Singer et al., 2013, s. 3). Manipulering av oppgaver faller inn under Papadopolous et.al (2021, s. 20–22) sin fjerde kategori av definisjoner på MPP.

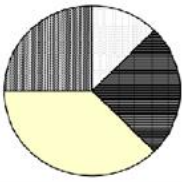
## 2.4 Semistrukturert Mathematical Problem Posing

Som vist i avsnitt 2.3 er det flere kategorier for hvordan mathematical problem posing kan komme til uttrykk i klasserommet. I denne studien kommer en MPP-oppgave, som er semistrukturert, til å danne grunnlaget til intervju med lærere. Semistrukturerte MPP-aktiviteter kan foregå på flere måter (Singer et al., 2013, s. 3):

1. Man kan lage problemstillinger fra en eksisterende dataserie
2. Man kan lage problemstillinger fra et svar på en oppgave
3. Man kan lage problemstillinger knyttet til en løsningsmetode
4. Man kan lage problemstillinger ut fra et matematisk konsept

En semistrukturert MPP-oppgave kan defineres som en aktivitet der elever blir presentert for en matematisk situasjon som skal undersøkes ved å lage en problemstilling. Problemstillingen skal være mulig å løse ved hjelp av matematiske kunnskaper, ferdigheter og konsepter som er opparbeidet gjennom tidligere matematisk arbeid (Stoyanova, 2003, s. 34–35). Oppgaver kan innebære å lage problemstillinger knyttet til en løsningsmetode, lage problemstillinger knyttet til et konsept i matematikk eller problemstillinger inspirert av bilder, diagrammer, dataserier og liknende. Bilde 1 viser eksempler på semistrukturerte oppgaver. Eksemplene er hentet fra Christou et.al. (2005, s. 153).

Number of stamps




□ George ■ Helen □ Andreas ■ Mary

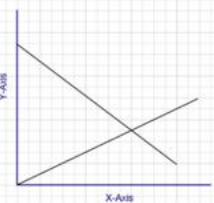
Children	Bank savings
John	340
Helen	120
Joanne	220
Andrews	110
George	280

(c)

$$(2300+1100)-790=n$$

$$5100-(2400+780)=n$$





(a)
(b)
(c)
(d)
(e)

- a) Lag et problem knyttet til diagrammet som inneholder både sum og differanse
- b) Lag et problem knyttet til tabellen som inneholder både sum og differanse
- c) Lag et problem hvor følgende beregning kan gi svaret
- d) Lag et problem knyttet til situasjonen i bildet
- e) Lag et problem hvor løsningen kan uttrykkes med grafene i koordinatsystemet

Bilde 1: Eksempler på semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing.

## 2.5 Læreres syn på fordeler og utfordringer med Mathematical Problem Posing

Alle pedagogiske metoder for matematikkundervisning har sine fordeler og utfordringer, så også mathematical problem posing. Læreres syn på MPP ble undersøkt av Li, Hwang og Cai (2020, s. 334–340) i en studie der de undersøkte hva kinesiske lærer tenker om bruk av MPP i sin egen undervisning. Lærerne hadde vært med på en workshop for å lære mer om MPP. I deres studie kom det frem at lærerne så for seg mange utfordringer og fordeler knyttet til bruk av MPP. En oversikt over kategoriseringen av lærernes svar vises i tabell 2 og gjennomgås mer i detalj i avsnitt 2.5.1 og 2.5.2.

Fordeler	Elevenes kognitive utvikling	Tilrettelegge for matematisk tenking
		Tilrettelegge for kunnskap og forståelse
		Utvikling av evner innen problemløsning
		Utvikling av kreativitet
		Utvikling av evner innen MPP
	Elevenes affekt	Fremme engasjement hos elevene
		Fremme interesse hos elevene
	Pedagogikk	Variert undervisning
		Individuell tilpassing
		Bli bedre kjent med elevene faglig
Utfordringer	Lærer	Organisatoriske utfordringer
		Designere undervisningsopplegg
		Vurdere og evaluere elevenes forslag
		Kvalitetssikre undervisningsopplegg
		Negativ innvirkning på resultater på prøver og eksamen
	Elev	Kvaliteten av oppgaver
		Mangel på erfaring fra MPP
		Språkvansker
		Lav selvtillit

Tabell 2: Kategorier for analysing av kinesiske læreres holdning til MPP.

### 2.5.1 Læreres syn på fordeler ved bruk av Mathematical Problem Posing i klasserommet

Det lærerne trakk frem som fordeler kunne plasseres i tre kategorier: Elevenes kognitive utvikling, elevenes affekt og pedagogiske fordeler. Innenfor elevenes kognitive utvikling kom det frem at lærerne så at bruk av MPP legger til rette for utvikling av elevenes matematiske tenking og dypere forståelse i matematikk. Det ble også fremhevet av lærerne at MPP kunne bidra til positiv utvikling av elevenes evne innen problemløsning. Utvikling av elevenes kreativitet ble også fremhevet i tillegg til at lærerne så på MPP som en egen ferdighet som det var nyttig for elevene å utvikle. Innenfor elevenes affekt ble det trukket frem av lærerne

at MPP ville øke elevenes engasjement i faget, samt bidra til økt interesse. Når det gjaldt pedagogikk nevnte lærerne at MPP kunne bidra til mer variert undervisning. Videre så de for seg at MPP ville gi rom for individuell tilpassing for elevene og at det gav rom for lærere til å bli bedre kjent med elevenes faglige nivå, utfordringer og misoppfatninger.

## 2.5.2 Læreres syn på utfordringer knyttet til bruk av Mathematical Problem

### Posing i klasserommet

Lærernes svar angående utfordringer ble plassert i to hovedkategorier ut fra om det dreide seg om utfordringer for læreren eller eleven. Utfordringer for læreren dreide seg blant annet om organisering av undervisningen og design av undervisningsopplegg. Videre så lærerne for seg at det ville bli en utfordring med kvalitetssikring. Vurdering, evaluering og oppfølging av elevenes forslag ble sett på som en utfordring av lærerne hvilket i sin tur ville gjøre det vanskelig å vurdere om undervisningsoppleggene var av god kvalitet. Mange lærere var også redde for at utstrakt bruk av MPP ville føre til større usikkerhet og til og med negativ innvirkning på elevenes resultater på prøver og eksamen. Utfordringer for elever gikk på hvorvidt elevene selv klarte å lage problemstillinger med høy nok kvalitet til å utvikle dem faglig. Videre så lærerne på det som en utfordring at elever ikke har erfaring med å lage egne problemstillinger. Språkvansker ble trukket frem som en utfordring for elevene i arbeid med MPP ettersom både forståelse av situasjonen og formuleringen av problemstillingen bygger på kjennskap til begreper fra matematikk og hverdagsliv. Siste svarkategori er at elevene mangler selvtillit til å lage egne problemstillinger av høy nok kvalitet.

## 2.6 Motivasjon i matematikkfaget

Funn, både i denne studien og andre studier, fremhever hvordan MPP kan bidra til å øke elevenes motivasjon til å lære matematikk. I dette avsnittet vil teori om motivasjon i matematikk som benyttes i denne studien, presenteres. Det er flere måter å definere motivasjon på, men man skiller mellom indre og ytre motivasjon. I skolen er elevs ytre motivasjon drevet av en forventning om en fremtidig belønning i form av ros og gode resultater. Indre motivasjon er drevet av nysgjerrighet og et ønske om å lære. Ryan og Deci

(2000, s. 57) beskriver at indre motivasjon er drevet av psykologiske behov. Mennesker har et medfødte behov for kompetanse, selvbestemmelse og tilhørighet.

En teori som kommer til å bli anvendt er Bandura (2010, s. 202–231) sin teori om mestringsforventning (self-efficacy). Han beskriver en prosess der elever gjennom opplevelser av suksess i møte med matematikk vil føle mestring. Gjennom gjentatte suksessrike møter vil de opparbeide en forventning om å mestre utfordringer i matematikk. Dette kaller han for mestringsforventning. Han beskriver videre hvordan dette danner grunnlaget for flere positive egenskaper elevene trenger for å mestre læring i faget. Elever med mestringsforventning vil få økt motivasjon, legge ned mer innsats i arbeidet og kunne stå lenger i problemer. De får med andre ord utviklet matematisk utholdenhet.

Matematisk utholdenhet er definert ved at man holder ut og fortsetter en produktiv streven selv om man støter på vanskeligheter (Barnes, 2019, s. 274; DiNapoli & Miller, 2022, s. 2). Matematisk utholdenhet er en egenskap som kan utvikles (DiNapoli & Miller, 2022, s. 1) og kan utvikles på flere måter. I denne studien vil det bli fokusert på utvikling av matematisk utholdenhet gjennom å bygge opp elevenes mestringsforventning (Bandura, 2010, s. 202–231), balansert hjelp (Joseph DiNapoli & Hector Morales, 2021, s. 19; Kapur, 2008, s. 379–424) og gjennom å benytte oppgaver med lav terskel og med mulighet for å fordype seg matematisk (DiNapoli & Miller, 2022, s. 3–4). Man kan argumentere for at matematisk utholdenhet vil kunne være en forutsetning for mathematical problem posing ved at MPP er en kompleks oppgave som krever at elevene må tenke selvstendig og holde ut. Samtidig vil bruk av MPP føre til større mestringsforventning, hvilket gjør elevene mer robuste i møte med motgang og derfor ikke gir opp like lett (Wæge, 2007, s. 19).

En annen motivasjonsfremmende dimensjon er virkelighetsnær matematikk. Funn tyder på at elever som blir eksponert for virkelighetsnære oppgaver, uttrykker at de ble mer motiverte i faget (Dwi Kurino & Cahyaningsih, 2020, s. 4). Virkelighetsnær matematikk betyr at problemstillingene elevene jobber med må oppleves som autentiske for dem. Autentiske oppgaver betyr at det må være samsvar mellom det som skjer i klasserommet og problemstillinger fra elevenes hverdag (Vos, 2018, s. 9–12). Autentiske oppgaver som føles relevante for elevene leder derfor til økt indre motivasjon (Rodríguez et al., 2021, s. 9) og større læringstrykk. Bruk av MPP i undervisningen gjør at man som lærer kan gi elevene

situasjoner som oppleves som autentiske og derfor vil lede til økt motivasjon og større læringstrykk.

Andre faktorer som kan påvirke motivasjonen i faget er variasjon og elevaktivitet. Jakobsen og Waldenstrøm (2017, s. 323) fant i sin studie at variasjon i undervisningen og elevaktivitet var sentralt for elevenes motivasjon. Det er også studier som viser at engasjement og motivasjon kan økes gjennom elevers følelse av medbestemmelse og samhandling (McKellar et al., 2020, s. 6–9; Schindler et al., 2020, s. 320–322). MPP kan ses på som et supplement som bidrar til variasjon i undervisningen. Videre innbyr MPP til at elevene er aktive og samarbeider. Man kan derfor argumentere for at bruk av MPP fremmer motivasjon og engasjement i faget. At samarbeidslæring har en positiv effekt på elevenes faglige utvikling, er det stor støtte for i tidligere studier (Ilyas et al., 2019, s. 5; Sunanto et al., 2020, s. 284; Tarim, 2009, s. 336; Usmani et al., 2020, s. 11). Disse studiene peker på at samarbeidslæring øker elevenes læringsutbytte, øker elevenes evne til problemløsning og utvikler elevenes metakognitive ferdigheter.

Vurdering gitt på en riktig måte vil ifølge Smith (2007, s. 102–104) kunne bidra til økt indre motivasjon. Hun skriver at elever som er aktive i tilbakemeldinger og som får tilbakemeldinger det er mulig å gjennomføre, vil få et skifte fra ytre motivasjon til indre motivasjon. Flere studier viser at det som påvirket elevenes motivasjon og engasjement var kvaliteten på tilbakemeldingene (McKellar et al., 2020, s. 6–9; Rodríguez et al., 2021, s. 9). Når elever deltar i MPP, vil man som lærer kunne tilpasse tilbakemeldinger slik at hver enkelt elev har mulighet til å gjennomføre forbedringer. Samtidig vil dialogen mellom elever bidra til aktive elever som gir tilbakemeldinger til hverandre.

Når man leser tidligere studier innen anvendelse av mathematical problem posing i undervisning, er positive endringer i ulike affektive aspekter gjennomgående. Schindler og Bakker (2020, s. 303–324) utførte en studie som viste hvordan en elev sine holdninger til matematikk forbedret seg gjennom arbeid med MPP. Eleven i denne studien viste at hennes selvbilde i faget ble forbedret og at negative holdninger til matematikk ble dempet. Silver (1994, s. 25) refererer også til studier som viser at redsel for matematikk avtar gjennom deltagelse i MPP. Disse funnene blir understreket av Chen et al. (2015, s. 309–329) som viser hvordan elever som deltar i MPP får økt tiltro til egne ferdigheter, større selvtillit i faget og en mer positiv holdning til faget generelt.

Mathematical problem posing kan øke elevers motivasjon i faget hvilket øker innsatsen og engasjementet i faget. Walkington (2017, s. 187) og Walkington og Bernacki (2015, s. 200–201) fant at elever som deltok i MPP i algebraundervisning viste større motivasjon for å lære algebra enn elever som ikke deltok i MPP. Silver (1994, s. 25) viser til en doktoravhandling fra 1991 som viser at elever blir motivert av å lage problemstillinger som medelever finner interessante eller vanskelige. Flere studier viser til at elever blir mer aktive i sin egen læring gjennom deltagelse i MPP (Lavy & Shriki, 2010, s. 23; Mahendra et al., 2017, s. 3) og at de blir mer engasjerte i faget. Lavy og Shriki trekker også frem at elevene får et økt eierskap til egen kunnskap gjennom deltagelse i MPP. Økt engasjement i faget gjennom deltagelse i MPP ble også funnet av Priest i hennes doktorgrad (2009, s. 207). I hennes studie fant hun at deltagelse i MPP fikk uengasjerte elever i matematikk til å fatte interesse og øke sitt engasjement i faget. Kopparla og Capraro (2018, s. 8) viste i sin studie hvordan MPP kan legge til rette for at elever jobber med situasjoner som trigger deres interesse. På den måten øker elevenes engasjement. Økt interesse for å lære matematikk ble også funnet av Xia et.al (2008, s. 153) blant elever som deltok i MPP. Økt interesse og engasjement gjør at elever blir mer aktivt deltagende i matematikkundervisningen (Ozdemir & Sahal, 2018, s. 128). Disse funnene peker alle i retning av at elevene får økt sin indre motivasjon ved å arbeide med MPP.



## 3. Metodisk tilnærming

I dette kapitlet forklares og begrunnes valg som er gjort i designet av studien. Først blir valg av kvalitativ metode begrunnet før vitenskapsteoretiske perspektiver blir drøftet. Deretter blir valg av metode for innhenting av empiri beskrevet etterfulgt av en beskrivelse av hele prosessen fra utarbeiding av intervjuguide til analysen av datamaterialet. Hensikten er at prosessen i denne studien skal være så transparent som mulig. Kapitlet avsluttes med en drøfting av studiens kvalitet og etiske overveielser som er gjort gjennom hele forskningsprosessen.

### 3.1 Kvalitativt forskningsdesign

Denne studien er utviklet rundt et kvalitativt forskningsdesign. Begrunnelsen for dette er at kvalitative studier har som intensjon å forstå og beskrive menneskers handlinger og hvilken mening disse har for dem. Forståelsen av det som studeres i en kvalitativ studie utvikles gjennom innhentede data i form av ord og språk. Beskrivelse, forståelse og mening er derfor sentrale begreper i kvalitativ forskning (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 95). Problemstillingen i denne studien er ute etter å avdekke hva lærere trekker frem som sentralt ved bruk av semistrukturert MPP. For å beskrive dette, anvendes intervju som verktøy. Data er derfor i form av ord og språk hvor lærerne beskriver deres kunnskap og meninger.

### 3.2 Vitenskapsteoretisk perspektiv

Det ontologiske perspektiv i denne studien er konstruktivistisk. I dette ligger det en antagelse om at kunnskap om virkeligheten er menneskeskapt. Kunnskap er derfor ikke hentet direkte fra virkeligheten, men heller konstruert av oss gjennom vår opplevelse av virkeligheten. Vi forstår verden gjennom våre begreper, forventninger og vår førforståelse. Dette preger vår konstruksjon av virkeligheten (Sjøberg, 2004, s. 209). Lærernes kunnskap om semistrukturert MPP i undervisningen bygger på deres utdanning og egne erfaringer fra skolen, både som elev og som yrkesutøver. De har erfaring med MPP som er preget av deres egne begreper og forventninger og således utviklet og konstruert sin kunnskap om MPP.

Epistemologisk må man som forsker være klar over at menneskers konstruerte kunnskap stadig vil være i endring. Endringene skjer i møte med ny kunnskap og nye impulser i samspill med andre mennesker (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 49). Denne studien er ute etter å kartlegge hva lærere trekker frem som sentralt ved anvendelse av semistrukturert MPP i klasserommet. Kunnskapen som hentes ut i denne studien vil derfor ikke representere en stabil og ytre virkelighet, men et øyeblikksbilde av en situasjon ettersom lærere opererer i en sosial sammenheng. Det er et samspill mellom både lærere og elever, kolleger og samfunnet. Det vil si at deres virkelighet stadig er i utvikling og at ny kunnskap til stadighet konstrueres.

Når studien er kategorisert under kvalitativ forskning med et konstruktivistisk perspektiv, er det flere tilnærminger til forskningsdesign å velge mellom. Blant disse finner vi fenomenologi (Johannessen et al., 2016, s. 78) som en sentral forskningstradisjon innen konstruktivismen. En fenomenologisk studie er en studie som forsøker å finne ut hvordan et fenomen oppleves av en gruppe mennesker. I følge Postholm og Jacobsen (2018, s. 76) skal vi som forskere i en fenomenologisk studie forsøke å forstå hvordan andre oppfatter et fenomen i sin livsverden. Livsverden kan sees på som hver enkelt person sin bevissthets levende horisont. Kvale og Brinkmann oppsummerer fenomenologi som at man ønsker å beskrive verden slik den oppleves av informantene (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 45). I følge Giorgi (1985) er formålet å komme frem til essensen av fenomenet som studeres. Han påstår videre at det er mulig å generalisere funn dersom man holder seg innenfor liknende kontekstuelle situasjoner. Det kan derfor være mulig å antyde generelle funn selv om det er få forskningsdeltagere. I denne studien vil funn kun gjelde ungdomsskolelæreres tanker rundt semistrukturert MPP og det er grunn til å anta at mange sentrale funn vil kunne gjelde flere ungdomsskolelærere.

Studien er utformet som en fenomenologisk studie ettersom den forsøker å fange essensen av hva lærere ser på som viktig ved bruk av mathematical problem posing i klasserommet. Deltagernes livsverden er læreres hverdag i skolen, deres erfaringer som lærere og deres erfaringer som elever og studenter selv. Alle deltagerne uttaler seg innen samme kontekstuelle situasjon. Det vil si at de underviser i samme fag, underviser på samme skoleslag og tar utgangspunkt i samme eksamensoppgave i intervjusituasjonen.

### 3.3 Forskerens førforståelse

Som forsker har man en konstruert kunnskap om fenomenet som skal studeres. Ens egen førforståelse kan lede til at man har visse forventninger til hva man mener deltagerne i en studie bør mene. Dette vil være til hinder for å komme til essensen av fenomenet. I et forsøk på å minimere at egne fordommer skal virke inn på tolkningen av deltagerens meninger, er det avgjørende at man som forsker er bevisst på egne fordommer og egen førforståelse. Denne bevisstgjøringen kan gjøres gjennom det som kalles bracketing. Det er ulike måter å drive bracketing på og det er flere definisjoner (Tufford & Newman, 2012). En vanlig måte er å skrive ned og beskrive egne forventninger før man samler inn og analyserer data. For at studien skal være transparent, må forventninger og beskrivelse av førforståelse være med i det skriftlige materialet.

Jeg har brukt mange teknikker innen MPP gjennom 16 år med matematikkundervisning i norsk skole. Dette har blitt gjort uten å være kjent med mathematical problem posing som egen undervisningsmetode. I en startfase var det små drypp gjennom at læringspar laget oppgaver til hverandre. I senere tid har mer systematisk bruk av teknikker fra MPP blitt tatt opp i skolen gjennom implementering av læreplan LK20. Matematikklærerne på vår skole erkjente at MPP kom til å spille en mer sentral rolle i avsluttende vurdering i faget og vi innså at vi ikke jobbet nok med dette. Vi var på dette stadiet ikke kjent med MPP som egen undervisningsmetode. Gjennom mitt masterstudium har jeg blitt inspirert til å lese mer om åpne oppgavetyper og på den måten blitt kjent med MPP som egen undervisningsmetode. Jeg har begynt å bruke mer MPP i undervisningen de siste to årene. Min holdning til temaet er nå at denne undervisningsmetoden har et stort potensial som ikke er utnyttet på ungdomstrinnet i dag. Videre er min erfaring at MPP setter nye krav til organisering og planlegging. Dette kan oppleves som krevende. Det er gjort en antagelse om at den gjennomsnittlige lærer ikke har erfaring eller stor kompetanse innen temaet. Etter å ha studert MPP anser jeg på MPP som både et pedagogisk verktøy og et mål i seg selv. Jeg anser at MPP kan ses på som en egen ferdighet og antar at den trenes opp. Mine forventninger til deltagende lærere ble beskrevet i innledende kapittel.

### 3.4 Det kvalitative forskningsintervju

En av de mest vanlige metodene for å samle inn data i fenomenologi, er å gjennomføre kvalitative intervjuer (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 118). Det er flere fordeler ved å benytte intervju som metode for å avdekke menneskers opplevelse av et fenomen. Det er en fleksibel måte å innhente data, som tillater at man går i dybden dersom noe er uklart eller om det dukker opp noe interessant. Videre er intervju en situasjon som tillater informanter å uttrykke seg på flere måter (Postholm & Jacobsen, 2018). Muntlig tale vil være mest sentralt i et intervju, men det er i tillegg mulig å registrere nonverbal kommunikasjon som kroppsspråk, tegning og skrivning. Tjora (2021, s. 128) påstår derfor at intervju egner seg til å fange opp menneskers oppfatninger og erfaringer. Denne studien søker å finne hva lærere trekker frem som sentralt i arbeid med MPP i undervisningen og det er lærernes oppfatninger og erfaringer som ansees som kunnskapen. Intervju ble derfor valgt for å innhente data.

Skal man gjennomføre intervju, er det flere valg som må tas. To vurderinger som har blitt gjort i denne studien, er at intervjuene skal gjennomføres en-til-en og at de skal gjennomføres semistrukturert. I følge Johannessen et.al (2016, s. 146) egner det seg best å gjennomføre intervjuer en-til-en dersom man ønsker en fyldig og detaljert beskrivelse av deltagerens meninger, erfaringer og refleksjoner. Dette er årsaken til at jeg har valgt en-til-en. Jeg ønsker å la deltagerne utdype egne tanker uten stress og påvirkning av andre deltagere. Grunngevingen for at det blir benyttet semistrukturerte intervjuer er at denne formen har som hensikt at respondenten skal reflektere over egne erfaringer, opplevelser og meninger knyttet til et tema (Tjora, 2021, s. 128). Spørsmålene som ønskes avdekket er beskrevet i en intervjuguide på forhånd. Rekkefølgen på spørsmålene kan alterneres ut fra hvordan respondenten svarer. Dette sikrer flyt i dialogen og at respondenten kan fullføre tankerekker som måtte oppstå. Flexibilitet fra intervjueren er avgjørende slik at respondentens forutsetninger blir hensyntatt og at nye temaer kan dukke opp underveis (Thagaard, 2018). Ettersom det ikke var gitt hva slags erfaring og tanker deltagerne i denne studien hadde på forhånd, var det viktig at det var mulig å være fleksibel underveis i intervjuet og at rekkefølge og hovedfokus kunne tilpasses underveis.

Det som kommer frem i et intervju må dokumenteres og kan gjøres på ulike måter. Man kan ta skriftlige notater, ta lydopptak av samtalen eller lage en videoinnspilling av samtalen. I denne studien har intervjuene blitt dokumentet med lydopptak, samt enkelte notater

underveis. Opptak av intervju er underlagt krav fra NSD, Norsk senter for forskningsdata, for å ivareta deltagerens personvern og anonymitet. Kravene er strengere for videoinnspilling enn for lydopptak. Selv om videoinnspilling vil gi en mer fullstendig dokumentasjon av både verbal og nonverbal kommunikasjon, har jeg valgt lydinnspilling. Tema som deltagerne blir bedt om å uttale seg om er lite kontroversielle. Det kan derfor forventes at nonverbal kommunikasjon ikke blir avgjørende for å tolke meningsinnholdet. Dette, i tillegg til krav fra NSD knyttet til videoinnspilling, ledet til avgjørelsen om kun å ha lydinnspilling. Bruk av notater av nonverbal kommunikasjon, i tillegg til lydinnspilling, vil kunne kompensere for mangler som lydinnspilling har i forhold til videoinnspilling (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 205). Transkriberingen av lydopptakene ble gjennomført innen et par dager etter intervjuene for å sikre at så lite som mulig av budskapet skulle forsvinne fra hukommelsen.

### 3.4.1 Informanter og utvalgsstrategi

I kvalitative studier er det vanlig å velge ut informanter som har erfaring med fenomenet som skal studeres. Derfor kan det være gunstig å ikke bruke tilfeldig utvalg av informanter i kvalitative studier (Johannessen et al., 2016, s. 116–117). I denne studien har informantene ikke blitt valgt tilfeldig, men valgt ut fra enkelte kriterier. Kriteriene er at de skal undervise i matematikk på ungdomstrinnet, at de har undervisningskompetanse i matematikk og at de har noen års erfaring fra arbeid på ungdomstrinnet. Disse kriteriene ble valgt for å øke sjansene for at informantene skulle ha erfaring med bruk av mathematical problem posing i egen undervisningspraksis. Jo lengre de har jobbet, jo større er sjansen for at de har opplevd indre eller ytre motivasjon for å teste ut MPP i egen undervisning. Videre vil lengre fartstid i skolen øke sjansen for at de har merket behovet for å ta med MPP i undervisningen ettersom den nye læreplanen legger opp til dette. Ingen av informantene hadde spesifikk kunnskap om MPP som metode, men viste at de hadde erfaring gjennom bruk av elementer innen MPP.

Ettersom jeg jobber i Osloskolen og har jobbet her i 15 år, så benytte jeg meg av mitt profesjonelle nettverk for å rekruttere informanter. Tre informanter ble rekruttert gjennom kontakter i skoleverket, mens en ble rekruttert gjennom et bekjentskap utenfor skoleverket. Utvalget består av tre mannlige lærere og en kvinnelig. Alle fire jobber på ulike ungdomstrinn

i Osloskolen og skolene er spredt geografisk. At alle jobber ved ulike skoler og på ulike plasser i byen er gjort med hensikt slik at lærere med variert elevgrunnlag kunne bli representert.

Informant 1 ble rekruttert gjennom ledelsen på sin egen skole. Skolen er en skole med elever fra 1.-10. trinn og informanten jobber kun på ungdomstrinnet. Skolen fremhever i sin strategiske plan at de jobber med elevenes mestringsfølelse, variasjon i undervisningen og at de ser på elevene som resurser i dialogbasert undervisning. Informanten er adjunkt med tillegg og har flere studiepoeng enn det som kreves. Vedkommende har 23 års erfaring fra undervisning i skolen. Vedkommende har erfaring med MPP på grunn av gjennomføring av muntlig og prøvemuntlig eksamen. Det fremheves også hvordan elevene blir gitt roller hvor de skal stille hverandre kritiske spørsmål i læringspar. Videre har det blitt gitt oppgaver innen MPP, både fritt og semistrukturert. Det er ingen relasjon mellom meg som forsker og informanten.

Informant 2 ble rekruttert via en tidligere kollega som nå jobber på vedkommende sin skole. Skolen er en ren ungdomsskole og har det største flerkulturelle innslaget av alle de representerte skolene. Skolen har i sin strategiske plan fokus på at elevenes mestring leder til at utdanningen føles relevant og økt motivasjon hos elevene. Videre er det fokus på variasjon i undervisningsmetoder og at læring ses på som en sosial prosess. Vedkommende er adjunkt med tillegg og har 23 års erfaring fra undervisning i ungdomsskole. Det trekkes frem at muntlig eksamen i matematikk oppleves som en semistrukturert oppgave innen MPP. Det har blitt benyttet mange former for prosjektarbeid som innbefatter MPP. Videre har vedkommende jobbet med å la elever undersøke problemløsning gjennom å endre parametere i oppgaver, finne problemstillinger fra både grafer og regnestykker. Det er ingen relasjon mellom meg som forsker og informanten.

Informant 3 ble rekruttert gjennom ledelsen på vedkommende sin skole. Skolen er en ren ungdomsskole og har ifølge strategisk plan fokus på individuell tilpassing, aktive elever og utstrakt bruk av læringspar. Vedkommende er lektor med tillegg og har en master i matematikdidaktikk. Arbeidserfaring med undervisning i skolen strekker seg over 12 år. Vedkommende trekker frem muntlig eksamen i matematikk som erfaring innen MPP. Videre har det vært flere prosjektarbeid der MPP er naturlige steg i prosessen. Elevene har også blitt bedt om å finne historier som kan skjule seg bak diagrammer. I tillegg trekker vedkommende

frem at elevene blir bedt om å sette opp hypoteser i matematikk og ser på dette som MPP. Det er ingen relasjon mellom meg som forsker og informanten.

Informant nummer 4 jobber på min egen skole, men er ny på skolen og ble rekruttert gjennom direkte kontakt. Ettersom vedkommende er ny på skolen og intervjuet ble gjennomført tidlig på året, var det nærmest ingen relasjon mellom oss, både personlig og profesjonelt. Dette var en forutsetning for at intervjuet kunne gjennomføres og at intervjuet kunne bli gjennomført på lik linje med intervjuene av informant 1-3. Skolen fremhever elevinvolvering og samarbeid som del av sin strategiske plan. Vedkommende er lektor og har 3 års undervisningserfaring i skolen fra en annen landsdel. Vedkommende fremhever erfaring med ulike typer åpne og rike oppgaver hvor MPP inngår som del av prosessen. I tillegg trekkes det frem arbeid med prosjekter i matematikk og hvordan samtaler i mindre grupper har lagt til rette for MPP.

Informantene i studien har derfor erfaring fra ulike elevgrupper og ulike geografiske steder i landet. Samtlige informanter uttrykker å ha tidligere erfaring med både fri og semistrukturert MPP gjennom prosjektarbeid. Noen har også vært innom andre former for semistrukturerte MPP-oppgaver. Eksempler er å finne historier bak diagram og regnestykker, samt gjennomføring av prøvemuntlig og/eller muntlig eksamen i matematikk. En informant beskriver at elevene har laget et antall oppgaver til hverandre uten andre betingelser enn at de skal kunne løses. Dette vil kunne kategoriseres som fri MPP. En annen informant trekker frem at de har jobbet med å endre parametere i oppgaver. De undersøke så hvordan dette påvirker svaret eller om dette fører til nye muligheter for problemstillinger. Dette vil kategoriseres som strukturert MPP.

### 3.4.2 Utforming av intervjuguide

Et intervju er ikke det samme som en uformell samtale mellom to parter. Suksess i datainnsamlingen betinger derfor at forskeren har gjort et godt forarbeid (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 34). Før intervjuene må en intervjuguide utarbeides. Denne skal sikre at tema som er i fokus blir belyst i alle intervju (Johannessen et al., 2016, s. 149) , men er ikke bindende (Tjora, 2021, s. 167). I tillegg vil en intervjuguide sikre at samtlige spørsmål blir stilt på samme måte til alle informantene slik at deres respons kan sammenlignes på riktig grunnlag (Johannessen et al., 2016, s. 148).

I denne studien ble en intervjuguide utarbeidet før intervjuene startet (se vedlegg 2). Intervjuet ble delt inn i 3 deler. Hver del ble innledet med at informantene fikk tid til å tenke seg om og reflektere før selve samtalen startet. Tid til refleksjon ble lagt inn ettersom det ikke var gitt at informantene var kjent med den semistrukturerte oppgavetyper innen MPP. Denne tiden sikret derfor at svarene ble fyldigere og mer gjennomtenkt enn om informantene skulle svare uten refleksjonstid.

Første del av intervjuet ble innledet ved at informantene fikk sette seg inn i en semistrukturert oppgave innen MPP. Det ble lagt inn 20 minutter for informantene til å sette seg inn i oppgaven. Informantene fikk i tillegg vite hva spørsmålene kom til å bli. Hensikten med å gi dem spørsmålene var at de kunne starte å danne seg noen refleksjoner mens de satte seg inn i oppgaven. Første spørsmål var litt på siden av temaet MPP, men sentralt i forhold til hva slags problemstillinger eleven blir bedt om å lage i oppgaven, nemlig begrepene *modellering* og *anvendelse*. Videre ble ikke begrepet MPP brukt i spørsmålsstillingen ettersom det ble lagt til grunn at dette var et nytt begrep for lærere i norsk skole. Spørsmålene gikk heller på hva slags ferdigheter elevene trenger for å mestre den semistrukturerte oppgaven de ble presentert for. Videre ble de også spurt om hvordan de ville legge opp undervisningen for å hjelpe elevene til å mestre oppgavetyper og hvordan de ville ha vurdert besvarelser på oppgavetyper.

De to neste delene av intervjuet ble utformet på samme måte som første del. Begge delene hadde kun et spørsmål som informantene fikk 5 minutter til å reflektere over før de svarte. Spørsmålene hadde som hensikt å kartlegge hva informantene ville fremheve som fordeler og ulemper ved å anvende MPP i egen undervisning. Avslutningsvis ble det kartlagt hva slags utdanning og arbeidserfaring informantene hadde. Denne informasjonen kunne bli brukt til å se eventuelle mønstre mellom svarene og fartstid i skolen. Ettersom det kun var 4 informanter, var det dog lite trolig at et slikt mønster ville utkrystallisere seg.

Ettersom datainnsamlingen tok form som et semistrukturert intervju, var det mulig å ta tak i nye elementer som informantene tok opp underveis. Eksempelvis tok første informant opp en kobling mellom MPP og elevenes matematiske utholdenhet. Dette ble drøftet i intervjuet og tatt med i de kommende intervjuene. En del oppfølgingsspørsmål ble tenkt gjennom på forhånd. Eksempel på dette var oppfølgingsspørsmål om erfaring knyttet til bruk av MPP i egen praksis.



Opggaven som ble brukt som grunnlag for intervjuet, er vist i bilde 2.

## Oppgave 10

Anne er 15 år, og ønsker å ta førerkort for moped.  
Hun skal kjøpe moped når hun blir 16 år.  
Hun planlegger å selge den når hun blir 18 år.

Følgende er obligatorisk opplæring når du skal ta førerkort for moped:

Grunnkurs moped – 3 timer	1000,-
Trinnvurdering trinn 2	700,-
Sikkerhetskurs trafikk – 4 timer	2040,-
Trinnvurdering trinn 3	700,-
Sikkerhetskurs vei – 4 timer	2040,-

Samlet pris: All obligatorisk opplæring + 3 kjøretimer: kr. 8800,-

Gebyr førerkort moped:

Gebyr teoriprøve	660,-
Gebyr utstedelse av førerkort	310,-
Fakturagebyr	65,-



Legg til favoritt



Peugeot Speedfight 4 Pure

Pris  
16 000 kr

Mopeden bruker ca. 1/3 L bensin per mil.

Anne bor 2 km fra skolen og fra fotballbanen.

Anne har liten erfaring med moped, så hun trenger trolig flere kjøretimer.

Verditapet til en ny moped er 25–30 % det første året, 20 % det andre året og så 10 % per år.

En liter bensin koster ca. 15 kr.

Forsikring for mopeden koster 125 kr per måned.

**Bruk informasjonen ovenfor til å vise din kompetanse innen modellering og anvendelse.**

Bilde 2: Oppgave brukt som grunnlag til samtale i forskningsintervjuene

(Utdanningsdirektoratet, 2022)

Denne oppgaven ber elevene om å ta utgangspunkt i situasjonen knyttet til å ta førerkort for moped og bruk av moped. Elevene står ikke fritt til å lage problemstillinger som skal løses her,

men de blir bedt om å lage problemstillinger som gjør at de får vist kompetanse innen kjerneelementene modellering og anvendelse. Det er denne presiseringen som gjør oppgaven til en semistrukturert oppgave innen MPP. I følge Stoyanova (1998, s. 174) sin kategorisering av MPP som fri, semistrukturert eller strukturert, er det lite som skiller fri og semistrukturert MPP ettersom begge tar utgangspunkt i at elevene skal lage problemstillinger knyttet til situasjoner. Det som gjør denne oppgaven semistrukturert er punkter:

1. Elevene blir bedt om å ta utgangspunkt i bilder, tabeller og utsagn.
2. Oppgaven bygger på kunnskaper eleven allerede kan
3. De skal vise ferdigheter innen et begrenset kunnskapsområde; modellering og anvendelse.

### 3.4.3 Pilotintervju

Det er en fordel å gjennomføre pilotintervju før datainnsamling for å teste hvorvidt spørsmålene fungerer for å samle inn ønskede data (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 132). Det ble gjennomført et pilotintervju noen uker før datainnsamlingen startet. En kollega på egen skole, som innfridde kravene til å delta i datainnsamlingen, sa seg villig til å delta i pilotintervjuet. Intervjuet ble gjennomført så realistisk som mulig. Det vil si at intervjuet ble gjennomført med samme tiltenkte varighet som i den reelle datainnsamlingen og det ble spilt inn en lydfil. Lydfilen ble i tillegg transkribert for å øve på denne prosessen og for å sjekke om lyd kvaliteten var god nok.

Den opprinnelige intervjuguiden inneholdt en serie med spørsmål som ledet intervjuet gjennom et tenkt teoretisk rammeverk steg for steg. Det tiltenkte rammeverket var Singer, Ellerton og Cai (2013) sine to første kategorier om hvordan MPP kommer til uttrykk i klasserommet, nemlig timing og frihetsgrader. Deretter gikk intervjuet over til å snakke om den semistrukturerte oppgaven som ble brukt i datainnsamlingen senere (Se vedlegg 2). Intervjuet ble avsluttet med en gjennomgang av Li et.al (2020) sine funn rundt læreres syn på fordeler og utfordringer knyttet til implementering av MPP i egen undervisningspraksis. Her ble informanten bedt om å skalere hvor enig vedkommende var med påstander knyttet til disse funnene.

Det ble gjort en del erfaringer i pilotintervjuet som gjorde at intervjuguiden ble endret. For det første inneholdt intervjuguiden få spørsmål som gav et godt grunnlag for refleksjon. Det var kun en serie med spørsmål som gav liten tid til refleksjon. I følge Tjora (2021, s. 160) er kjernen i intervjuer gode refleksjonsspørsmål, så det ble naturlig å gjøre endringer i intervjuguiden. I tillegg hadde intervjuet til hensikt å kartlegge læreres syn på samtlige aspekter ved MPP. Dette bidro til at det ble mange spørsmål og liten tid til refleksjon. Det ble bestemt at intervjuguiden skulle ha færre spørsmål og heller fokusere på åpen refleksjon rundt semistrukturert MPP. Intervjuguiden gav derfor et bedre grunnlag for en induktiv prosess i analysen etterpå. Videre kom det frem at MPP er et begrep som ikke er godt forankret i læreres hverdag. Mange svar dreide seg lite om å la elevene øve seg på å lage problemstillinger, men mer om problemløsning og læreres evne til å komme opp med gode problemstillinger. Dette er i seg selv et område som studeres i forbindelse med MPP, men er ikke i fokus i denne studien. En mer åpen intervjuguide gjorde det lettere å lede informantene inn på riktig spor i sine svar og holde søkelyset på elevenes evne til å komme opp med problemstillinger. I sum førte disse erfaringene til at intervjuguiden ble forenklet og det ble lagt inn tid til refleksjon.

Andre nyttige erfaringer ble også hensyntatt i prosessen videre. For det første kom det frem at det var viktig for datainnsamlingen at relasjonen mellom intervjuer og informant ikke kunne være for nær. Ettersom pilotintervjuet ble gjort med en kollega, var vår hverdagslige praksis i klasserommene farget av hverandre og en del ting kunne forventes å bli forstått mellom linjene. Dette opplevdes ikke heldig for kvaliteten av innsamlede data. Videre fikk man trene på å stille oppfølgingsspørsmål. Både innhold og formuleringen ble forbedret gjennom denne prosessen.

#### 3.4.4 Gjennomføring av intervjuene

Det er intervjuerens ansvar å skape en trygg atmosfære. Det gjør at informantene er bekvemme med å dele personlige erfaringer og tanker (Tjora, 2021, s. 165). Tid og sted for intervju ble tilpasset informantenes behov. Det endte med at alle intervjuer ble gjennomført på deres respektive skoler i tidsrom hvor de selv mente det ikke ble stressende. I forkant av

intervjuene var det et par av informantene som stilte spørsmål om prosjektet. De fikk svar på epost.

Intervjuene startet med en kort introduksjon og en gjennomgang av hvordan intervjuet ville foregå. Dette innebar å snakke om tiden som var satt av til refleksjon og hva som kom til å bli notert ned underveis. Notater underveis ble gjort for å fange opp ting som ikke kom med på lydfil, slik som gester og om utsagn ble sagt med «glimt i øyet». Å informere deltagerne i et intervju om hva slags notater som blir tatt underveis er viktig. Dersom dette ikke er informert om på forhånd, kan deltagerne tro at det som blir sagt mens det noteres er viktig og det som sies når det ikke noteres er uviktig. Dette kan påvirke hva som blir sagt i et intervju (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 133).

Hvorvidt deltagerne benyttet seg av tiden til refleksjon eller ikke varierte. Noe brukte alle minuttene og noterte underveis, mens noen hadde vært borti oppgaven tidligere og bad om å begynne samtalen umiddelbart. Alle informantene hadde reflektert rundt oppgaven, enten før eller underveis i intervjuet. En del oppfølgingsspørsmål gikk ut på å få informantene til å utdype og reflektere mer rundt sine utsagn. Innimellom dukket det opp interessante ting som var verdt å følge opp før man returnerte til hovedstrukturen i intervjuet.

### 3.4.5 Transkribering av intervjuene

Transkriberingen av lydopptakene ble gjort kort tid etter hvert intervju for å sikre at informantenes utsagn ble fanget opp og dokumentert på en autentisk måte. Særlig var dette viktig med tanke på å få skriftlige notater inn på riktig plass i intervjuet. Transkriberingen ble gjort ordrett selv om dette medførte mye muntlig språk og komplisert setningsstruktur. Dette ble gjort for å fange opp nyanser i utsagnene som kunne skjule seg i innskutte og ufullstendige setninger. Videre ble ytterligere nyanser fanget opp ved at skriftlige notater ble ført inn i transkriberingen i parenteser knyttet til viktige gester som peking og tegning.

### 3.5 Analytisk tilnærming

Etter et kvalitativt forskningsintervju vil data foreligge som transkriberte intervjuer. Dette datamaterialet må deretter studeres og analyseres for å finne hva som beskriver datasettet best. En slik gjennomgang kalles en innholdsanalyse og kan ses på som en teknikk for å hente ut latent og manifest innhold i det skriftlige materialet (Graneheim et al., 2017, s. 31). Manifest innhold er meningsinnhold som står spesifisert i teksten, mens latent innhold er meningsinnhold som kommer frem gjennom tolking av teksten. Videre er analysen av meningsinnhold i en fenomenologisk studie ute etter å finne en dypere mening i informantenes erfaringer (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 99–100). Dette betyr at man må lese datamaterialet fortolkende og lete etter både manifest og latent innhold.

Innholdsanalyse kan gjennomføres på ulike måter. Valg av metode avhenger av i hvilken grad studien er induktiv eller deduktiv. I denne studien vil datamaterialet analyseres gjennom at informasjon kategoriseres induktivt. Informantene kan dra svarene på spørsmålene i ulike retninger og tolke spørsmålene ulikt. Dette er ønskelig ettersom studien søker å finne hva lærere mener om en metode som ikke er direkte kjent for dem. Informantenes svar kan derfor ikke kategoriseres på forhånd, men heller i etterkant. Innholdsanalysen vil falle inn under konvensjonell innholdsanalyse (Fauskanger & Mosvold, 2015, s. 81; Hsieh & Shannon, 2005, s. 1279). Det er likheter mellom konvensjonell innholdsanalyse og «grounded theory» da begge er induktive metoder (Fauskanger & Mosvold, 2015, s. 82). Forskjellen ligger i hvor langt man kan trekke konklusjonene. I «grounded theory», er målet å utvikle generelle lover, mens i konvensjonell innholdsanalyse er man ute etter et mulig svar på et spørsmål eller å bidra til å utvikle et konsept eller en modell (Hsieh & Shannon, 2005, s. 1281). Ettersom analysen av data fra denne studien hører inn under konvensjonell analyse, vil målet være å bidra til utvikling av kunnskapen rundt konseptet mathematical problem posing, men ikke utvikle en ny teori.

Konvensjonell analyse kan gjennomføres på mange måter (Cohen et al., 2018, s. 676; Fauskanger & Mosvold, 2015, s. 86–87), men en forenklet versjon av innholdsanalyse er foreslått av Malterud (2011, s. 96–110). Metoden kalles systematisk tekstkondensering og kan brukes induktivt på et datamateriale. Innholdsanalysen blir delt inn i fire steg:

1. Helhetsinntrykk
2. Meningsbærende enheter
3. Kondensering
4. Sammenfatning

I denne analysen kommer systematisk tekstkondensering til å bli benyttet. De fire neste avsnittene vil beskrive metoden og hvordan den har blitt brukt i denne analysen.

### 3.5.1 Steg 1: Helhetsinntrykk og sentrale tema

Første steg i den systematiske tekstkondenseringen er å skaffe seg et helhetsinntrykk av det som ble kommunisert i hvert intervju (Malterud, 2011, s. 98–100). Dette gjøres ved å lese gjennom materialet i sin helhet og lete etter sentrale temaer som virker interessante for problemstillingen. I denne fasen er det viktig som forsker å være bevisst sin egen livsverden, sine forkunnskaper og fordommer slik at man kan forsøke å legge disse til side. Videre bør man tenke gjennom sin posisjonalitet i forhold til de man studerer. På denne måten får man som forsker det mest sannferdige bilde av deltagerens opplevelse av fenomenet uten at det er filtrert gjennom lag av forskerens erfaringer. Min posisjonalitet blir diskutert i avsnitt 3.7.1. De initiale temaer som plukkes ut er ofte ikke endelige og kan endre på seg ettersom man tolker og bearbeider datamaterialet. Dette følger som en naturlig konsekvens av at analysen blir gjort induktivt. Enkelte steg i prosessen må derfor gjentas inntil analysen gir et tilfredsstillende svar på problemstillingen.

Hensikten med steg en er å ende opp med hovedtema fra intervjuene som kan kaste lys over problemstillingen. I denne studien ble første steg gjennomført tre ganger før endelige hovedtema ble etablert. Hele prosessen, det vil si intervju, transkripsjon og analyse, ble gjort av samme person. Ideer rundt innhold og temaer danner seg derfor allerede i intervjusituasjonen og i transkripsjonsprosessen. Ettersom man er konsentrert om å stille de riktige spørsmålene i intervjuet og vokabularet i transkripsjonen, vil dette gi et ufullstendig

helhetsinntrykk. Transkripsjonene ble derfor lest gjennom i sin helhet. Etter første gjennomlesning var det tre temaer som sto frem som interessante:

1. (MOD) Lærernes oppfatning av begrepet modellering
2. (ANV) Lærernes oppfatning av begrepet anvendelse
3. (MPP) Lærernes tanker rundt MPP.

Ved nærmere ettertanke ble de to første temaene vurdert til å være på siden av problemstillingen og lite relevante i denne sammenheng. Selv om temaene var interessante i seg selv, ble de tatt bort fra analysen.

Transkripsjonene ble lest gjennom enda en gang og det ble satt fokus på ytringer som kunne knyttes til mathematical problem posing. Ved å gå gjennom tekstelementene markert med [MPP], utkrystalliserte det seg deretter syv nye temaer som alle var knyttet til problemstillingen. Analysen gikk derfor videre med følgende temaer:

1. [FER] Ferdigheter elevene trenger for å jobbe med semistrukturert MPP
2. [UND] Undervisning som trener elevene på ferdighetene de trenger
3. [ERF] Erfaringer deltageren har gjort seg med aktiviteter inn MPP i eget klasserom
4. [FOR] Fordeler for elevenes faglige utvikling ved bruk av MPP
5. [UTF] Utfordringer knyttet til bruk av MPP
6. [HOM] Elevers holdning til faget og motivasjon i faget ved bruk av MPP
7. [VUR] Vurdering av elevarbeid knyttet til bruk av MPP

Etter å ha brukt disse syv temaene videre i de neste analysestegene, ble det besluttet at det var behov for nye hovedtema. Årsakene til dette var flere. For det første ble det besluttet at uttalelser knyttet til erfaring rundt bruk av MPP skulle plasseres i delkapittel 3.4.1 der informantene presenteres. Tema tre ble derfor ikke ansett som resultat, men som bakgrunnsinformasjon om informantene og fjernet fra analysen. En annen årsak til at nye hovedtema ble etablert var at meningsinnholdet i de resterende seks temaene kunne organiseres i større tematiske bolker. Eksempelvis ble både tema fire (FOR) og tema seks (HOM) ansett for å handle om hensikt med bruk av MPP i undervisningen. Disse ble derfor slått sammen til et hovedtema. Videre ble tema en (FER) og tema to (UND) begge ansett for å handle om forutsetninger for å lykkes med bruk av MPP. Disse ble også slått sammen til et hovedtema. Tema fem (UTF) ble beholdt som eget hovedtema, men innholdet ble ansett til å

dreie seg om hvorfor MPP ikke blir mer brukt i undervisning. Derfor ble beskrivelsen av hovedtemaet endret fra utfordringer til hindringer. Tema syv (VUR) kunne da splittes opp og fordels i de nye hovedtemaene.

Denne prosessen resulterte i 3 hovedtema som strakte seg på tvers av spørsmålene i intervjuet. Videre ville disse tre hovedtemaene egne seg bedre til å besvare problemstillingen i studien. Etter å ha gjort dette steget tre ganger, ble analysen gjort ferdig med følgende tre hovedtema:

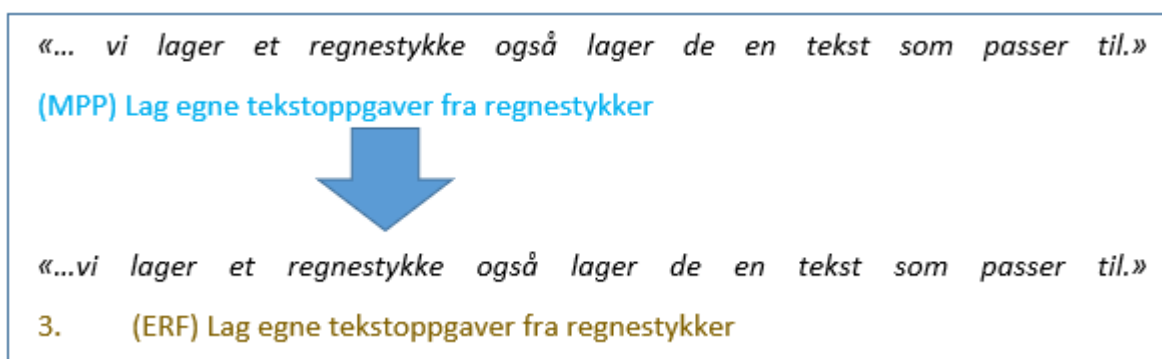
1. Hensikt med bruk av mathematical problem posing.
2. Forutsetninger for å utnytte potensialet mathematical problem posing gir.
3. Hindringer for å drive med mathematical problem posing.

### 3.5.2 Steg 2: Meningsbærende enheter, koder og kategorier

I denne fasen av analysen er målet å få hentet ut meningsbærende enheter og få organisert dem for videre analyse (Malterud, 2011, s. 100–104). En meningsbærende enhet er et tekstelement som sier noe om deltagerens tanker rundt fenomenet og som er relevant for problemstillingen. Tekstelementene kan være alt fra enkelte ord til lengre utdrag av teksten. Disse tekstelementene er de meningsbærende enhetene og markeres med en kode. Prosessen med å identifisere meningsbærende enheter kalles derfor koding. Koding kan sees på som et verktøy for å påvise og organisere de delene av teksten som er relevant og som avdekker deltagerens tanker rundt fenomenet. Ved hjelp av kodene kan de meningsbærende enhetene plasseres under korrekt hovedtemaet. Etter en slik organisering vil hvert hovedtema ha en mengde med meningsbærende enheter. Analysen kan da gå videre med et redusert og mer oversiktlig tekstmateriale. De meningsbærende enhetene som bygger opp hovedtemaene kan nå organiseres i kategorier under hvert hovedtema. Disse kategoriene kan fremkomme deduktivt eller induktivt. Dette betyr om kategoriene er styrt av teori eller av datamaterialet. Man danner seg på denne måten et bilde av hovedelementer som bygger opp hvert tema. I denne prosessen vil man kunne begynne å se at noen kategorier kan slås sammen til en kategori. Man kan også oppdage at en kategori kan plasseres inn under en annen eller at en kategori ikke har nok meningsbærende enheter til å være betydningsfull. Koding er med andre ord ikke løserevet fra selve analysen, men en viktig bestanddel av den.



Steg to ble i denne analysen gjennomført to ganger. Ved første gjennomgang var allerede relevante tekstelementer i transkripsjonene kodet med (MPP) fra første gjennomgang av steg en. Disse markeringene ble derfor byttet ut med en av de syv opprinnelige hovedtemaene. En slik utbytting vises i bilde 3. Da alle relevante meningsbærende enheter var kodet ble de samlet i syv ulike tabeller, en tabell for hvert hovedtema. I hver tabell var det fem kolonner. En kolonne for hver informant og en tom kolonne. Den tomme kolonnen var satt av for å skrive inn forslag til kategorisering av meningsbærende enheter under hvert hovedtema. Meningsbærende enheter som uttrykte liknende meninger og tanker ble så samlet i rader. Disse samlingene av meningsbærende enheter utgjorde da kategoriene som bygde opp hvert hovedtema. I den tomme kolonnen kunne man formulere en tittel til hver kategori. Titlene oppsummerte hva de meningsbærende enhetene uttrykte og relaterte dem til problemstillingen. Etter dette ble det enklere å se tendenser i hva informantene fremhevet. En del meningsbærende elementer ble vanskelige å gruppere. Disse ble plassert i en gruppe for seg selv. Enheter fra denne gruppen ble vurdert etter relevans og enten beholdt eller forkastet.

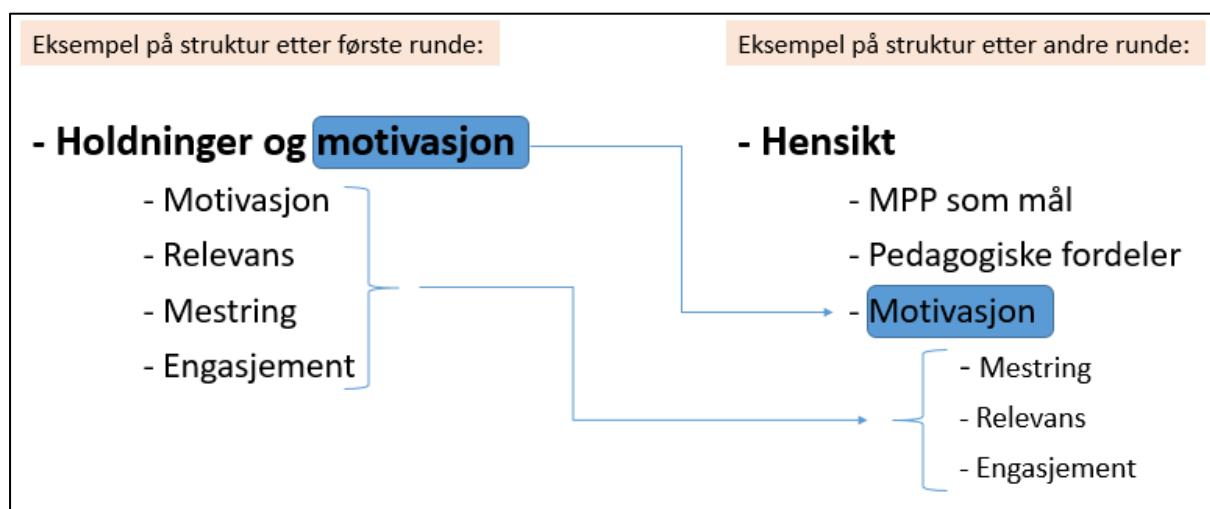


Bilde 3: Eksempel på hvordan koder ble byttet ut ved første gjennomgang av steg to.

Som beskrevet i steg en ble koding og analyse gjennomført som en induktiv prosess. Ettersom det ble innført nye hovedtema etter tredje gjennomgang av steg en, ble det også behov for å gjøre endringer i organiseringen av kategoriene. Steg to ble gjennomført på nytt med de tre nye hovedtemaene: «hensikt», «forutsetninger» og «hindringer». Det ble identifisert tre kategorier til hvert hovedtema. Meningsbærende enheter som var relevante for problemstillingen var allerede sortert i tabeller etter første gjennomgang av steget. Disse ble nå organisert på nytt under de nye hovedtemaene og videre plassert under de nye kategoriene. Det viste seg å være sprikende meningsinnhold innad i kategoriene, så

meningsbærende enheter ble sortert i undergrupper i hver kategori. Hver undergruppe fikk en tittel som relaterte meningsinnholdet i undergruppen til problemstillingen.

Omorganiseringen i siste runde av steg to innebar flere typer endringer. Eksempelvis ble noen av de syv opprinnelige temaene gjort om til kategorier under større hovedtema. Flere kategorier fra første runde ble gjort om til undergrupper i andre runde. Det ble også innført nye kategorier som hentet meningsbærende enheter på tvers av spørsmålene i intervjuet. I bilde 4 vises et eksempel på endringer som ble gjort mellom de to rundene i steg to. Der vises hvordan hovedtema ble til kategori og hvordan kategorier ble til undergrupper.



Bilde 4: Eksempler på omorganisering mellom første og andre gjennomgang av steg to

### 3.5.3 Steg 3: Kondensering

I denne fasen er hensikten å hente ut meningsinnholdet i de etablerte kategoriene. Prosessen starter med å rydde opp i både kategorier og tema etter steg 2. Årsaken til at man rydder er at det kan fremkomme ny systematikk etter første sortering i steg 2. Noen kategorier kan inneholde mange meningsbærende enheter mens andre kan inneholde få. Dersom noen kategorier inneholder veldig få meningsbærende enheter, så kan man vurdere å overse denne kategorien. Alternativt kan man se om det er mulig å slå sammen kategorier. Noen kategorier kan inneholde meningsbærende enheter som er så sterkt beslektede at man kan slå kategoriene sammen til en kategori. Det er også mulig å innordne en kategori som en undergruppe i en annen kategori. Dette leder oss inn på en ytterligere mulig opprydding.

Dersom en kategori inneholder meningsbærende enheter som kan grupperes videre, så kan man organisere dem i undergrupper.

Kondenseringen innebærer ikke bare opprydding i kategorier og hovedtemaer, men også å hente ut essensen av hver kategori. Dette gjøres ved å lage det som kalles for kondensater. Et kondensat er et kunstig sitat som oppsummerer meningsinnholdet i en kategori. Alle kategorier skal derfor gis et slikt kondensat som henter ut essensen av meningsinnholdet i denne kategorien. Videre kan man også velge ut det Malterud (2011, s. 105–107) kaller for et gullsitat til hver kategori. Et gullsitat er et reelt sitat fra datamaterialet som representerer kategorien best mulig. Etter endt prosess ender man opp med ryddige kategorier med tilhørende kondensater og gullsitater.

Steg tre ble gjennomført to ganger på samme måte som steg to. I det følgende beskrives kun hva som ble gjort i andre gjennomføring av steg tre. Begrunnelsen for å kun beskrive siste gjennomføring av steg tre, er at de to gjennomføringene i prinsippet var like, kun med ulike hovedtema og kategorier. Utarbeiding av disse ble beskrevet i avsnitt 3.5.2. Steg tre startet med at enkelte meningsbærende enheter ble flyttet på etter nærmere undersøkelse av meningsinnholdet. Nyanser som ble oppdaget i dette steget kunne være at enkelte tekstelementer ble kodet med samme kode, men måtte plasseres i ulike tema på grunn av meningsinnhold. Eksempel på dette er at informantene nevner matematisk utholdenhet både som en forutsetning og en utfordring. Her måtte meningsbærende enheter studeres nøye og plasseres korrekt under hovedtemaene «hindringer» eller «forutsetninger». Videre ble også matematisk utholdenhet nevnt som noe som kan utvikles gjennom deltagelse i MPP. Derfor måtte også noen meningsbærende enheter plasseres under hovedtemaet «hensikt».

Arbeidet med organiseringen av de meningsbærende enhetene ble gjort gjennom å skrive dem ut på klistrelapper. På tavler ble så de meningsbærende enhetene flyttet på slik at de dannet samlinger under kategoriene til hovedtemaene. Det ble på denne måten enkelt å flytte om på enhetene. Når prosessen var ferdig, kom det frem en tydelig og visuell oversikt over strukturen i informantenes utsagn.

Da alle meningsbærende enheter var plassert i korrekt undergruppe, kategori og hovedtema, kunne man begynne å utarbeide kondensater. Det ble utarbeidet kondensater både til hovedtema, kategorier og undergrupper. Hvert kondensat ble formulert som en setning som

oppsummerte meningsinnholdet i hvert hovedtema, hver kategori og i hver undergruppe. Det ble jobbet med reformulering av kondensater helt til setningen traff alle tilhørende meningsbærende enheter. Kondensatene ble senere brukt som overskrifter i kapittel 4: Presentasjon av funn. Det ble i tillegg plukket ut enkelte sitater fra transkripsjonen. Disse sitatene skulle representere meningsinnholdet i hver undergruppe med informantenes egen ord. Sitatene ble brukt som del av presentasjonen av hver undergruppe i kapittel 4.

#### 3.5.4 Steg 4: Sammenfatning, rekontekstualisering og kontroll av resultater

I dette steget skal informasjonen fra informantene sammenfattes. Man kan se på sammenfatningen som en oppsummering av informantenes uttalelser. Man tar da utgangspunkt i kondensatene og skriver et avsnitt i form av en analytisk tekst til hver av dem. Denne analytiske teksten skal gjenfortelle innholdet og sette kondensatet i forbindelse med problemstillingen. Dette kalles derfor for en rekontekstualisering. Det er viktig at den analytiske teksten presenterer informantenes beskrivelse på en gyldig og god måte ettersom disse tekstene skal ansees som resultater i prosjektet. Man kan også vurdere om sitater fra informantene kan tas med i teksten for å berike gjengivelsen av informantenes uttalelser. Det er derfor viktig at man analyserer validiteten til disse tekstene ved å sammenlikne med det transkriberte datamaterialet (Malterud, 2011, s. 107–110).

Dette steget ble, i motsetning til steg 1-3, gjort kun en gang. Steg fire startet med kontrollering av at de oppsummerende kondensatene var formulert på en slik måte at de kunne brukes som funn. Det innebar at de gjenspeilet meningsbærende enheter korrekt og at de pekte tilbake på problemstillingen. Hvert kondensat ble utdypet i en analytisk tekst som svarte på studiens problemstilling. Kondensatene ble brukt som overskrifter i resultatkapittelet og de analytiske tekstene ble brukt som utgangspunkt for tekstene i resultatkapittelet. Steg fire ble avsluttet ved at kondensater og analytiske tekster ble kontrollert opp mot transkripsjonene. Dette ble gjort for å sikre at informantenes uttalelser ble fanget korrekt opp og oppsummert sannferdig i analysen.

## 3.6 Oppgavens kvalitet

I dette delkapittelet vil oppgavens kvalitet bli drøftet. Ulike svake punkter vil bli løftet frem og det vil bli presentert hvilke grep som har blitt tatt for å forsøke å heve kvaliteten på oppgaven mest mulig.

### 3.6.1 Metodekritikk

Datainnhentingene foregikk gjennom intervju med lydopptak og skriftlige notater. En svakhet ved dette er at noe av kommunikasjonen skjer gjennom tonefall, ironi og nonverbal kommunikasjon. Det er derfor en utfordring å få fanget opp nyanser i deltagerens meninger uten videoopptak (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 205). For å bøte på dette ble tydelig og relevant nonverbal kommunikasjon notert underveis i intervjuet. Eksempler er at enkelte pekte og brukte tegninger for å forklare. Transkripsjonen av hvert intervju ble gjennomført så tidlig som mulig etter at intervjuet var avsluttet. Dette ble gjort for å sikre at stemning og ironi fortsatt var ferskt i minne. Der det var aktuelt, ble dette notert i parentes i transkripsjonen. Ved senere gjennomlesing av transkripsjonene var det derfor mulig å få med seg flere nyanser i deltagerens meninger og nonverbal kommunikasjon.

I denne studien legges det til grunn at lærere ikke kjenner til begrepet mathematical problem posing, men at de har erfaringer med ulike aspekter innenfor MPP og at de derfor har noen synspunkter knyttet til MPP. For at deltagerens grunnleggende og spontane synspunkter skulle komme frem, ble det derfor valgt å ikke sette deltagerne inn i temaet på forhånd. Samtidig var det ønskelig at de hadde en grunnleggende forståelse av oppgavetyper. Derfor ble en semistrukturert oppgave innen MPP brukt som grunnlag og referanse i intervjuet. De fikk anledning til å studere og reflektere rundt oppgaven på egenhånd i 20 minutter før intervjuet startet. Kun en deltager brukte tiden til refleksjon, mens resten mente de hadde et forhold til oppgavetyper og kunne starte intervjuet umiddelbart. Det ble derfor noe variasjon i hvordan deltagerne reflekterte rundt oppgavetyper før intervjuet startet.

Gjennomføringen av intervjuene ble gjort av en forsker med liten erfaring fra forskningsintervjuer. Mangel på erfaring kan føre til at man blir usikker og upresis i måten oppfølgingsspørsmål blir stilt. Det kan også hende at man er fornøyd med første svar som blir avgitt og ikke stiller relevante oppfølgingsspørsmål i det hele tatt (Dalland, 2017, s. 83). Det

er derfor en fare for at man ikke får frem det hele og fulle bildet av informantenes syn på tema. For å bøyte på dette ble det gjennomført et pilotintervju. I dette intervjuet kom det frem at det var en utfordring at MPP var et begrep som ikke var familiært for lærere. Svar dreide seg mer om problemløsning og ikke MPP. Derfor ble intervjuguiden i større grad formet til å handle om eksempeloppgaven og det ble tenkt gjennom formuleringer av oppfølgingsspørsmål som sikret at svarene i intervjuet var relevante for problemstillingen.

Analysen av innhentet datamateriale er gjennomført av en og samme person. Dette medfører en fare for at funn blir påvirket av forskerens egen førforståelse. Det er derfor en fordel i systematisk tekstkondensering, og i kvalitativ forskning generelt, at flere deltar i analysearbeidet (Malterud, 2011, s. 106). For å bøyte på dette er det viktig å være tydelig om sine egne forventninger til resultater. Dette er viktig både for å sikre oppgavens reliabilitet, men også for å bli mer bevisst på egne fordommer gjennom å skrive dem ut. Dette er blitt gjort både i innledningskapittelet og i metodekapittelet. Hvorvidt man som forsker klarer å fullstendig legge fra seg egne fordommer, er åpent for debatt (Johannessen et al., 2016, s. 232), men jeg har forsøkt å møte datamaterialet med et åpent sinn gjennom å være eksplisitt rundt egen forventning og være bevisst på dette gjennom hele prosessen.

Innføring av ny læreplan (LK20) ble gjennomført for 8. og 9. trinn høsten 2020, mens 10. trinn fikk avslutte sin skolegang med gammel læreplan (LK06). Dette vil si at da intervjuene ble gjennomført høsten 2022 hadde noen lærere operert med ny læreplan i 2 år, mens en del lærere hadde operert med ny læreplan i 1 år. Ettersom innføring av ny læreplan inspirerte meg til å tenke nytt rundt undervisning i matematikk, vil det kunne være variasjon i hvor lenge deltagende lærere har tenkt i retning av MPP. Dette kunne ha innvirkning på hvorvidt temaet har blitt reflektert rundt tidligere. Likevel antas det at denne forskjellen er liten ettersom alle deltagerne uttrykker at undervisningsmetoder i retning av MPP har blitt brukt i forbindelse med tidligere læreplan også.

### 3.6.2 Intern validitet

Intern validitet i kvalitative studier sier noe om hvorvidt metode og funn reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten (Johannessen et al., 2016, s. 232). Dette vil si at funn som blir gjort i studien må være relevante for problemstillingen og at metoden som er

brukt må sikre at funnene reflekterer informantenes faktiske syn på tema og derfor er gyldige. Funnene i denne studien dreier seg om hva informantene fremhever som sentralt i arbeid med MPP i undervisningen. Det som presenteres i resultatkapittelet handler om nettopp dette og resultatene er derfor relevante. Bruk av semistrukturert intervju sikret også at svarene informantene gav var relevante for problemstillingen. Når det gjelder resultatenes gyldighet må man vurdere om metoden som er brukt frembringer det som faktisk er informantene sitt syn på temaet. Systematisk tekstkondensering er en induktiv metode hvor kategorier utarbeides ut fra hva informantene uttrykker. På denne måten er det kategoriene som tilpasser seg informasjonen som kommer frem i intervjuene og ikke motsatt. Med dette mener jeg at gyldigheten øker gjennom at det er informantenes syn som er i sentrum i analysen, mens teoretisk grunnlaget ble brukt for å sette funn i perspektiv. Funn i denne studien vil derfor være relevante og gyldigheten sikret gjennom metoden som er brukt.

### 3.6.3 Ekstern validitet

Ekstern validitet handler om hvorvidt resultater fra en kvalitativ studie med et begrenset omfang kan overføres til flere situasjoner (Johannessen et al., 2016, s. 233). Med overføring menes her om resultatene kan generaliseres og derfor gjelde for et større utvalg. I denne studien er funnene forankret i teori og i funn fra tidligere studier. Dette indikerer at funnene kan generaliseres til å gjelde lærere generelt. Mange av funnene er for eksempel sammenfallende med studier gjort om læreres tanker om MPP fra andre land. Andre funn er forankret i andre teorier. Et eksempel er deres uttalelser om hvordan man kan bygge opp elevenes oppgaveforståelse og mestring. Dette sammenfaller med Bandura sin teori om mestringsforventning. Ettersom samtlige informanter nevner dette og det sammenfaller med eksisterende teori, kan man hevde at funnene kan generaliseres. På grunn av det begrensede utvalget er det avgjørende for den eksterne validiteten at funn kan forankres i eksisterende teorier og i funn fra tidligere studier. For at leseren av studien selv skal kunne avgjøre validiteten, er det sentralt at prosessen og utvalget av informanter er transparent lagt frem. Det er også sentralt at teori og forskning som er brukt er tydelig og ryddig presentert.

### 3.6.4 Reliabilitet

Reliabilitet i forskning dreier som hvorvidt man kan stole på resultatene av en studie. Et synonym for reliabilitet blir derfor pålitelighet. Reliabilitet er ikke bare et mål i kvalitativ forskning, men et kriterium (Dalland, 2017, s. 55). I denne studien kommer resultatene frem som et resultat av at lærere har uttalt seg, deres uttalelser har blitt skriftliggjort og transkripsjonen har blitt analysert. I alle disse stegene skal informasjonen tolkes, og det er muligheter for at informasjon kan bli tolket ulikt fra gang til gang eller fra person til person. For at resultatene skal være pålitelige er det derfor viktig at hele prosessen blir beskrevet nøkternt, ærlig og presist (Johannessen et al., 2016, s. 231–232). I denne oppgaven er det blitt beskrevet hvordan intervjuguiden ble laget, hvordan intervjuene ble gjennomført, hvordan informantene har blitt rekruttert og hvem de er. Valg av forskningsdesign og ulike valg som er tatt i analyseprosessen er forklart og begrunnet. Avslutningsvis har transkripsjonene blitt gjennomgått for å vurdere hvorvidt funnene gjenspeiler informantenes utsagn. I lys av dette ansees funnene som reliable.

I forskning må man også være bevisst på systematiske feil. Dette kalles en skjevhet (bias). I kvalitative studier kan skjevheter komme som resultat av forskerens førforståelse og forventninger til hva som informantene skal mene. I den sammenheng er det derfor viktig å beskrive hva slags forhold man som forsker har til temaet og hva slags forventninger man har til resultatene. Det er derfor viktig å være transparent. Det er sentralt at leseren vet hvem som har gjennomført studien, hvorfor studien er gjennomført, hvordan studien har blitt gjennomført og hvordan data har blitt behandlet. Selv om man som forsker legger bort alle fordommer, så er det lett at disse skinner gjennom i analysen likevel og at det blir vanskelig for andre å gjennomføre samme forsøk og komme frem til eksakt samme resultat (Johannessen et al., 2016, s. 232). Det er derfor en fordel for reliabiliteten at det er flere som deltar i databehandlingen. Det har ikke vært tilfelle her og er en risikofaktor for oppgavens reliabilitet.



## 3.7 Ethiske overveielser

Etiske overveielser man må ta i forskning, dreier seg om å følge gitte bestemmelser, vurdere hvilke konsekvenser forskningen kan bringe og i tillegg ivaretagelse av deltagere i forskningen (Dalland, 2017, s. 235–236). Bestemmelser tilknyttet forskning er viktig å følge ettersom man som forsker har et ansvar for å ivareta tilliten til resultater fra forskning generelt. Videre er det viktig at deltagere blir behandlet korrekt slik at det skapes tillit fra deltagerne i forskningen. Uten denne tilliten vil det være vanskelig å rekruttere mennesker til å delta i fremtidig forskning. Man skal som forsker også ha et kritisk øye til konsekvenser av forskningen. Forskning skal ikke være til skade for andre og den skal ha som hensikt å bringe menneskeheten fremover. Dette delkapittelet tar for seg etiske overveielser som er gjort i forbindelse med dette prosjektet.

### 3.7.1 Forskerens rolle

Forskerens rolle er å sikre at forskningen blir gjennomført etter forskningens bestemmelser og at informasjon blir behandlet korrekt. Det er også viktig at informanter vet hva de kan forholde seg til (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 133). Derfor ble det informert om hva hensikten med forskningsprosjektet var og hva slags bakgrunn og forventninger jeg som forsker hadde. De er grunn til å anta at informantene ikke kjenner til det teoretiske grunnlaget til mathematical problem posing. Deres svar kunne da bli påvirket av at de ønsket å svare i tråd med det de trodde intervjueren var ute etter. Dette opplevdes ikke som et problem underveis i intervjuene ettersom informantene hadde lang erfaring og profesjonell tyngde. Likevel ble det presisert underveis i intervjuene at det ikke var noe korrekt svar på spørsmålene og at det var deres syn som var det korrekte svaret. Man skal også være bevisst på forholdet mellom intervjuer og informant. Personlige forhold mellom forsker og informant kan lede til at man som forsker leser mellom linjene eller blir selektiv i hva som blir vektlagt eller tatt med av informasjon (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 108). I dette tilfellet var det ikke noe forhold mellom tre av informantene og meg som forsker. Den fjerde informanten hadde jeg hatt et profesjonelt forhold til i et tidsrom av 1 måned da intervjuet fant sted.

Min posisjonalitet i forhold til informantene gjorde at vi var likestilte. Vi har jobbet i samme skolesystem og hadde alle sammen flere års fartstid som lærere. Vi hadde med andre ord

beveget oss i tilsvarende sosiale og profesjonelle rammer som hverandre. Jeg var derfor del av det profesjonelle fellesskapet som jeg skulle studere. En sak som gjorde at jeg hadde en annen posisjon enn informantene var at jeg hadde større teoretisk kunnskap om MPP. Dette kunne bidra til å sette meg i en annen posisjon. Det ble derfor viktig å påpeke at jeg ikke var ute etter svar som stemte overens med teori, men heller at jeg var ute etter deres erfaringer og tanker. De satt med andre ord på «fasiten».

### 3.7.2 Konfidensialitet og informert samtykke

Når informanter sier seg villige til å bidra til forskningen, skal deres opplysninger og uttalelser behandles konfidensielt. Dette betyr at det ikke skal være mulig ut fra oppgaven å spore tilbake til hvem som har deltatt. For å få lov til å innhente og bruke data gjennom lydopptak av intervju, er man pliktet til å søke om godkjenning (Dalland, 2017, s. 237). Det ble søkt om godkjenning fra NSD, Norsk Senter for Forskningsdata, i forkant av intervjuene og godkjenningen er lagt ved som vedlegg 3. Personlige opplysninger som er brukt i denne oppgaven er utdanning og arbeidserfaring. Disse opplysningene ses på som relevante ettersom det sier noe om de har erfaring med matematikkundervisning fra gjeldende læreplan og eventuelt fra tidligere læreplaner. Utdanning er av interesse for å sikre at deltagerne er kvalifiserte og eventuelt om de har en bredere faglig bakgrunn enn minimumskrav for fast stilling i skolen. Det er gitt ut fra problemstillingen at alle deltagere jobber på ungdomstrinnet. Det er nok skoler i det aktuelle geografiske området til at det ikke lar seg spore hvem som er med ut fra opplysningene som er tatt med i oppgaven.

Kontakt med informantene ble i utgangspunktet gjort av tredjepersoner. Disse tredjepersonene kom fra mitt kontaktnett både profesjonelt og sosialt. Informantene ble så kontaktet av meg på e-post hvor det ble avtalt møtested og tid, samt vedlagt informasjonsskriv og samtykke. Enkelte informanter hadde spørsmål om tema hvilket ble besvart på e-post. Samtykke ble tatt med og skrevet under før lydopptak startet. All skriftlig kontakt med informanter, samt lydinnspillinger blir slettet når prosjektet er over i slutten av juni 2023. Lydfiler ble produsert gjennom en app som heter «Diktafon». Dette er en app som lar telefonen kryptere lydfiler og lagrer dem i et nettskjema som er beskyttet med Feide-innlogging. Transkripsjoner ble gjort i Word og lagret i personlig OneDrive.

Det må være enighet mellom informanter og forsker om hvilke opplysninger som skal kunne brukes i oppgaven (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 106). Dette er et sentralt prinsipp i det som kalles informert samtykke. Informantene skal vite hva det innebærer å delta og hva slags informasjon de avgir som skal bli brukt i oppgaven før de takker ja til å være med. I dette prosjektet ble det gitt informasjon i form av informasjonsskriv med samtykke som skulle underskrives (vedlegg 1), kontakt på e-post og informasjon underveis i intervjuet. Det er viktig at informantene er klar over at de når som helst kan trekke tilbake sitt samtykke innen prosjektet blir avsluttet. Dette ble de informert om i informasjonsskrivet. Videre kan også informantene få lese gjennom transkripsjonen dersom de ønsker dette. Alle disse mulighetene er der for at informantene skal føle at de ikke blir presset på noen måte og at det de sier blir gjengitt korrekt. Når prosjektet avsluttes makuleres alle sporbare papirer.

### 3.7.3 Konsekvenser

Man må som forsker forholde seg til konsekvenser av egen forskning. Dette gjelder både konsekvenser for deltagere (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 107) og for samfunnet og menneskeheten. Dette prosjektet anses som lite kontroversielt og at det ikke vil være negative konsekvenser ved å delta. Dette bygger på at informasjonen som informantene blir bedt om å dele, ikke er av personlig karakter og bygger kun på deres opplevelser og tanker som profesjonelle yrkesutøvere. Deltagelse vil om mulig kun ha positive konsekvenser for deltagerne ved at de kan bli mer reflekterte rundt egen praksis. Dette ble også uttalt av enkelte informanter. Hensikten med prosjektet er å kartlegge utbredelsen av og synet på MPP i norsk skole. Resultatene kan bli brukt til å forbedre undervisningspraksis slik at den er mer i tråd med læreplanen (LK20). Det ble derfor vurdert at konsekvensene for samfunnet ikke ville kunne oppleves som negative, men heller positive.

## 4. Presentasjon av funn

I dette kapitlet vil funn fra analysen av datamaterialet presenteres. Gjennom analysen kom det frem tre hovedtemaer som vil bli presentert. Hvert hovedtema har kategorier hvor informantenes utsagn er plassert. De tre temaene med tilhørende kategorier er:

1. Hensikt med bruk av mathematical problem posing
  - a. Mathematical problem posing som egen ferdighet og et mål i seg selv
  - b. Mathematical problem posing som et pedagogisk verktøy
  - c. Mathematical problem posing fremmer motivasjon
2. Forutsetninger for effektiv bruk av mathematical problem posing
  - a. Regnetekniske ferdigheter
  - b. Oppgaveforståelse
  - c. Matematisk utholdenhet
  - d. Delingskultur
3. Hindringer for å drive med mathematical problem posing
  - a. Liten kontroll på innhold og vanskegrad er en fare for elevenes faglige utvikling
  - b. Elever kan bli forvirret av komplekse oppgaver og gi opp
  - c. Det er usikkerhet knyttet til summativ vurdering

### 4.1 Hensikt med bruk av mathematical problem posing

Informantene fremhever at bruk av mathematical problem posing vil kunne utvikle elevene innen flere områder i matematikkfaget. Det dreier seg både om utvikling av elevenes kompetanse og forståelse av matematikk, avdekking av elevenes matematiske tenking, forberede dem på utfordringer de møter på i fremtiden samt endre elevens holdninger til faget og øke deres motivasjon til å lære. Funn under dette temaet er plassert i tre kategorier: MPP som egen ferdighet og derfor et mål i seg selv, MPP som pedagogisk verktøy og til sist MPP som motivasjonsskaper.

#### 4.1.1 Mathematical problem posing som egen ferdighet og et mål i seg selv

Alle informantene ser på Mathematical problem posing som en ferdighet i seg selv som kommer til nytte for elevene i fremtidige situasjoner i og utenfor skolen. I analysen kom det frem to funn i denne kategorien, hvert fra egen undergruppe. Funnene presenteres i hvert sitt avsnitt. Avsnittene innledes med et kondensater fra analysen som kontekstualiseres i påfølgende tekst.

##### *Mathematical problem posing er sentralt for å mestre hverdagen bedre.*

Alle informantene trekker frem at semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing, slik som den som ble brukt i intervjuet, vil trene elevene på fremtidig møte med en matematisk hverdag. En informant trekker frem at semistrukturert MPP kan hjelpe elevene med å gjøre matematikken lettere tilgjengelig i fremtidige møter med situasjoner som krever matematisk tenking. En annen informant mener at MPP kan hjelpe elevene med å oppdage sitt eget behov for matematikk i deres hverdag. Videre peker samme informant på at elevene gjennom arbeid med semistrukturert MPP kan oppdage hvor matematisk verden er. En tredje informant nevner at oppgaven som ble brukt i intervjuet forbereder elevene på situasjoner i fremtiden der de må innhente informasjon, finne ut hva som skal gjøres med den og gjennomføre dette selv. En fjerde informant uttaler følgende:

*...vi har kanskje ikke vært flinke nok til å forstå at matematikkfaget dreier seg om hverdagen vår, og at vi må få dem til å forstå at matematikken skal være et slags verktøy for å klare seg bedre i hverdagen. Så jeg tror at en sånn type oppgave vil skape en relevans og en forståelse blant elevene på at det henger sammen...*

Sitatet peker i retning av at MPP er et mål i seg selv ved at elevene vil kunne se på matematikk som et nyttig verktøy i hverdagen. Denne erkjennelsen fra elevene mener informantene kan forstekes gjennom bruk av semistrukturert MPP.

Mathematical problem posing er en ferdighet elevene trenger for å mestre avsluttende vurdering i faget.

Selv om informantene ble bedt om å se bort fra at elevene trenger å øve på mathematical problem posing som del av forberedelsene til muntlig og skriftlig eksamen, ble dette likevel trukket frem av flere informanter. Det blir fremhevet at MPP er brukt til forberedelser til muntlig eksamen i mange år. Muntlig eksamen vil på mange skoler bli gitt som en åpen MPP og ikke en semistrukturert MPP, men treningen innebærer bruk av semistrukturert MPP. Videre trekkes det frem av to informanter, i en annen sammenheng, at det er viktig å trene på semistrukturert MPP slik at elevene ikke blir stående fast på tilsvarende eksamensoppgaver.

#### 4.1.2 Mathematical problem posing som pedagogisk verktøy

Samtlige informanter nevner aspekter ved mathematical problem posing som viser at de ser på MPP som et pedagogisk verktøy. Med dette menes at MPP fungerer som støtte for elevenes faglige utvikling og at bruk av MPP kan gi læreren innsikt i elevens matematiske tenking. Det ble gjort fire funn innen denne kategorien, et fra hver undergruppe. Hvert funn presenteres i et eget avsnittene og innledes med et kondensat fra analysen og kontekstualiseres etterpå.

Mathematical problem posing gir lærer innblikk i elevenes matematiske tenking

Flere informanter trekker frem at semistrukturert MPP egner seg for formativ vurdering. Elever kan få formativ vurdering og veiledning underveis i prosessen når de besvarer en semistrukturert MPP-oppgave. Veiledningen kan skje både formelt ved innlevering av et utkast til lærer eller uformelt gjennom samarbeid med andre elever og/eller lærer i klasserommet. En informant nevner at de på vedkommende sin skole allerede er i gang med denne typen vurderinger ved at tentamen gjennomføres over to dager. På dag en samarbeider elevene om semistrukturerte MPP-oppgaver som tilsvarer det de får på selve tentamen. I den prosessen får elevene veiledning av lærer og får, ifølge informanten, «varmet opp» til selve vurderingen dagen etter. Selve vurderingen er individuell og summativ. I denne prosessen vil en som lærer få innblikk i elevenes matematiske tenking.

En informant trekker frem at arbeid med MPP kan gi fine muligheter for formativ vurdering ved av misoppfatninger avdekkes i prosessen. Vedkommende har erfaring med bruk av MPP der elevene skal gi mening til en graf hvor informasjon på aksene er skjult, men konteksten er gitt. Gjennom elevenes diskusjon rundt disse grafene kommer grad av forståelse tydelig frem blant elevene. Informanten uttaler:

*Så det har vært ganske mye gøy, også får du avklart ganske mye misforståelser.*

Et annet aspekt ved vurdering som trekkes frem av informantene er elevmedvirkning. En informant mener det er viktig at elevene er med på å utarbeide hvordan besvarelser innenfor MPP skal vurderes. På den måten vil det være enklere for elevene å forstå hva som kreves for å besvare en oppgave innen MPP tilfredsstillende. Videre vil dette også gi et innblikk i hvordan elevene tenker i matematikk.

*Mathematical problem posing vil kunne lede til større matematisk utholdenhet hos elevene.*

For tre av informantene har det utviklet seg et bilde av at elever i dag er mer utålmodige enn elever for en del år tilbake. En informant kaller det at elevene har vokst opp i et «blafresamfunn» hvor man lett finner svar på det man lurer på uten å gruble selv. Dette oppleves som en utfordring og presenteres i avsnitt 4.3.2. På den annen side mener disse tre informantene at bruk av MPP kan bidra til å øve elevene til og å motivere dem til å stå lenger i en oppgave. Det antas av informantene at elevene finner problemstillinger som oppleves som relevante for dem gjennom arbeid med MPP. De mener videre at dette leder til økt motivasjon og økt matematisk utholdenhet. En informant uttaler:

*Så jeg vil jo si at dette her i mye større grad fører til lenger konsentrasjon med virkelighetsnær matematikk*

En betingelse for økt matematisk utholdenhet er at elevene forstår hva en semistrukturert MPP-oppgave innebærer. Hvordan informantene mener dette kan sikres blir lagt frem i avsnitt 4.2

Det er sentralt at læring er en sosial aktivitet og at mathematical problem posing egner seg til faglig samarbeid.

Samtlige informanter uttrykker et syn på at læring er en sosial aktivitet og at mathematical problem posing kan spille en rolle i samarbeidet mellom elevene i klasserommet. Alle informantene ser for seg at de vil bruke MPP i alt fra læringspar til større grupper for å fremme diskusjon og utveksling av ideer. En informant ser for seg at det skal bli gitt en semistrukturert MPP-oppgave hver uke hvor elevene jobber i par, legger frem ideer til problemstillinger og til slutt diskuterer disse i plenum i klasserommet. Vedkommende mener dette vil ufarliggjøre matematikken og uttaler:

*gjøre det [matematikk] litt mindre farlig da. Og faktisk se at her har de muligheten til å få vist hva de kan, hvis de bare knekker den koden.*

En annen informant trekker frem at elever kan få ideer fra hverandre og la seg inspirere av hverandre. Her siktes det til både hva slags matematikk som kan passe til en situasjon og til antall problemstillinger klassen som gruppe kan komme opp med. En annen informant trekker frem viktigheten av å gruble sammen. En informant ser en sammenheng mellom samarbeid og det å klare å stå i en matematisk situasjon over tid. Samarbeid ses på som en viktig nøkkel til å få elevene til å utvikle større tålmodighet når de arbeider med matematikk. MPP anses som en aktivitet som legger til rette for dette. Videre trekkes det frem at nye lærebøker i matematikk legger opp til MPP, samarbeid og diskusjon. Vedkommende sier:

*...læreverket vi har nå, har også en sånn vinkling (...). (...), hvor det er mye diskusjon med læringspartnere og det er mye stopp hele tiden da, så de er jo vant til å ha diskusjoner underveis.*

Det er sentralt at mathematical problem posing kan lede til dypere forståelse

Flere informanter ytrer at bruk av mathematical problem posing vil kunne gi elevene en dypere forståelse i matematikk. Et synspunkt som trekkes frem er representert ved følgende sitat:

*... så får de kvernet på den kunnskapen de allerede har, men får anvendt den på en litt annen måte enn det vi tradisjonelt er vant til.*



Sitatet viser at MPP anses som en aktivitet som gjør at elevene må bruke kunnskapen sin på nye måter og der gjennom får utviklet dypere forståelse i matematikk. De blir eksponert for mange innfallsvinkler til anvendelse av den samme kunnskapen. En annen informant er i prinsipp enig i dette, men påpeker at det kun gjelder for et utvalg av elever. Utvalget er elever som kommer i gang med arbeidet og står i det lenge nok.

#### 4.1.3 Mathematical problem posing fremmer motivasjon

Alle informantene fremhever at Mathematical problem posing er et virkemiddel som kan skape større motivasjon for matematikkfaget hos elevene. Det var mange meningsbærende enheter som handlet om motivasjon, så de er plassert i 3 undergrupper: «mestring», «relevans» og «engasjement». Hver undergruppe vil ses på som et resultat og hvert avsnitt starter med kondensatet til hver undergruppe skrevet ut kursiv skrift.

*Mathematical problem posing vil naturlig fungere som tilpasset opplæring og elever vil kunne føle økt mestring.*

Alle informantene trekker frem differensiering som en av fordelene ved bruk av semistrukturert mathematical problem posing. De mener at når elevene forstår hva en semistrukturert MPP-oppgave ber om, så er det rom for alle elever til å vise at de kan anvende matematikk. Alt fra enkle regnestykker til mer komplekse matematiske modeller; altså noe for ethvert prestasjonsnivå. På den måten vil alle kunne føle mestring. En informant reflekterer videre over dette og mener det er kvaliteten på oppgavene elevene løser og ikke kvantiteten på oppgaver elevene løser som er avgjørende for deres faglige utvikling. Særlig for svakt presterende elever vil arbeid med MPP kunne gi økt selvtillit gjennom at antall nederlag blir redusert. Vedkommende sier følgende:

*hvis du er en svakt presterende elev i matematikk og skal gjøre 10000 oppgaver også har du gjort 8000 av dem feil, altså hvor kjipt er ikke det?*

Vedkommende mener at elever på alle prestasjonsnivåer kan oppleve mestring i faget gjennom MPP. Dette betinger at de forstår hva oppgaven ber dem om å gjøre. Svakt presterende elever vil få økt selvtillit gjennom å redusere antall nederlag. Normalt

presterende elever vil dra nytte av variasjonen MPP gir til undervisningen. Sterkt presterende elever blir sluppet fri faglig. Vedkommende oppsummerer det slik:

*...sausen i midten de har i alle fall fint utbytte av det. For de liker egentlig variasjon også videre. Men svakest [presterende elever] kan føre til mer selvtillit og sterkest [presterende elever] kan bare få (plystrer og gestikulerer oppover) store muligheter. Også vet du ikke helt hva de mulighetene er, men det kan være ganske mye.*

Mathematical problem posing vil føre til at elevene ser på ferdighetene de trener på som relevante.

Denne undergruppen handler om at MPP kan gjøre at elever ser på innholdet i matematikkundervisningen som mer relevant for dem. Informantene trekker frem at relevans handler om at elevenes erfaringer og interesser blir aktivt tatt i bruk samt at man peker på nytteverdi av det de lærer.

Det blir trukket frem av flere informanter at MPP er en måte å få matematikken til å handle om elevenes interesser og at de kan dra nytte av egne erfaringer. Tema i oppgaver kan ta utgangspunkt i elevers interesser eller være åpne nok til at elevene selv kan ta utgangspunkt i egne interesser. I mange MPP-oppgaver er det lov til å dra inn data fra egne erfaringer. Det kan dreie seg om alt fra sportsresultater til priser. Ifølge informantene, vil det at elevene kan dra nytte av egne erfaringer og egne interesser i matematikken lede til at faget oppfattes mer relevant. En informant sier:

*Hvis man ikke lager et sånt type tema, men man kanskje lager 5 forskjellige da, som er, de kan velge seg en å jobbe med for eksempel. Så vil det jo være lettere for at de kan finne et interessefelt som de er opptatt av.*

Flere informanter trekker fram at man gjennom arbeid med MPP kan peke på matematikkfagets nytteverdi for elevene på ulike måter. Gjennom å øve seg på å bruke matematikk som verktøy til å løse problemstillinger som føles virkelighetsnære for elevene, så mener flere informanter at faget i tur vil føles mer nyttig og relevant for elevene. En informant setter fingeren på at øving på MPP gjøre at matematikken gjøres enklere tilgjengelig for elevene i egne liv i fremtiden. To informanter mener også at fagets relevans

for elevene vil styrkes gjennom at de oppdager hvor mye matematikk som finnes i deres hverdagsliv. En informant uttaler:

*...at det er de som skal se behovet for matematikk og oppdage behovet for matematikk i virkeligheten. Og kanskje enda viktigere, å se hvor mye matematikk det faktisk er rundt seg.*

Det blir også nevnt at semistrukturerte MPP-oppgaver også kan være en fin måte å introdusere begreper som elevene trenger i fremtiden. Særlig blir begreper knyttet til økonomi trukket frem som relevante.

En informant oppsummerer mye av det som kommer frem i denne subgruppen med:

*Sånn å prøve matematikken opp mot praktisk dagligliv tror jeg er viktig. Og en sånn type oppgave vil jo da kanskje for elevene være relevant da.*

#### Mathematical problem posing fremmer elevenes engasjement

Flere informanter legger til grunn at arbeid med MPP vil kunne føre til større engasjement hos elevene i matematikkundervisningen. En av grunnene er at MPP kan fungere som variasjon i undervisningen. Dette blir trukket frem av tre informanter. En uttaler rett og slett:

*For de liker egentlig variasjon*

Videre uttaler informantene at bruk av MPP kan føre til større engasjement gjennom at elevene får brukt egen interesse og egne erfaringer. En informant uttaler dette på følgende vis:

*Så jeg synes denne oppgaven i seg selv gir jo elevene mulighet til å liksom utnytte egne erfaringer og egen kompetanse å gjøre noen velg da. ... Sannsynligheten for at denne gir et visst engasjement hos elevene vil være ganske stor da.*

En informant trekker frem at vedkommende sine elever har fått ulike roller i samarbeid med MPP. Rollene går ut på at en er fremlegger av en ide, mens den andre får rollen som kritisk spørsmålsstiller. Informantens opplevelse er at denne rolleavklaringen fører til et stort engasjement hos elevene, særlig hos de som skal komme opp med kritiske spørsmål. Dette

kan sees på som en avart av MPP hvor de øver seg på å undre seg og stille spørsmål til matematiske situasjoner.

## 4.2 Forutsetninger for effektiv bruk av Mathematical Problem Posing

Uttalelser som uttrykker forutsetninger for å lykkes med mathematical problem posing ble plassert i fire kategorier. De fire kategoriene dreier seg at elevene trenger regnetekniske ferdigheter, at de kjenner til oppgavetype, at de har matematisk utholdenhet og at det er god delingskultur i klassen. Disse fire kategoriene vil bli presentert i hvert sitt avsnitt.

### 4.2.1 Det er en forutsetning at regnetekniske ferdigheter etableres før mathematical problem posing tas i bruk

Alle informantene mener at elever må øve på regnetekniske ferdigheter før de går i gang med semistrukturert mathematical problem posing. Videre mener de også at elevene bør mestre digitale hjelpemiddel før de skal anvende dem i MPP. Anvendelse av matematikk tolkes av informantene som at etablerte ferdigheter skal brukes i nye matematiske situasjoner. De regnetekniske ferdigheter informantene mener elevene må ha øvd på før MPP kan starte, dekker bredt i læreplanen. Det trekkes frem kunnskap fra følgende områder i matematikken: tallforståelse, algebra, funksjoner, sannsynlighet og målinger. Et eksempel på en uttalelse som representerer dette synet er:

*Også tenker jeg at de må jo ha noe tallforståelse. Også er det jo klart at jo mer kompetanse de har jo lengre kan de dra det.*

Det er i tillegg til regnetekniske ferdigheter, fokus på digitale hjelpemiddel hos informantene. Når det gjelder digitale ferdigheter er det mindre tydelig at alle ferdigheter må ha blitt innøvd på forhånd. Uttalelser her dreier seg om at elevene må ha noe erfaring med bruk av Excel, Geogebra og CAS. En informant uttaler at dersom elevene har grunnleggende digitale ferdigheter, vil de enkelt kunne lære seg nye digitale ferdigheter underveis i prosessen. Dette peker på at elevene kan videreutvikle digitale ferdigheter gjennom arbeid med MPP.

Selv om alle er enige om at en del ferdigheter må være innlært før MPP kan starte, så er ikke bildet fullstendig entydig. To informanter reflekterer rundt hvorvidt matematikken skal

anvendes eller oppdages i arbeid med MPP. En informant uttrykker at vedkommende står i en «skvis» mellom disse to aspektene:

*Så faren synes jeg er kanskje at vi hele tiden skal undre oss frem til å lære, men aldri lærer å lære på en måte.*

Det uttrykkes at det oppleves som at det er lite effektivt at elever stadig skal oppdage matematikken selv og at en del elever trenger å bli fortalt sammenhengene. En annen informant uttrykker det slik når vedkommende beskriver et prosjektarbeid:

*Ideen og visjonen er at matematikken skal man oppdage underveis og så videre. Også ser man at det er de ikke vant til. ... De tegner det veldig fint og flott, men det mangler matematikk. ... Dere må lete etter matematikken. Så det er ikke en dundrende suksess, men det som er gøy er å se hvor ivrige enkelte blir.*

Begge sitatene belyser et syn på at matematikk kan oppdages underveis i arbeid med MPP, men at det oppleves som lite effektivt.

#### 4.2.2 Det er en forutsetning at elevene får opparbeidet oppgaveforståelse gjennom økende grad av kompleksitet i mathematical problem posing

Det er enighet blant informantene om at mathematical problem posing er en kompleks oppgave for elevene. Det kreves mange ferdigheter, men samtidig uttrykker alle at dette er ferdigheter som kan læres gjennom strukturert arbeid med MPP. Elevenes kjennskap til oppgavetyper kaller informanten for «oppgaveforståelse». I denne kategorien er utsagnene plassert i fire undergrupper: «begrep», «systematikk og strategi», «undring og kreativitet» samt «økende frihetsgrader». Hver undergruppe vil ses på som et resultat og hvert avsnitt starter med kondensatet som kontekstualiseres i påfølgende avsnitt.

*Elevene må øve opp vokabularet for å forstå begrepene; både matematiske og ikke-matematiske*

I semistrukturerte MPP-oppgaver vil det være aktuelt at elevene må ta tak i en sammensatt tekst hvor det er begreper de ikke nødvendigvis har full forståelse for. Begrepene kan dreie

seg om matematikk, men også om ikke-matematiske begreper. En informant jobber ved en skole med stort innslag av elever med «kort fartstid» i Norge. Vedkommende trekker frem at det er mange ikke-matematiske ord som vil være til hinder for at elevene kommer i gang med oppgaven. Vedkommende sier:

*Utstedelse, for eksempel, er også et begrep som de vil kunne ha problemer med. Så jeg ser jo at dette er en type tekst som er vanskelig å få forståelse av hva egentlig innebærer for elevene, mange av elevene i alle fall. ... Det er klart det er jo den verden de skal ut i.*

Vedkommende legger til at man i planleggingen må ha kunnskap om elevene slik at man kan forutse hvilke begreper man må jobbe med og at man ikke må anta at alle forstår det som fremstår som enkle og hverdagslige begreper for oss lærere.

Informantene trekker også frem at MPP er en måte for elevene å bli bedre kjent med begrepene i fagets kjerneelementer. En informant sier:

*Nå modellerer du matematikk på en måte, sånn at de blir kjent med begrepet, for det skal man også møte. Modellere matematikken, altså det har jeg ikke lest om, men de møter jo alle kjerneelementordene etter hvert.*

Vedkommende mener at gjennom arbeid med MPP vil elevene bli eksponert for mange av fagets kjerneelementer og får trent på ferdighetene disse kjerneelementene krever.

*Elevene må øve opp systematikk og strategi som kreves for å håndtere en semistrukturert oppgave innen mathematical problem posing.*

At systematikk og strategi er viktig for å håndtere semistrukturert MPP blir uttrykt av en informant på følgende vis:

*For jeg merket at den første gangen jeg begynte med denne typen oppgave, med elevene, var det mange som bare satt der og skjønte ikke hvor de skulle begynne og hva skal vi starte med*

Ferdigheter elevene trenger er derfor å kunne skaffe seg oversikt over en sammensatt tekst eller situasjon. Oversikten trengs for å kunne stille relevant spørsmål. Det kreves derfor

trening i å håndtere sammensatte tekster. Informantene kommer da tilbake til at trening i strategi og systematikk bygges opp gjennom å gå fra få frihetsgrader til mange frihetsgrader over tid. En informant tenker at enkelte elever trenger hjelp til å fokusere på deler av situasjonen. Hjelpen ligger i å luke bort valgmuligheter. Vedkommende sier:

*Hvis du [eleven] prøver å la være å se på det (peker på et element i oppgaven), hvordan blir det for deg å forsøke å løse oppgaven da?*

Vedkommende mener at man som lærer kan be elever om å ignorere valgmuligheter oppgaven gir. Dette kan gjøre en semistrukturert oppgave med mange frihetsgrader om til en oppgave med færre valgmuligheter. Dette vil gjøre at eleven har færre problemstillinger å velge mellom, hvilket kan lede til at eleven kommer i gang med arbeidet.

#### *Elevene må ha evne til undring i matematikk og vise evne til kreativ tenking*

Det å stille kritiske spørsmål og undre seg over noe i matematiske sammenhenger ses på som en egen ferdighet av flere informanter. Det kommer flere forslag til hvordan man kan legge til rette for at elevene kan øke sin kompetanse i å undre seg og i å stille matematiske spørsmål. En informant lar elevene øve direkte på å stille kritiske spørsmål. Dette gjøres ved å gi en av elevene i et læringspar rolle som en kritisk spørsmålsstiller. Vedkommende mener at dette gjør det mindre farlig for elevene å stille spørsmål. En annen informant trekker inn paralleller til andre fag hvor det å undre seg og stille kritiske spørsmål er en mer naturlig del av undervisningen. Videre har vedkommende trukket inn begrepet «hypotese» fra naturfag inn i matematikken. Når elevene får i oppdrag å sette opp hypoteser i matematikk øver de seg samtidig på å undre seg over sammenhenger og formulere spørsmål. En tredje informant mener at man kan ha en semistrukturert MPP-oppgave per uke. Elevene diskuterer og legger frem ideer for hverandre, hvilket vil trene elevene på å undre seg og stille relevante matematiske spørsmål.

Flere informanter trekker frem kreativitet som en forutsetning for å drive med MPP. Kreativiteten ligger i at man skal trekke inn kjent matematikk og bruke den i nye situasjoner. Det er ikke spesifisert i oppgaven hva slags matematikk elevene skal bruke i sin besvarelse, men koblingen mellom teori og praksis må de gjøre selv. Kreativiteten ligger i å kunne lage

denne koblingen. En informant uttrykker at en del av elevene misforstår hva kreativitet er og lager fine historier, men glemmer matematikk. Vedkommende sier:

*... høy kompetanse i en sånn oppgave som det her, er at du er kreativ og får frem avansert matematikk ved hjelp av disse tallene. Ikke at du lager en kul historie på en måte, og det kan hende at mange brenner seg på det da.*

### Elevene opparbeider oppgaveforståelse gjennom gradvis økning av frihetsgrader

Det fremheves at mange elever vil oppleve en semistrukturert MPP-oppgave så åpen at de blir stående fast. Manglende oppgaveforståelse er en sentral årsak til at elever blir stående fast. Et gjennomgående prinsipp som vil kunne øke elevenes oppgaveforståelse, er at den kan utvikles gjennom systematisk arbeid med mathematical problem posing. Med systematisk arbeid sikter informantene til at kompleksiteten i situasjonene elevene skal jobbe med økes gradvis. Økende kompleksitet betyr at man går fra få frihetsgrader mot økende grad av frihet. Gjennom denne prosessen mener informantene at elevene gradvis blir kjent med rammene i MPP. Når elevene gradvis blir kjent med semistrukturerte MPP-oppgaver står de bedre rustet til å forstå vokabularet i oppgavene, lage problemstillinger og tilpasse matematisk kunnskap til å løse problemstillingene. Med økende grad av frihet menes det at man går fra små matematiske situasjoner med en klar vei videre, til mer sammensatte matematiske situasjoner med mange veier videre. Et eksempel på en uttalelse som viser dette er:

*..., man må kanskje begynne med en oppgave som er litt mindre omfattende også utvider vi den. Etter hvert så kommer man til denne her som har ganske mange [frihetsgrader].*

En annen formulering som er brukt er at man går fra konkrete situasjoner til mer abstrakte situasjoner. Konklusjonen til informantene er at elevene ikke skal bli frustrerte av å få alt for mange valgmuligheter i en startfase. Når rammene rundt en semistrukturert MPP-oppgave er kjent, vil elevene lettere kunne møte sammensatte matematiske situasjoner og klare å ta valg uten å bli frustrerte. En informant uttrykker det som øving på å tåle frustrasjon.



#### 4.2.3 Det er en forutsetning at elevene opparbeider matematisk utholdenhet

Matematisk utholdenhet er et begrep som går igjen i uttalelsene fra informantene. Begrepet brukes som en forutsetning for at elever både skal komme i gang med semistrukturerte MPP-oppgaver i tillegg til å kunne fullføre. Selv om matematisk utholdenhet ses på som en forutsetning uttrykker informantene at arbeid med MPP vil kunne utvikle denne utholdenheten. Utholdenheten kommer som et resultat av at man gradvis utvider de semistrukturerte oppgavene. I en startfase er det små situasjoner med en klar vei videre. Etter hvert kan man øke mengden informasjon og dermed mulighetene for elevene til å lage varierte problemstillinger. En informant sier:

*Også tror jeg det er viktig at vi starter rolig med noe vi skal gjøre og kanskje vi forteller dem hva de skal gjøre også.*

Her sikter informanten til at situasjonen elevene skal jobbe har lite informasjon og at man kan hjelpe enkelte elever med å finne problemstillingen. Vedkommende sier videre at man kan ta samme situasjon, men legge til mer informasjon og dermed gi elevene flere valgmuligheter. Man øker derved antall frihetsgrader i oppgaven. Vedkommende sier:

*Også neste gang kan vi ta med noen av disse boksene sånn at vi utvider liksom,...*

Informantene mener den matematiske utholdenheten kan utvikles etter prinsippet med økende frihetsgrader som beskrevet i avsnitt 4.2.2. Videre fremhever de at matematisk utholdenhet også påvirkes av interesse. En informant beskriver hvordan elever ble engasjert av å jobbe med oppgaver som handlet om å tjene penger. Vedkommende skriver:

*Og det er noe de blir veldig engasjerte i. Det handler jo om å skulle tjene penger.*

#### 4.2.4 Det er en forutsetning å ha god delingskultur i elevgruppen

Som tidligere nevnt ser alle informantene på samarbeid mellom elever som en viktig del av arbeidet med mathematical problem posing. Flere informanter trekker frem delingskultur som en forutsetning for at elevene skal lykkes med MPP. Med delingskultur mener informantene at elevene er trygge på hverandre og har trent seg på å utveksle ideer, både i små og store grupper. Delingskulturen er avgjørende for at elevene skal kunne la seg inspirere av hverandre og utvikle sine matematiske ferdigheter. En informant trekker frem at

delingskultur er avgjørende for å fremme evnen til å gruble. Gjennom diskusjon vil elevene bli tvunget til å stå lenger i et problem. En annen informant trekker frem at antall problemstillinger mangedobles gjennom deling. Informant uttaler om antall problemstillinger knyttet til en matematisk situasjon:

*Mens hver enkelte [elev] kanskje hadde bare to til tre, så fikk jo klassen 50 til 60.*

Informantene skisserer hvordan de kan få opparbeidet god delingskultur. En fremhever hvor drillet elevene er på å dele ideer gjennom IGP (individuell-gruppe-plenum) og læringspartner. En annen trekker frem hvordan nye lærebøker legger opp til samarbeid og utvikling av delingskultur. En tredje beskriver hvordan de setter krav til deling i læringspar når elevene jobber med matematiske problemer. Dette etablerer en naturlig delingskultur over tid.

### 4.3 Hindringer for å drive med mathematical problem posing

Når informantene blir bedt om å fremheve noen utfordringer knyttet til bruk av semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing, fremheves det at man som lærer gir fra seg kontroll over emne og vanskegrad. Dette ses på som en fare for elevenes faglige utvikling. Videre er det uklart hvordan elevbesvarelser skal vurderes og derfor oppstår det en frykt for at vurdering skal bli ujevn og urettferdig mellom elever, klasser og skoler. Utfordringene gjør at MPP blir mindre brukt og ses derfor på som hindringer for at MPP blir mer brukt.

#### 4.3.1 Det er sentralt at lite kontroll på innhold og vanskegrad kan lede til lav faglig progresjon

En hindring som informantene nevner, er knyttet til at du som lærer delvis gir fra deg kontrollen over hva slags matematikk som anvendes. Dette kan ses på som en hindring fordi elevene kan fokusere på matematikk som ikke er pensum eller at vanskegrad i påfølgende problemløsning er for enkel. Dette anses av informantene som en hindring for å få til en optimal faglig utvikling.

En informant uttrykker at det er en rekke regnetekniske ferdigheter elevene skal mestre i løpet av skolegangen. Dette krever en viss progresjon i faget og at man som lærer må inn og styre hva elevene skal arbeide med og lære. Dersom mye av læringen kommer som resultat

av at elevene oppdager behovet for teknikker og utvikler teknikker selv, vil dette ta mer tid enn det man har til rådighet. Videre problematiserer informanten tidsbruken og effektiviteten knyttet til arbeid med MPP. Dersom semistrukturerte MPP-oppgaver er for åpne, opplever informanten at elevene lager enkle problemstillinger og bruker matematikk som ikke utvikler deres matematiske tenking.

En annen informant uttrykker også at elever velger for enkle problemstillinger og at tema er på siden av aktuelle tema i undervisningen. Vedkommende bruker et eksempel fra et prosjekt rundt husbygging. De hadde fokus på egenskaper ved trekant og håpet at elevene kunne finne mange problemstilling knyttet til trekant i husene sine. Vedkommende fant at ingen lagde problemstillinger som krevde kunnskap om trekant. Videre sier vedkommende at de måtte legge føringer og krav til problemstillingene. Slik sikret de at det ble nok relevant matematikk i arbeidet. Vedkommende uttrykker:

*Det blir veldig «kunst og håndverks»-oppgaver. De tegner det veldig fint og flott, men det mangler matematikk.*

Det uttrykkes en mistanke om at mange elever som får lage egne problemstilling, velger å fokusere på grunnleggende matematikk som de mestrer. De er i liten grad flinke til å utfordre seg selv slik at de utvikler sin matematiske tenking. En informant sier:

*... det brukes mye tid på pluss og minus og gange og dele og et simpelt diagram. Altså det er ofte det ligger på et lavt matematisk nivå. Også gjøre de det i ganske lang tid i prosessen. Så jeg synes det er vanskelig å få opp nivået på matematikken. Det er egentlig den største utfordringen som gjør at jeg vegrer meg litt mer til noen sånne prosesser fordi jeg er redd for at det stanser den matematiske progresjonen.*

#### 4.3.2 Det er sentralt at forvirring rundt en kompleks oppgavetype og mangel på utholdenhet kan lede til lav faglig progresjon.

Det uttrykkes at semistrukturerte MPP-oppgaver kan oppleves så komplekse for elevene at mange enten ikke kommer i gang eller gir opp. Dette ser informantene på som en utfordring for den faglige utviklingen til enkelte elever og derfor som en hindring.

Alle informantene uttrykker at semistrukturert MPP kan være forvirrende for enkelte elever. Her er en uttalelse for å representere dette synet:

*Hvis det blir for åpen, så kommer de kanskje potensielt ikke i gang. De vet ikke, de klarer ikke sette i gang, de får ikke anvendt de kunnskapene de allerede kan. Og får ikke bygget videre på det de nødvendigvis allerede kan.*

Fra dette sitatet kan man se at kompleksiteten i oppgavene er en hindring for å komme i gang for mange elever. Den siste setningen i sitatet peker på at det er en hindring for videre faglig utvikling. Det er flere ting som gjør semistrukturerte MPP-oppgaver komplekse. Flere informanter setter fingeren på at det er mye tekst og informasjon som elevene skal sette seg inn i og forstå. En informant trekker frem at dette er en utfordring særlig for de elevene som ikke har stor motivasjon fra før:

*...svakheten med en sånn oppgave, at det kan bli litt mye tekst og mye å sette seg inn i for de elevene som har lav motivasjon da*

En annen ting som kan gjøre semistrukturert MPP kompleks, er vokabularet. Dette gjelder både matematiske ord og ikke-matematiske ord. Blant de matematiske ordene som utfordrer elevene, trekker informantene frem fagets kjerneelementer som er en del av mange eksamensoppgaver. Elevene skal der vise sin kompetanse innen fagets kjerneelementer. I oppgaven brukt i denne studien, er begrepene fra kjerneelementene anvendelse og modellering. For mange elever blir dette en hindring ettersom de ikke forstår hva det betyr å vise kompetanse innen kjerneelementene. Videre uttrykker en informant at de ikke-matematiske ordene også vil være en hindring for elevene. Ord som «utstede», «grunnkurs» og «obligatorisk» er ikke ord som er del av alle elevers vokabular. Dette ses på som en hindring i elevenes møte med denne typen oppgaver og oppsummeres av en informant på denne måten:

*Så jeg tror nok det er mange som kaster et blikk på den og tenker: Dette er ikke for meg.*

En annen utfordring i møte med semistrukturert MPP-oppgaver er at flere informanter opplever at elevene har liten tålmodighet og ikke makter å stå i et problem over tid. En informant uttaler at elevene i dag er et resultat av «blafresamfunnet» hvor de er vant til å

finne svar på de de lurer på innen få sekunder. Dette vil si at elevene ikke har utholdenhet til å stå i en situasjon de ikke helt forstår. I møte med semistrukturert MPP-oppgaver kan det gi seg utslag i at de enten gir opp eller velger matematikk som for dem er enkel. På denne måten vil dette være en utfordring for deres faglige utvikling.

#### 4.3.3 Det er sentralt at manglende konsensus rundt summativ vurdering skaper usikkerhet.

Semistrukturerte MPP-oppgaver ses på som utfordrende å vurdere. Når informantene uttrykker at det er utfordrende å vurdere besvarelser, dreier det seg om usikkerhet. Usikkerheten ligger i hva som skal vurderes og om det er enighet blant lærere. I matematikk er man ikke vant til usikkerheten i vurderingen som semistrukturerte MPP-oppgaver kan føre til. Når informantene blir spurt om hva de vil vurdere, blir følgende elementer tatt frem: vanskegrad, begrepsbruk, relevans, kreativitet, kommunikasjon, orden, bredde i matematikken, systematikk, hjelpemidler og anvendelse av informasjon. Denne samlingen av vurderingskriterier viser hvordan synet på vurdering spriker. En informant uttrykker det veldig tydelig:

*Også er det jo helt umulig å vite hvordan vi skal fellesvurdere dette da.*

Usikkerhet rundt vurdering vil derfor kunne fungere som en hindring for at lærerne skal bruke tid og ressurser på å implementere MPP i større grad i matematikkundervisningen.

## 5. Drøfting

Denne studien forsøker å sette fokus på mathematical problem posing i norsk skole gjennom å besvare følgende problemstilling:

*Hva fremhever fire ungdomsskolelærere som sentralt ved bruk av semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing i matematikkundervisningen?*

Fire lærere på ulike ungdomstrinn har blitt bedt om å snakke om sine tanker rundt en semistrukturert MPP-oppgave i et semistrukturert intervju. Innholdet har blitt analysert og resultatene er presentert i kapittel 4. I dette kapitlet vil resultatene bli drøftet for å plassere dem i forskningsfeltet knyttet til matematikkundervisning og særlig mathematical problem posing. Strukturen i dette kapitlet vil følge strukturen i foregående kapittel.

Det er enighet blant informantene om mange aspekter knyttet til mathematical problem posing, men også ulikheter i hva som blir fremhevet. Samtlige informanter i denne studien fremhever aspekter ved mathematical problem posing som tilsier at de ser på MPP som en egen ferdighet. MPP vil da være et mål i seg selv i tillegg til et pedagogisk verktøy. De ser også på MPP som en aktivitet som kan lede til økt motivasjon hos elevene. Disse funnene kan sees på som gunstige effekter på elevenes utvikling i matematikk og blir diskutert i delkapittel 5.1. Det er også enighet blant informantene om at det er forutsetninger for å oppnå de positive effektene ved å drive med MPP. Disse forutsetningene blir diskutert i delkapittel 5.2. Det fremheves også utfordringer som kan hindre lærere i å bruk MPP i undervisningen. Disse drøftes i delkapittel 5.3.

### 5.1 Hensikt med bruk av mathematical problem posing

Det er to elementer i informantenes begrunnelser for å se på MPP som et mål i seg selv. For det første nevner de at det er en verdifull kompetanse å kunne identifisere og lage egne problemstillinger i matematikk. Denne ferdigheten trenger elevene i møter med tallmessige situasjoner. Videre trenger elevene denne kompetansen til avsluttende vurderinger i faget under gjeldende læreplan. At MPP ses på som en egen ferdighet og et mål i seg selv, er sammenfallende med tidligere studier av læreres tanker rundt MPP (Li et al., 2020, s. 334–340). Lærere uttrykker der at MPP er en egen ferdighet som kan utvikles. Informantene

fremhever at bruk av MPP vil øve elevene til avsluttende vurdering i faget. Ettersom de ble bedt om å se bort fra dette, viser dette i hvilken grad avsluttende vurdering i skolen er med på å forme innholdet i undervisningen. At MPP er del av eksamen i matematikkfaget kan lede til at MPP blir del av undervisningspraksisen i hele landet.

Samtlige informanter trekker frem hvordan arbeid med MPP kan bidra til å skape en bro mellom regnetekniske ferdigheter som elevene lærer i klasserommet, over til den hverdagen de lever i eller skal håndtere i fremtiden. De ser dermed på MPP som en brobygger mellom klasserommet og elevenes virkelighet utenfor skolen. På denne måten er informantenes syn samsvarende med Mason sin påstand (Mason, 1991). Han beskriver hvor avgjørende det er at elevene deltar i utforming av problemstillinger. Slik blir de bedre til å undre seg og i å finne svar på sine egne undringer. Han mener at dette er et av ansvarsområdene til skolen. Flere informanter er av samme formening og det er illustrert i følgende sitat:

*Det er litt vår felles oppgave, både meg som lærer og dem [elevene], å se på hvorfor skal jeg lære dette. Det å trekke det til horisonten deres.*

Det uttrykkes tiltro til at riktig anvendelse av semistrukturert MPP i undervisningen vil kunne gjøre matematikk lettere tilgjengelig for elevene i møte med situasjoner i deres nåværende og fremtidige hverdag. Hva som legges i riktig anvendelse diskuteres nærmere i delkapittel 5.2. Denne tiltroen er berettiget gjennom tidligere funn (Bonotto, 2013, s. 53; Kapur, 2015, s. 30; Wirtz & Kahn, 1982, s. 21). Studiene viser at elever som øver på å lage egne problemstillinger, bedre klarer å tilpasse matematisk kunnskapen til nye situasjoner, både i og utenfor klasserommet. En informant uttrykker seg slik:

*Dette her handler jo om å prøve å gjøre det lett tilgjengelig for dere [elevene]...*

Dette viser en tro på at bruk av semistrukturert MPP støtter elevenes evne til å overføre kunnskap fra en situasjon til en annen. Synet kan støttes av moderne konstruktivistisk teori (Silver, 1994, s. 19). For å bygge opp kunnskap på en slik måte at den lettere lar seg anvende, er det viktig at elever selv kommer opp med matematiske problemstillinger, både for dem som skal drive med matematikk profesjonelt og for dem som skal mester anvendelse av matematikk i hverdagen.

Det andre som blir trukket frem av informantene, som tilsier at de ser på MPP som et mål i seg selv, er at elevene skal mestre denne typen oppgaver på eksamen, både muntlig og skriftlig. At MPP bør være en del av undervisningen som forbereder elevene på avsluttende eksamen, finner man støtte for både blant fagets kompetansemål og fagets kjerneelementer. For å illustrere dette, siteres her et kompetansemål fra matematikkfaget. Kompetansemålet er henter fra 10. trinn (Kunnskapsdepartementet, 2019):

*hente ut og tolke relevant informasjon fra tekster om kjøp og salg og ulike typer lån og bruke det til å formulere og løse problemer*

I dette, og flere andre kompetansemål, kommer det tydelig frem at det å kunne formulere problemstillinger er en del av kompetansen elevene skal mestre og bli vurdert etter. Videre er det tydelig at kjerneelementene er sentrale i formuleringen av oppgaver på del 2 av eksamen etter ny læreplan. Eksempeloppgaven som ble brukt i denne studien (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 8) er en semistrukturert MPP-oppgave. Den ber elevene vise sin kompetanse innen kjerneelementene modellering og anvendelse ut fra en situasjon med ulike representasjoner. For å vise denne kompetansen trenger elevene nødvendigvis å lage egne problemstillinger. En informant uttrykker følgende:

*Og jeg tror at, det vi har snakket om da, lærerne her på trinnet, i og med at det er såpass mange slike oppgaver som vi har sett på eksemplene, det er at vi skal bruke en oppgave i uka fra eksamensoppgaver.*

Det er i dette sitatet tydelig at oppgavetyper fra avsluttende eksamen er med på å forme undervisningen i klasserommet. Ettersom det er semistrukturerte MPP-oppgaver på eksamen er også informantene åpne for å anvende semistrukturerte MPP-oppgaver mer i sin undervisning.

Det blir fremhevet av flere informanter at bruk av mathematical problem posing i undervisningen kan bidra til å avdekke misoppfatninger hos elevene. Ved at elever må formulere seg på egen hånd, vil man som lærer kunne fange opp misoppfatninger fortløpende gjennom bruk av MPP, både gjennom muntlige samtaler mellom elever og lærer, og gjennom skriftlige materiale som elevene produserer. Man kan da som lærer veilede elever og rette opp i disse misoppfatningene. Mathematical problem posing vil på denne måten skape en ny arena for veiledning av elever. Dette er i tråd med hva andre lærer også ser på som en fordel



ved bruk av MPP (Li et al., 2020, s. 334–340) hvor det også trekkes frem at MPP gir lærere anledning til å bli bedre kjent med elevenes matematiske tenking. Flere studier viser at MPP kan danne et vindu inn til elevenes matematiske tenking (Ma, 2020, s. 62–78; Mestre, 2002, s. 45–47; Parhizgar et al., 2022, s. 3270–3271; Ticha & Hospesova, 2013, s. 142). Alle disse studiene peker på at MPP er et nyttig pedagogisk verktøy til nettopp dette. Studiene viser til at problemstillinger som elevene lager, kan inneholde misoppfatninger som lærere kan plukke opp ved å lytte til samtaler mellom elever eller ved å se på skriftlig arbeid elevene leverer fra seg. Mangel på problemstillinger vil også kunne avdekke hva elevene ikke mestrer (Ellerton, 1986, s. 269). Det er verdt å nevne at informantene ikke fremhever at elevene kan veilede hverandre. I samarbeid om MPP-oppgaver vil de kunne rette på misoppfatninger hos hverandre og utviklet sine matematiske ferdigheter sammen. Det er flere studier som peker på dette som en av fordelene ved å anvende samarbeid mellom elever i MPP (English, 1997, s. 207; Kopparla & Capraro, 2018, s. 8; Lavy & Bershadsky, 2003, s. 382; Ozdemir & Sahal, 2018, s. 128).

Det fremheves at mathematical problem posing kan være en nyttig metode for formativ vurdering i matematikkfaget. Informantene fremhever at MPP kan gjennomføres i en prosess der elevene får fremovermeldinger fra både lærere og medelever. På denne måten er det mulig for elevene å forbedre arbeidet sitt. Elever som jobber i et slikt miljø, vil kunne oppleve mestring og personlig utvikling ettersom de kan lage problemstillinger som de mestrer og får forbedret dem. Dette vil i tur bygge opp deres indre motivasjon (Smith, 2007, s. 102–104). Indre motivasjon vil ifølge Smith kunne bidra til dypere læring.

Det fremheves at det er viktig å ta med elevene i vurderingsprosessen dersom MPP skal benyttes i summativ vurdering. Gjennom deltagelse i utarbeiding av vurderingskriterier, vil elevene opparbeide forståelse av innholdet i fagets kjerneelementer. Fagets kjerneelementer beskriver hva elevene skal bruke sin matematiske kunnskap til og går igjen i de åpne oppgavetyperne på eksamen. I oppgaven som var grunnlag for intervjuene er begrepene anvendelse og modellering brukt. Det er derfor viktig at det er fokus på disse begrepene i undervisningen og at elevene får forståelse av hva det innebærer.

Flere informanter trekker frem at mathematical problem posing vil kunne lede til at elevene får en dypere forståelse i matematikk. Begrunnelsen er at elevene får anvendt kunnskap på mange flere og varierte måter. Som følge av dette vil kunnskap bli belyst fra ulike

innfallsvinkler. Det uttrykkes at dette leder til dybdelæring. Betingelsen for at dette skal skje, er at elevene kommer i gang med arbeidet og holder ut. Det er flere studier som viser en sammenheng mellom bruk av MPP og elevers dybdeforståelse i matematikk. Stoyanova skriver at implementering av MPP i undervisningen inviterer elevene til å utforske strukturen i matematiske problemer og dermed få en dypere forståelse av matematikk (2003, s. 32–40). Videre er det studier som peker på at elevers faglige resultater kan forbedres gjennom å delta i mathematical problem posing. Elever på 2. trinn fikk dypere forståelse av heltall og regneoperasjoner på disse ved å delta i MPP (Ozdemir & Sahal, 2018, s. 123). Studier tyder også på at elever utvikler dypere forståelse av begreper innen plangeometri (Haghverdi & Gholami, 2015, s. 5; Mahendra et al., 2017, s. 4). En studie viser at elever som deltar i MPP gjør færre oppgaver, men står lenger i hvert matematiske problem. Dette fører til dypere forståelse og mer effektiv læring (Walkington, 2017, s. 200). Xia et.al (2008, s. 160–161) viser i sin studie at elevene som deltar i MPP viser en signifikant forbedring i evnen til å lære matematikk.

Samtidig som det er studier som peker i retning av at mathematical problem posing bidrar til dypere og mer effektiv læring, er det studier som peker på at påvirkningen ikke er enveis. Dybdeforståelse kan være et kriterium for å lage gode problemstillinger (Van Harpen & Presmeg, 2013, s. 130). Man kan med andre ord ikke forvente at MPP er den eneste og korrekte vei til dybdeforståelse, men er et viktig bidrag. Derfor må man finne en balanse mellom MPP og andre typer av arbeidsmetoder i matematikkundervisningen.

Det er enighet blant informantene om at anvendelse av mathematical problem posing vil kunne ha en positiv effekt på elevenes motivasjon i faget. Dette betinger at MPP gjennomføres i tråd med forutsetningene informantene fremlegger. Forutsetninger bli diskutert i avsnitt 5.2. Det blir fremhevet at det er flere grunner til økt motivasjon. Det ble særlig trukket frem tre aspekter: relevans, mestring og engasjement. At bruk av MPP i undervisningen kan ha en positiv effekt på elevers motivasjon er vist i flere studier (Chen et al., 2015, s. 309–329; Schindler et al., 2020, s. 303–324; Silver, 1994, s. 25; Walkington, 2017b, s. 187; Walkington & Bernacki, 2015, s. 200–201). Ulike aspekter ved MPP som kan ha en positiv innvirkning på motivasjon vil bli diskutert i de kommende avsnittene.

Det første motivasjonsfremmende aspektet som trekkes frem av informantene, er at MPP vil kunne gjøre matematikkfaget relevant for elevene i sin hverdag. Relevans i denne

sammenheng sikter til at det er mulig å la elevenes interesser prege temaene i oppgavene. Elevene får da benyttet seg av erfaringer fra hverdagen. Virkelighetsnær matematikk har en positiv effekt på motivasjonen i matematikkfaget (Dwi Kurino & Cahyaningsih, 2020, s. 4). Dersom situasjonen elevene jobber med i MPP treffer deres interesser og handler om deres hverdag, vil de kunne lage problemstillinger som kan oppleves som autentiske. Følelsen av at problemstillingene er autentiske kommer når det er samsvar mellom det som skjer i klasserommet og problemstillinger elevene møter på i hverdagen (Vos, 2018, s. 9–12). MPP anses som en metode som kan skape mening rundt matematikken de jobber med. Dette er en viktig dimensjon som fremmer læring hos elevene.

Et annet motivasjonsfremmende aspekt som utpekes av informantene, er at de knytter mathematical problem posing til økt mestringsfølelse. Informantene ser en klar sammenheng mellom mestringsfølelse og økt motivasjon. Det fremheves at MPP legger til rette for at alle kan få vist ferdigheter som er innen rekkevidde for dem. En informant fremhever hvor mange nederlag mange elever opplever i møte med klassiske mengdetreningsoppgaver. Vedkommende sin påstand er at MPP vil føre til at elevene opplever færre nederlag og derfor økt følelse av mestring. At mestringsfølelse er sentralt for elevenes motivasjon, sammenfaller med Bandura (2010, s. 202–231) sin teori om mestringsforventning (self-efficacy). Han påstår at det er en klar sammenheng mellom mestringsfølelse og motivasjon. Elever som opplever at de lykkes med oppgaver vil føle mestring. Dette bygger opp forventning om å mestre faget. Elever som forventer å mestre faget, vil ha større motivasjon. Gjennom bruk av MPP vil elever møte på færre nedturer og skuffelser. Bruk av MPP vil derfor kunne lede til økt mestringsforventning og økt motivasjon i faget.

Et tredje motivasjonsfremmende aspekt, ifølge informantene, er at MPP kan lede til større engasjement i undervisningen. Det blir fremhevet at MPP vil gi variasjon i undervisningen og derfor lede til større engasjement og motivasjon. Dette sammenfaller med funn gjort av Li et al (2020, s. 334–340) hvor lærere som har lært seg hvordan de skal implementere MPP, ser på variasjon i undervisningen som en fordel. Jakobsen og Waldenstrøm støtter dette synet (2017, s. 323). de skriver at varierte og aktive undervisningsformer leder til større motivasjon. Det er også studier som viser at engasjement kan økes gjennom elevers følelse av mestring, medbestemmelse og samhandling (McKellar et al., 2020, s. 6–9; Schindler et al., 2020, s. 320–322). Flere informanter fremhever hvordan samhandling mellom elever fremmer

engasjement. Særlig trekkes det frem at engasjementet blir stort om elevene får tildelt rolle som kritisk lytter i samarbeidet.

Informantene sier at bruk av mathematical problem posing vil kunne lede til at elevene blir mer utholdende. De begrunner dette med at problemstillingene elevene lager kan treffe deres interesser bedre og at det de holder på med i klasserommet er mer virkelighetsnært. At virkelighetsnær matematikk er et aspekt som bidrar til mer motivasjon, er beskrevet i avsnitt 2.6. Økt motivasjon vil ifølge Bandura, lede til økt utholdenhet og innsats (2010, s. 202–231). Matematisk utholdenhet kan utvikles ved å bygge opp mestringsforventning. En informant fremhever at opplevelsen i klasserommet understreker sammenhengen mellom mestringsforventning og matematisk utholdenhet:

*...hvis de ikke tror de kan komme til å få det til, så blir de ikke i problemet.*

Høy mestringsforventning leder til at man blir mer robust i møte med motgang og derfor ikke gir opp like lett (Wæge, 2007, s. 19).

Flere informanter sier at semistrukturerte MPP-oppgaver kan ses på som oppgaver med «lav terskel og stor takhøyde». Dette fremheves som en måte å utvikle elevenes utholdenhet. Med lav terskel menes at alle enkelt kommer i gang og stor takhøyde sikter til at elever kan fordype seg og generalisere. Tidligere studier viser at denne typen oppgaver er med på å bygge opp elevers matematiske utholdenhet (DiNapoli & Morales, 2021, s. 3–4).

Informantene viser sammenfallende syn på at mathematical problem posing vil egne seg til samarbeid mellom elever. Elever kan diskutere ideer, bygge videre på hverandres tanker og utvikle sine evner til å tenke matematisk. Det er flere årsaker som fremheves for å støtte opp under påstanden om at samarbeid gir en positiv effekt. En informant sier at utveksling av ideer «ufarliggjør» matematikken. Samarbeid om MPP vil kunne ha en positiv effekt på elevenes holdninger til faget. Dette er i tråd med tidligere funn (Schindler et al., 2020, s. 303–324) som viser at samarbeidslæring har en positiv effekt på elevers holdninger til faget.

Det fremheves av informantene at samarbeid om MPP vil hjelpe elevene til å komme med ideer til både anvendelse av matematikk og til utforming av problemstillinger. Videre sies det at samarbeid vil utvikle elevenes evne til å videreutvikle ideer og derfor hjelpe dem til å stå lenger i et problem. Effekten av dette vil være at de får utviklet sine evner innen MPP og

problemløsning. Det er bred støtte for at samarbeidslæring har en positiv effekt på elevenes faglige utvikling i tidligere studier (Ilyas et al., 2019, s. 4–5; Sunanto et al., 2020, s. 279–286; Tarim, 2009, s. 336; Usmani et al., 2020, s. 10–11). Disse peker på at samarbeidslæring øker elevenes læringsutbytte, øker elevenes evne til problemløsning og utvikler elevenes metakognitive ferdigheter.

## 5.2 Forutsetninger for effektiv bruk av mathematical problem posing

En forutsetning som fremheves som sentral, er at elevene må ha regnetekniske ferdigheter på plass før de arbeider med mathematical problem posing. Synet impliserer at MPP gir større utbytte dersom elevene har kontroll på det regnetekniske først. Dette synet kan man finne støtte for i tidligere studier som peker på nettopp dette. Van Harpen og Presmeg (2013, s. 130) viste i sin studie at solide ferdigheter i matematikk hadde signifikant innvirkning på deres evne til å lage problemstillinger. De referere også til Krutetskii sin studie fra 1976 (Van Harpen & Presmeg, 2013, s. 118) hvor det ble vist at elevens faglige kunnskaper var en tydelig indikator på deres evne til å se for seg mulige problemstillinger. På denne måten kan man si at forutsetningen informantene trekker frem er i tråd med tidligere studier.

Samtidig som matematiske ferdigheter kan ses på som en forutsetning, må man skille mellom å bruke MPP til innlæring av ny regneteknikk og å bruke MPP til å utvikle dybdelæring. MacDonald og Smith (2020, s. 419) setter søkelys på at MPP ikke er uavhengig av andre ferdigheter i matematikk. De hevder at MPP som ferdighet og andre matematiske ferdigheter bygger på hverandre og derfor bør utvikles parallelt. Informantenes syn på regnetekniske ferdigheter som en forutsetning står derfor ikke i motsetning til studier som viser at bruk av MPP er en effektiv tilnærming til dybdelæring (Walkington, 2017, s. 200). Enkelte informanter fremhever også at MPP kan fremme dybdelæring.

En årsak til at matematiske ferdigheter anses som en forutsetning, handler om tidsbruk. Det fremlegges påstander om at innlæring av ny kunnskap gjennom MPP tar mer tid enn det som er til rådighet for faget. Man kommer tilbake til skillet mellom innlæring og dybdelæring. Informantene i studien ser på dette skillet som sentralt. De mener at MPP egner seg til dybdelæring, men ikke til innlæring. Dette skillet er ikke tydelig uttalt i tidligere studier av

MPP, men fremkommer indirekte gjennom formuleringer som «økt dybdelæring» og «økt forståelse». Det er grunn til å påstå at andre studier også peker i retning av at MPP ikke egner seg til innlæring, men til dybdelæring.

Det fremheves som en sentral forutsetning at elevene forstår begreper de møter på i semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing. Noen av de matematiske situasjonene elevene skal forholde seg til i MPP inneholder ikke-matematiske ord som enkelte elever mangler forståelse av. Videre ber gjerne oppgaver brukt til vurdering, elevene om å vise sin kompetanse innen fagets kjerneelementer. Dette vil si at elevene må mestre en del begreper for å komme i gang med MPP. På den annen side sier en del informanter at bruk av MPP i undervisningen kan være en fin anledning til å lære elevene begreper, særlig fagets kjerneelementer. At begrepsforståelse er sentralt for faglig utvikling, er godt etablert. Begreper er sentrale i overføringen av læring fra en kontekst til en annen (Jovin et al., 2008). Noe av det mest sentrale med MPP er at elevene skal kunne overføre kunnskap fra matematikkundervisningen til den virkelige verden (Bonotto, 2013, s. 53; Wirtz & Kahn, 1982, s. 21). Det gir derfor mening at informantene fremhever betydningen av at begreper må forstås i møte med MPP.

En del informanter trekker frem at det er en forutsetning at elevene har fått noe opplæring innen strategi og systematikk før de jobber med mathematical problem posing. Det oppleves at en del elever ikke kommer i gang med oppgavene på grunn av manglende strategisk kunnskap. Utfordringen ligger i at det er vanskelig å velge ut relevant informasjon fra situasjonen. Ifølge informantene er det lurt å øke frihetsgrader gradvis for å opparbeide strategien i møte med MPP. De antar at situasjoner med mindre informasjon og færre frihetsgrader vil være enklere for elevene. De må oppleve at de mestrer enkle semistrukturerte oppgaver før de blir utfordret av mer komplekse oppgaver. Informantene mener at i denne prosessen vil elevene opparbeide strategier for å angripe mer komplekse semistrukturerte oppgaver. En informant beskriver resultatet av elever som har skaffet seg gode strategier i møte med mer komplekse semistrukturerte MPP-oppgaver:

*Også har det liksom gått over fra å være bare ren frustrasjon til å faktisk gripe tak i det og få vist det de kan*

Vedkommende sier at veien dit har innebåret at de har gått fra enkle til komplekse situasjoner og at lærer har veiledet dem på strategi hele veien.

Informantene ser på matematisk kreativitet som en forutsetning for å drive med mathematical problem posing. Matematisk kreativitet er for disse informantene knyttet tett opp til anvendelse av matematikk. Det vil si at kreativitet er evnen elevene har til å tilpasse regnetekniske ferdigheter og anvende dem i nye situasjoner. Det er flere studier som peker på at kreativitet spiller en viktig rolle i MPP (Contreras, 2013, s. 66–72; English, 1998, s. 98; Leikin & Elgrably, 2022, s. 35–49), men studier viser også at bruk av MPP i klasserommet hjelper elevene med å utvikle deres matematiske kreativitet (Ayvaz & Durmuş, 2021, s. 12–13). Matematisk kreativitet er dels en forutsetning for å lykkes med MPP, men samtidig kan den også utvikles ved hjelp av MPP.

Informantene i denne studien ser på det å undre seg som en egen ferdighet i matematikk og at denne ferdigheten er en forutsetning for å lykkes med MPP. Samtidig er dette en forutsetning som kan trenes opp. De påstår videre at MPP spiller en rolle i utviklingen av denne ferdigheten. På dette området er informantene på samme linje som Mason (1991). Han påstår at undervisning i skolen har som bredt mål å lære elevene å undre seg og å gi dem evner til å finne svar på sine undringer. Mason er også enig i at det er mulig å øve opp evnen til undring gjennom deltagelse i å formulere spørsmål, altså deltagelse i mathematical problem posing. Samtlige informanter ser på MPP som en mulighet for å spille på elevenes interesser. På denne måten vil arbeidet i matematikk kunne vekke engasjement og stimulere elevene til å undre seg. Informantene legger også frem måter å utvikle elevenes evne til undring. En informant gir elevene roller i læringspar hvor en av rollene er å stille kritiske spørsmål til den andre. En annen informant lar elevene lage hypoteser i matematikk som skal undersøkes.

Mathematical problem posing kan ses på som en kompleks oppgave hvor elevene ikke bare skal løse en problemstilling, men i tillegg konstruere problemstillingen på egenhånd. For å mestre en slik oppgave vil elevene måtte bruke tid på problemet. Det vil si at informantene ser på matematisk utholdenhet som en forutsetning. Matematisk utholdenhet krever ifølge Bandura (2010, s. 202–231) at elevene har mestringsforventning som har blitt opparbeidet gjennom opplevelse av tidligere suksess. Informantene påpeker at man må starte med enkle situasjoner i semistrukturert MPP før man øker kompleksiteten. Årsaken til dette er at elever

ikke skal bli forvirret på grunn av for mange valgmuligheter. Når elevene opplever at de mestrer dette, kan man øke antall frihetsgrader i situasjonene som brukes i semistrukturerte oppgaver. Elevene opparbeider på denne måten mestringsforventning. Resultatet av dette er, ifølge informantene, at elevene utvikler den nødvendige matematiske utholdenheten. En annen informant uttrykker at vi må øve opp elevene til å tåle frustrasjon. Med bakgrunn i Bandura sin teori, kan man hevde at matematisk utholdenhet er forutsetning samtidig som det er en ferdighet som kan utvikles.

Informantene fremhever at det er viktig med samarbeid og trygg og god delingskultur i klasserommet for å lykkes med mathematical problem posing. De uttrykker at deling og samarbeid vil gjøre elevene tryggere og flinkere til å lage egne problemstillinger. Gjennom deling og dialog kan man berike hverandres kreativitet, samt avdekke og rette opp i misoppfatninger. Ozdemir og Sahal (2018, s. 128) beskriver hvordan det oppstod en vennlig konkurranse blant elevene gjennom å dele problemstillinger. Dette stimulerte til økt kreativitet i produksjonen av problemstillinger. Videre er det mange studier som peker på at MPP inviterer til samarbeid og at både lærer og medelever kan hjelpe elever til å rette opp i misoppfatninger (English, 1997, s. 207; Kopparla & Capraro, 2018, s. 8; Lavy & Bershadsky, 2003, s. 382; McDonald & Smith, 2020, s. 421; Ozdemir & Sahal, 2018, s. 128). Samtlige av disse studiene fremhever hvordan MPP legger til rette for dialog i klasserommet og hvordan dette gir en situasjon hvor man kan hjelpe hverandre til å rette opp i misoppfatninger.

Informantene fremhever at god delingskultur kan opparbeides i klasserommet og utdyper hvordan man kan legge til rette for dette. En informant trekker frem at det settes krav til deling av ideer gjennom hele utdanningsløpet. En annen beskriver hvordan roller i samarbeid kan stimulere til økt engasjement. Vedkommende sitt eksempel gikk ut på at elevene byttet på å ha rollen som konstruktiv kritiker. Dette hjalp elevene med å stille fruktbare spørsmål til hverandre i samarbeidet. Kopparla og Capraro (2018, s. 8) fremhever også i sin studie at den gode dialogen knyttet til MPP må trenes opp i elevgruppen.

Avslutningsvis kan man påpeke at en forutsetning går på tvers av flere forutsetninger i dette delkapittelet. Det er at man skal øke kompleksiteten i oppgavene gradvis. Dette støtter opp utviklingen av både oppgaveforståelse og matematisk utholdenhet.



### 5.3 Hindringer

Informantene fremhever flere utfordringer knyttet til bruk av mathematical problem posing. Disse utfordringene kan fungere som hindringer som gjør at lærere vegrer seg for å bruke MPP i større omfang. Hindringer som blir trukket frem er relatert til en frykt for at bruk av MPP vil lede til lav faglig progresjon.

En hindring som fremheves er at problemstillingene som elevene produserer kan ha lav kvalitet. Dette blir av informantene sett på som en hindring ettersom det anses som en trussel for elevenes optimale faglige utvikling. Dette er likt det som er funnet i en tidligere studie (Li et al., 2020, s. 335). I den studien svarte 61% av de deltagende lærerne at lav kvalitet på problemstillinger var en utfordring. De mente at mangel på livserfaring, matematiske kunnskaper og matematisk tenking gjorde at elevene ville lage problemstillinger som enten var for enkle, repetitive, irrelevante eller ikke løsbare. At elever langer for enkle problemstillinger ble også funnet av Lavy og Shriki (2010, s. 20). De fant i sin studie at elever valgte enkle problemstillinger på grunn av manglende matematiske kunnskaper. Informantene i min studie mener at problemstillingene bygger på ferdigheter elevene allerede har og derfor ikke utfordrer elevene nok. Videre fremheves det at elevene lager problemstillinger som er lite relevante i forhold til regnetekniske ferdigheter som er aktuelle i undervisningen. Lite utfordrende problemstillinger med liten variasjon kan lede til lav faglig progresjon.

Noen av informantene ser på tidsbruk som en hindring. De mener at MPP er en oppgavetype som krever at elevene bruker mye tid på hver enkelt oppgav. Ses dette på i kombinasjon med potensielt lav kvalitet på problemstillinger, styrkes denne hindringen. Balansen mellom tid brukt på MPP og læringsutbytte blir dårlig. Dette oppleves som en hindring ettersom det kreves en viss faglig progresjon for å komme gjennom læreplanens regnetekniske mål. To informanter mener at elever kan oppdage matematikk gjennom bruk av MPP, men at dette er ineffektivt.

I denne sammenheng er det hensiktsmessig å ta frem skillet mellom innlæring og dybdelæring. Informantene trekker derfor frem regnetekniske forutsetninger for å at balansere ut denne hindringen. Som om det er hindringer fremheves MPP som et supplement til undervisningen. Dette splittede synet kan man si støttes ettersom regnetekniske og

konseptuelle ferdigheter i matematikk går hånd i hånd med MPP (McDonald & Smith, 2020, s. 419). I sin studie samlet McDonald og Smith ulike studier knyttet til MPP for å jobbe for å få endret læreplanen i Skottland. De oppsummerer sine funn knyttet til matematisk kunnskap og MPP med å si at mangel på matematisk kunnskap hindrer mathematical problem posing, mens MPP kan fungere som et verktøy til å avsløre mangel på matematisk kunnskap.

En annen hindring som fremheves av informantene, er at elevene kan bli forvirret av kompleksiteten i mathematical problem posing. Lærere kan vegre seg for å bruke MPP ettersom de ser for seg at elever ikke kommer i gang med arbeidet. Dette sammenfaller også med svar lærere oppgav til Li et.al (2020, s. 335). Lærere fremhever der særlig tre elementer som kan hindre elevenes faglige utbytte av arbeid med MPP. 51% svarer at de frykter at elevene har lite erfaring med MPP, 18% frykter en språkbarriere og 11% at elevene mangler selvtillit nok til å gå i gang med MPP. Særlig er det kompleksiteten i språket som informantene i min studie trekker frem som forvirrende. Det er gjerne mye tekst og informasjon i ulike representasjoner. Samtidig forventes det at elevene også bruker ulike representasjoner i problemstilling og løsningen av den. Alt dette skaper en forventning hos informantene om at elever med lav måloppnåelse i matematikk vil slite med å komme i gang eller å fullføre en MPP-oppgave. Dette gjenspeiles også i at informantene er redde for at elever med lav motivasjon ikke får ytt maksimalt i møte med MPP. Dette er på lik linje med studien til Li et.al hvor 11% svarer at de forventer at elever ikke har selvtillit i møte med MPP.

Manglende matematisk utholdenhet ser også informantene på som en hindring i elevenes møte med MPP. Elevene er generelt vant til å finne svar hurtig og mangler derfor forutsetninger for å gruble på en oppgave over tid. Dette er egenskaper som kreves for å lykkes med MPP. I Li et.al sin studie (2020, s. 335) svarer 51% at de mener elevene ikke har erfaring nok med MPP til å klare en slik oppgave godt. Dette er et svar i samme retning som informantene i denne undersøkelsen. Videre svarer samtlige informanter at man derfor må starte med få frihetsgrader og deretter øke antall frihetsgrader i MPP for å trene elevene på denne utholdenheten. En slik tilnærming vil være i tråd med Bandura sin teori om mestringsforventning (2010, s. 202–231). Få frihetsgrader vil øke sjansen for at elevene føler at de mestrer oppgaven og mestringsforventningen bygges opp. Som resultat av dette vil både motivasjon og matematisk utholdenhet bygges opp. Man kan derfor argumentere for at

informantene tenker i riktig retning når de vil sakte øke antall frihetsgrader for å bygge opp den nødvendige matematiske utholdenhet.

Informantene ser på manglende konsensus rundt vurdering av elevarbeid innen mathematical problem posing som en hindring. Dette hindrer dem ikke i å anvende MPP i formativ vurdering, men heller i summativ vurdering. I Li et.al (2020, s. 335) sin studie svarer 12% av lærerne at de er usikre på hvordan besvarelser innen MPP skal bedømmes og hvordan de skal gi tilbakemeldinger til elevene. Det er vurderingskriteriene knyttet til MPP som informantene i min studie er usikre på. Det kreves mye samarbeid på tvers av trinn og skoler for å komme frem til enighet rundt vurdering. Konkrete vurderingskriterier er sentralt for at lærere skal føle det som komfortabelt å anvende MPP i summativ vurdering. Det foreligger i dag vurderingskriterier fra sentralt hold. Disse er formulert på en slik måte at det er rom for subjektivitet i vurderingen. Dette bidrar til usikkerhet blant lærere. Kriterier til besvarelser i MPP som kan vurderes er kvantitet, originalitet og kompleksitet (Silver & Cai, 2005, s. 131–134). Kvantitet sikter til antallet problemstillinger elevene kan lage og løse. En fare er da at elevene lager mange, men enkle oppgaver. Originalitet innebærer at elevene er kreative. Dette fremheves særlig som et punkt som er vanskelig å vurdere av informantene. Kompleksitet innebærer at løsningen krever ulike representasjoner og et økende antall steg i løsningen av problemet. I summativ vurdering i norsk sammenheng legges det vekt på kompleksitet.

En interessant forskjell mellom informantene i denne studien og lærerne i Li et.al (2020, s. 335) sin studie, er at ingen informanter fremhever at MPP skal ha negativ innvirkning på avsluttende vurdering. Dette kan ha å gjøre med ulike læreplaner i Norge sammenliknet med Kina, hvor respondentene til Li et.al kommer fra. De norske lærerne har hatt tid til å fordøye at det er en ny læreplan hvor MPP er del av både kjerneelement og kompetansemål. Videre er norske lærere klar over at MPP er en del av avsluttende vurdering og at øving på MPP derfor vil ha positiv effekt på avsluttende vurdering for deres elever. En annen forskjell er at informantene ikke trekker frem lærerperspektiv blant hindringene. Informantene har utelukkende et elevperspektiv på hindringer der andre studier viser at lærere har et større innslag av lærerperspektiv (Li et al., 2020, s. 334–340). Hva dette skyldes kan ikke avdekkes fra datamaterialet i denne studien.

## 6. Konklusjon

Målet for denne kvalitative studien er å bidra til mer kunnskap knyttet til bruk av mathematical problem posing norsk skole. Økt innsikt vil være av interesse ettersom MPP er en måte å komme læreplanens i møte. Problemstillingen som denne oppgaven forsøker å besvare er derfor:

*Hva fremhever fire ungdomsskolelærere som sentralt ved bruk av semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing i matematikkundervisningen?*

For å besvare denne problemstillingen ble fire lærere ved ulike ungdomstrinn intervjuet med en semistrukturert MPP-oppgave som grunnlag. Empirien som gir grunnlaget for svaret på problemstillingen, er derfor transkripsjonen av disse intervjuene. Gjennom systematisk tekstkondensering av empirien ble det funnet at informantene fremhever elementer innenfor tre hovedområder:

1. Hensikt med bruk av mathematical problem posing
2. Forutsetninger for effektiv bruk av mathematical problem posing
3. Hindringer for å drive med mathematical problem posing

Informantene uttrykker seg stort sett samsvarende, men synet på vurdering gjennom bruk av semistrukturert MPP varierer. I dette kapittelet vil sentrale funn bli presentert, det vil bli belyst hva slags implikasjoner funnene gir og jeg som forsker presentere egne refleksjoner.

### 6.1 Oppsummering av sentrale funn

Det fremheves av informantene at det er fordeler knyttet til bruk av mathematical problem posing som del av matematikkundervisningen. Et resultat er derfor:

***Bruk av mathematical problem posing i undervisningen gagnar elevene gjennom at MPP er en ferdighet de trenger, at MPP er et nyttig pedagogisk verktøy og at elevene blir mer motivert.***

I elevenes nåværende og fremtidige hverdag, kommer de til å måtte bruke matematikk uten at noen forteller dem hva de bør lure på. Det å kunne finne matematiske problemstillinger er derfor en ferdighet de trenger og MPP kan ansees som en egnet ferdighet og et mål i seg selv.

Videre ansees MPP som et mål i seg selv ettersom det å lage egne problemstillinger er en ferdighet elevene trenger for å få et godt resultat på avsluttende eksamen i matematikkfaget.

Informantene fremhever flere aspekter som viser at de ser på mathematical problem posing som et nyttig pedagogisk verktøy. For det første fremheves det at MPP er en brobygger mellom kunnskapen elevene får i klasserommet og deres hverdag utenfor skolen. Dette vil kunne bidra til å gjøre matematikkfaget virkelighetsnært og relevant. Som konsekvens vil dette øke elevenes motivasjon i faget. Det fremheves også at MPP kan spille en rolle i tilpasset opplæring ettersom elevene lager problemstillinger som krever matematikk som de mestrer. Denne mestringsfølelsen vil også bidra til økt motivasjon i faget. Det fremheves også at MPP fremmer samarbeid mellom elever og mellom elever og lærer. I så måte kan MPP legge til rette for at du som lærer kan få innblikk i elevenes matematiske tenking og gi dem bedre veiledning. MPP kan være sentral i formativ vurdering av elevene. Det fremheves også at MPP kan fremme elevenes matematiske utholdenhet gjennom at de arbeider med virkelighetsnære situasjoner og får dra nytte av egen kunnskap og erfaringer.

For å oppnå fordelene som mathematical problem posing kan gi, kommer det frem at det må være visse forutsetninger til sted. Et sentralt funn er derfor:

***Matematisk kunnskap, oppgavekunnskap, matematisk utholdenhet og delingskultur er sentralt for å oppnå fordelene mathematical problem posing kan gi.***

Samtlige informanter fremhever at matematisk kunnskap må ligge til grunn før MPP kan brukes i undervisningen. Det er to årsaker til dette. Først argumenteres det for at det er vanskelig å lage problemstillinger som bygger på regnetekniske ferdigheter og matematiske begreper elevene ikke har. Videre fremheves det at MPP er tidkrevende og bruker tid man ikke har til rådighet. Videre fremheves det at elevene trenger oppgavekunnskap for å mestre semistrukturerte MPP-oppgaver. Her er det sentralt at semistrukturerte MPP-oppgaver er komplekse. Elevene skal sette seg inn i en situasjon, finne noe relevant å lure på og besvare egen problemstilling. En forutsetning for å gi elevene oppgavekunnskapen er å lede elevene gjennom økende grad av kompleksitet. Dette kan man gjøre ved å begrense mengden informasjon og valgmuligheter semistrukturert MPP gir i en startfase. Ettersom eleven opparbeider oppgavekunnskap, kan man øke mengden informasjon og antall valgmuligheter eleven får. En annen effekt av dette vil være at elevene får opparbeidet matematisk

utholdenhet. Informantene ser på matematisk utholdenhet som en forutsetning for å tåle tidsbruken en semistrukturerte oppgaver krever. Semistrukturerte oppgaver i skolen bygger gjerne på fagets kjerneelementer. Derfor fremheves vokabular som en forutsetning. Elevene trenger kunnskap om matematiske og ikke-matematiske ord, samt begrepene fra fagets kjerneelementer. Det fremheves også at god delingskultur er sentralt for å utnytte fordelene MPP gir. Elevene må tørre å dele både gode og dårlige problemstillinger for å kunne få veiledning av både medelever og lærer. Dette fordrer at det er opparbeidet en god delingskultur i elevgruppen.

Det foreligger en del hindringer for å bruke mathematical problem posing i lærernes undervisningspraksis. Disse fremheves av informantene og kan oppsummeres slik:

***Det er en opplevelse av at semistrukturert mathematical problem posing kan lede til lav faglig progresjon. Dette, i tillegg til mangel på konsensus rundt summativ vurdering, fremheves som en hindring.***

Informantene trekker frem at semistrukturerte MPP-oppgaver gir elevene mulighet til å velge matematiske metoder og vanskegrad selv. Selv om dette ses på som en fordel, fremheves det samtidig at dette kan bidra til lavere faglig progresjon. Elevene kan velge tema som ikke er relevante for matematikkundervisningen og de kan velge vanskegrad som i liten grad tvinger dem til å utvikle deres kognitive ferdigheter. Flere informanter uttrykker at elevene mangler matematisk utholdenhet. Dette fremheves som en hindring for å bruke MPP. Den siste hindringen som blir fremhevet er mangel på konsensus rundt summativ vurdering knyttet til semistrukturert MPP.

## 6.2 Veien videre og oppfølging av studien

Resultater fra fenomenologiske studier av denne sorten er ikke en universell sannhet, men et tilskudd til en stadig evolverende kunnskapsbank innen et tema. Denne studien henter ut et øyeblikksbilde av hva fire ungdomsskolelærere fremhever som sentralt ved bruk av semistrukturert mathematical problem posing. Selv om det er få informanter, så er alle innenfor samme kontekstuelle ramme og man kan argumentere for at man kan generalisere funnene til å gjelde flere matematikklærere på ungdomstrinnet.

Matematikklærere i studien ser fordeler ved bruk av mathematical problem posing selv om de ikke kjenner begrepet fra før. Dette viser at det eksisterer et grunnlag for motivasjon blant lærere til å inkorporere MPP i egen undervisningspraksis. Det skal derfor ikke så mye til før flere matematikklærere begynner å bruke metoden mer. Samtidig er det flere fordeler ved MPP som ikke blir nevnt. Eksempelvis koblingen til problemløsingssykluser. Videre fremheves det flere forutsetninger for å utnytte fordelene MPP gir for elevenes faglige utvikling. Disse er matematiske kunnskaper, oppgavekjennskap, matematisk utholdenhet og delingskultur. Flere studier peker i retning av forutsetningene er ferdigheter som fremmer MPP, men samtidig at MPP kan fremme disse ferdighetene. Påvirkningen går med andre ord begge veier. Det kan derfor være gunstig å begynne å bruke MPP i undervisningen fra et så tidlig tidspunkt som mulig.

Utfordringene informantene fremhever knyttet til MPP og som kan oppleves som en hindring, er nyttige for lærere å være klar over. Utfordringene ligger i valg av matematiske ferdigheter som benyttes, vanskegrad og matematisk utholdenhet. Disse hindringene er berettiget om man tenker at MPP skal brukes til utvikling av ny matematisk kunnskap. På den annen side er MPP sin hovedoppgave ikke å gi elevene nye matematiske kunnskaper, men heller å gi elevene dybdeforståelse. Den nye læreplanen har færre kompetansemål, men et større fokus på dybdelæring gjennom fagets kjerneelementer. Det vil si at man bør prioritere MPP høyere blant arbeidsmetoder for å dekke læreplanens krav til dybdelæring. Videre bør prioriteringen skje tidligere i undervisningen enn det som faller naturlig for matematikklærere. Denne erkjennelsen kommer ikke av seg selv og burde initieres fra sentralt hold, som for eksempel fra skoleledelse, etater og direktorater. Innføring av MPP som del av eksamen er eksempel på at det settes fokus på MPP fra sentralt hold.

Informantenes uttalelser viser at det mangler konsensus rundt vurdering av semistrukturerte MPP-oppgaver. Dette oppleves som en hindring i å drive med MPP i undervisningen, særlig i formell vurdering av elever. Det er derfor et stort behov for å styrke læreres kompetanse på vurdering av denne typen oppgaver og å sikre at elevbesvarelser blir vurdert likt på tvers av klasserom og ikke minst geografisk beliggenhet. Det uttrykkes et behov fra informantene om tydeligere vurderingskriterier for å sikre læreres tiltro til egen og andres vurdering. Lærere etterspør mer konkrete vurderingskriterier, hvilket bør komme fra sentralt hold.

Denne studien hadde hovedfokus på semistrukturert MPP, men informantene nevner flere erfaringer knyttet til MPP generelt. Informantene trekker frem tidligere erfaring med ulike frihetsgrader og ulike manipuleringer av oppgaver som faller inn under MPP. Det som ikke fremkommer tydelig, er om de har erfaring innen timing. De uttrykker ikke et bevisst forhold til når i problemløsningsprosessen MPP er i bruk. Særlig blir det ikke nevnt at reformulering av problemstillinger er en sentral brikke i problemløsning og MPP. Dette indikerer hull i kunnskapen om MPP og at det er behov for å implementere MPP i større grad i skoler og i utdanning av nye lærere.

### 6.3 Forskerens egne refleksjoner

Jeg vil innlede det siste kapittelet med en personlig opplevelse knyttet til MPP. I forbindelse med undervisning om prosentregning, ble det tydelig at en elev med lav måloppnåelse kun memorerte prosedyrer knyttet til eksempler med tall. Det ble ikke skapt bilder i hodet som kunne la seg overføre til andre situasjoner. Eleven ble bedt om å lage egne situasjoner og problemstillinger knyttet til prosentregning. Da eleven laget egne situasjoner og tilhørende problemstillinger, gikk det opp et lys for eleven. Vedkommende fikk deretter større evne til å overføre kunnskap fra en situasjon til en annen. Dette viser at MPP kan fungere som et tilskudd til normal undervisning som kan hjelpe elever.

Arbeidet med dette forskningsprosjektet har ledet meg til å reflektere rundt min egen lærergjerning, alt fra lærerstudiet til egen undervisningspraksis og tilpassing til ny læreplan. Jeg kan ikke erindre at mathematical problem posing, eller andre lignende pedagogiske verktøy, ble nevnt i utstrakt grad i lærerutdanningen min tidlig på 2000-tallet. Det kan hende det har endret seg, men jeg har ikke inntrykk av dette i møte med nyutdannede kolleger. Jeg mener at denne metoden er såpass verdifull at den bør komme inn i skolen og forbli der. Selv om tanker knyttet til MPP har foregått siden antikk, har den kun fått oppmerksomhet i didaktisk forskning den senere tid. Det er grunn til å tro at MPP blir etablert som en arbeidsmetode i matematikkundervisningen på norske skoler i årene som kommer. Fordelene mathematical problem posing gir, tilsier at det er ønskelig med mer kunnskap om metoden og at den blir mer brukt i undervisning.



# Litteratur

- Ayvaz, Ü., & Durmuş, S. (2021). Fostering mathematical creativity with problem posing activities: An action research with gifted students. *Thinking Skills and Creativity*, 40, 100846. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100846>
- Bandura, A. (2010). *Self-efficacy in changing societies*. Cambridge University Press.
- Barnes, A. (2019). Perseverance in mathematical reasoning: The role of children's conative focus in the productive interplay between cognition and affect. *Research in Mathematics Education*, 21(3), 271–294. <https://doi.org/10.1080/14794802.2019.1590229>
- Bonotto, C. (2013). Artifacts as sources for problem-posing activities. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 37–55. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9441-7>
- Cai, J., & Hwang, S. (2020). Learning to teach through mathematical problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 102, 101391-. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.01.001>
- Cantor, G. (1867). *De aequationibus secundi gradus indeterminatis*. Schultz.
- Chen, L., Van Dooren, W., & Verschaffel, L. (2015). Enhancing the Development of Chinese Fifth-Graders' Problem-Posing and Problem-Solving Abilities, Beliefs, and Attitudes: A Design Experiment. I F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Red.), *Mathematical Problem Posing: From Research to Effective Practice* (s. 309–329). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3\\_15](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_15)
- Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forl.

- Christou, C., Mousoulides, N., Pittalis, M., Pitta-Pantazi, D., & Sriraman, B. (2005). An empirical taxonomy of problem posing processes. *ZDM*, 37(3), 149-  
<https://doi.org/10.1007/s11858-005-0004-6>
- Cohen, L., Morrison, K., & Manion, L. (2018). *Research methods in education* (Eighth edition.). Routledge.
- Contreras, J. N. (2013). Fostering Mathematical Creativity through Problem Posing and Modeling using Dynamic Geometry: Viviani's Problem in the Classroom. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 4(2).  
<https://doi.org/10.7916/jmetc.v4i2.632>
- Dalland, O. (2017). *Metode og oppgaveskriving* (6. utg.). Gyldendal akademisk.
- DiNapoli, J., & Miller, E. K. (2022). Recognizing, supporting, and improving student perseverance in mathematical problem-solving: The role of conceptual thinking scaffolds. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, 100965-  
<https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100965>
- DiNapoli, J., & Morales, H. J. (2021). Translanguaging to Persevere Is Key for Latinx Bilinguals' Mathematical Success. *Journal of Urban Mathematics Education*, 14(2).  
<https://doi.org/10.21423/jume-v14i2a390>
- Dwi Kurino, Y., & Cahyaningsih, U. (2020). The Effect of Realistic Mathematic Education towards Student' Learning Motivation in Elementary School. *Journal of Physics. Conference Series*, 1477(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042043>
- Einstein, A. (1938). *Physik als Abenteuer der Erkenntnis*. Sijthoff.
- Ellerton, N. F. (1986). Children's Made-Up Mathematics Problems: A New Perspective on Talented Mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 17(3), 261–271.  
<https://doi.org/10.1007/BF00305073>

- English, L. D. (1997). The Development of Fifth-Grade Children's Problem-Posing Abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34(3), 183–217.  
<https://doi.org/10.1023/A:1002963618035>
- English, L. D. (1998). Children's Problem Posing within Formal and Informal Contexts. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 83–106.  
<https://doi.org/10.2307/749719>
- Fauskanger, J., & Mosvold, R. (2015). En metodisk studie av innholdsanalyse – med analyser av matematikklæreres undervisningskunnskap som eksempel. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 20(2), 79–96.
- Giorgi, A., & Anstoos, C. M. (1985). *Phenomenology and psychological research: Essays*. Duquesne University Press.
- Graneheim, U. H., Lindgren, B.-M., & Lundman, B. (2017). Methodological challenges in qualitative content analysis: A discussion paper. *Nurse Education Today*, 56, 29–34.  
<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.06.002>
- Hadamard, J. (1945). *An essay on the psychology of invention in the mathematical field*. Princeton University Press.
- Haghverdi, M., & Gholami, M. (2015, september 16). *A Study of the Effect of using «What if Not» Strategy in Posing Geometry Problems*.
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277–1288.  
<https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Ilyas, M., Ma'rufi, & Basir, F. (2019). Students metacognitive skill in learning mathematics through cooperative based emotional intelligence. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397(1), 012089. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012089>

- Jakobsen, A. N., & Waldenstrøm, L. (2017). Fra lærerstyrt undervisning til varierte læringsformer. *Nordic Journal of STEM Education*, 1(1).  
<https://doi.org/10.5324/njsteme.v1i1.2330>
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Abstrakt.
- Jovin, C., Einseth, A., & PEDLEX norsk skoleinformasjon. (2008). *Matematikkvansker: Metode og teori*. Pedlex norsk skoleinformasjon.
- Kapur, M. (2008). Productive Failure. *Cognition and Instruction*, 26(3), 379–424.  
<https://doi.org/10.1080/07370000802212669>
- Kapur, M. (2015). The preparatory effects of problem solving versus problem posing on learning from instruction. *Learning and Instruction*, 39, 23–31.  
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.05.004>
- Kilpatrick, J. (1985). A Retrospective Account of the Past 25 Years of Research on Teaching Mathematical Problem Solving. I E. A. Silver (Red.), *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving* (s. 15–30). Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9780203063545-8>
- Kilpatrick, J. (1987). Problem formulating: Where do good problems come from? I A. H. Schoenfeld (Red.), *Cognitive science and mathematics education* (1st Edition, s. 123–147). Routledge.
- Kontorovich, I., Koichu, B., Leikin, R., & Berman, A. (2012). An exploratory framework for handling the complexity of mathematical problem posing in small groups. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31(1), 149–161.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2011.11.002>

- Kopparla, M., & Capraro, M. M. (2018). Portrait of a Second-Grade Problem Poser. *European Journal of STEM Education*, 3(2). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/2684>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del—Verdier og prinsipper for grunnsopplæringen*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-for-grunnsopplaringen/id2570003/>
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i matematikk (MAT01-05)*. <https://www.udir.no/lk20/mat01-05?lang=nob>
- Kunnskapsdepartementet. (2022). *Rapport om hjelpemidler til eksamen i matematikk 2022*. <https://www.udir.no/eksamen-og-prover/eksamen/hjelpemidler-til-eksamen-i-matematikk-2022/>
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Gyldendal akademisk.
- Lavy, I., & Bershadsky, I. (2003). Problem posing via “what if not?” strategy in solid geometry—A case study. *The Journal of Mathematical Behavior*, 22(4), 369–387. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2003.09.007>
- Lavy, I., & Shriki, A. (2010). Engaging in problem posing activities in a dynamic geometry setting and the development of prospective teachers’ mathematical knowledge. *The Journal of Mathematical Behavior*, 29(1), 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2009.12.002>
- Leikin, R., & Elgrably, H. (2022). Strategy creativity and outcome creativity when solving open tasks: Focusing on problem posing through investigations. *ZDM*, 54(1), 35–49. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01319-1>

- Li, X., Song, N., Hwang, S., & Cai, J. (2020). Learning to teach mathematics through problem posing: Teachers' beliefs and performance on problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 105(3), 325–347. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09981-0>
- Limin, C., VAN DOOREN, W., & VERSCHAFFEL, L. (2013). The Relationship between Students' Problem Posing and Problem Solving Abilities and Beliefs: A Small-Scale Study with Chinese Elementary School Children. *Frontiers of Education in China*, 8(1), 147–161. <https://doi.org/10.3868/110-002-013-0010-5>
- Ma, L. (2020). *KNOWING AND TEACHING ELEMENTARY MATHEMATICS: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. (Third edition.). ROUTLEDGE.
- Mahendra, R., Slamet, I., & Budiyo. (2017). Problem Posing with Realistic Mathematics Education Approach in Geometry Learning. *Journal of Physics. Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012046>
- Malterud, K. (2011). *Kvalitative metoder i medisinsk forskning: En innføring* (3. utg.). Universitetsforl.
- 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: Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond* (s. 57–73). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-38840-3_5)
- Mason, J. (1991). *Fostering and sustaining mathematics thinking through problem-solving*. Deakin University.

- McDonald, P. A., & Smith, J. M. (2020). Improving mathematical learning in Scotland's Curriculum for Excellence through problem posing: An integrative review. *Curriculum Journal (London, England)*, 31(3), 398–435. <https://doi.org/10.1002/curj.15>
- McKellar, S. E., Cortina, K. S., & Ryan, A. M. (2020). Teaching practices and student engagement in early adolescence: A longitudinal study using the Classroom Assessment Scoring System. *Teaching and Teacher Education*, 89, 102936-. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102936>
- Meld. St. 28. (2015). *Fag—Fordypning—Forståelse. En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/e8e1f41732ca4a64b003fca213ae663b/no/pdfs/stm201520160028000dddpdfs.pdf>
- Mestre, J. P. (2002). Probing adults' conceptual understanding and transfer of learning via problem posing. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 23(1), 9–50. [https://doi.org/10.1016/S0193-3973\(01\)00101-0](https://doi.org/10.1016/S0193-3973(01)00101-0)
- NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole—Fornyelse av fag og kompetanser*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/?ch=1>
- Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den videregående opplæringa* (LOV-1998-07-17-61). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61>
- Ozdemir, A. S., & Sahal, M. (2018). The Effect of Teaching Integers through the Problem Posing Approach on Students' Academic Achievement and Mathematics Attitudes. *Eurasian Journal of Educational Research*, 18(78), 1–21. <https://doi.org/10.14689/ejer.2018.78.6>

- Papadopoulos, I., Patsiala, N., Baumanns, L., & Rott, B. (2021). Multiple Approaches to Problem Posing: Theoretical Considerations Regarding its Definition, Conceptualisation, and Implementation. *CEPS Journal*, 12(1), 13–34.  
<https://doi.org/10.26529/cepsj.878>
- Parhizgar, Z., Dehbashi, A., Liljedahl, P., & Alamolhodaie, H. (2022). Exploring students' misconceptions of the function concept through problem-posing tasks and their views thereon. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(12), 3261–3285. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1937732>
- Pólya, G. (1971). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Postholm, M. B., & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Priest, D. J. (2009). *A problem-posing intervention in the development of problem-solving competence of underachieving, middle-year students* [Phd, Queensland University of Technology]. <https://eprints.qut.edu.au/31740/>
- Rodríguez, S., Estévez, I., Piñeiro, I., Valle, A., Vieites, T., & Regueiro, B. (2021). Perceived Competence and Intrinsic Motivation in Mathematics: Exploring Latent Profiles. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 13(16), 8707-.  
<https://doi.org/10.3390/su13168707>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67.  
<https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Schindler, M., Bakker, A., Sub Mathematics Education, & Mathematics Education. (2020). Affective field during collaborative problem posing and problem solving: A case



- study. *Educational Studies in Mathematics*, 105(3), 303–324.
- <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09973-0>
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics (Reprint). *Journal of Education (Boston, Mass.)*, 196(2), 1–38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Silber, S., & Cai, J. (2021). Exploring underprepared undergraduate students' mathematical problem posing. *ZDM*, 53(4), 877–889. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01272-z>
- Silver, E. A. (1994). On Mathematical Problem Posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19–28.
- Silver, E. A. (2013). Problem-posing research in mathematics education: Looking back, looking around, and looking ahead. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 157–162. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9477-3>
- Silver, E. A., & Cai, J. (2005). Assessing Students' Mathematical: PROBLEM POSING. *Teaching Children Mathematics*, 12(3), 129–135. <https://doi.org/10.5951/TCM.12.3.0129>
- Singer, F. M., Ellerton, N., & Cai, J. (2013). Problem-posing research in mathematics education: New questions and directions. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9478-2>
- Sjøberg, S. (2004). *Naturfag som allmenndannelse: En kritisk fagdidaktikk* (2. utg.). Gyldendal akademisk.
- Smith, K. (2007). Vurdering som et motivasjonsfremmende redskap for læring. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 91(2), 100–106. <https://doi.org/10.18261/ISSN1504-2987-2007-02-02>
- Stoyanova, E. (1998). Problem Posing in Mathematics Classrooms. I A. McIntosh & N. Ellerton (Red.), *Research in mathematics education: A contemporary perspective* (s.

- 164–181). Mathematics, Science & Technology Education Centre, Edith Cowan University. <https://ro.ecu.edu.au/ecuworks/6799/>
- Stoyanova, E. (2003). Extending students' understanding of mathematics via problem-posing. *Australian Mathematics Teacher*, 59(2), 32–40.  
<https://doi.org/10.3316/aeipt.129365>
- Sunanto, R. F., Apriliani, R., & Nafi'ah, W. (2020). Students' Mathematical Problem Solving Abilities: The Impact of The Co-Op Co-Op Cooperative Learning Model and Missouri Mathematics Project. *Desimal: Jurnal Matematika*, 3(3), Artikel 3.  
<https://doi.org/10.24042/djm.v3i3.7332>
- Tarim, K. (2009). The Effects of Cooperative Learning on Preschoolers' Mathematics Problem-Solving Ability. *Educational Studies in Mathematics*, 72(3), 325–340.
- Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitative metoder* (5. utg.). Fagbokforl.
- Ticha, M., & Hospesova, A. (2013). Developing teachers' subject didactic competence through problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 133–143.  
<https://doi.org/10.1007/s10649-012-9455-1>
- Tjora, A. H. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (4. utgave.). Gyldendal.
- Tufford, L., & Newman, P. (2012). Bracketing in Qualitative Research. *Qualitative Social Work*, 11(1), 80–96. <https://doi.org/10.1177/1473325010368316>
- Usmadi, U., Hasanah, H., & Ergusni, E. (2020). The Impact of the Implementation Three-Step Interview Cooperative Learning Model in Mathematics Learning Toward the Learners' Activities And Outcomes. *Malikussaleh Journal of Mathematics Learning (MJML)*, 3(1), Artikel 1. <https://doi.org/10.29103/mjml.v3i1.2447>

Utdanningsdirektoratet. (2022, januar 14). *Eksempel på helt oppgavesett i matematikk 10.*

*Trinn, med hjelpemiddel.*

[https://www.udir.no/contentassets/a97119d8db0f476eb6f7e9d4adb51e41/del-med-hjelpemidler\\_ny.pdf](https://www.udir.no/contentassets/a97119d8db0f476eb6f7e9d4adb51e41/del-med-hjelpemidler_ny.pdf)

Van Harpen, X. Y., & Presmeg, N. C. (2013). An investigation of relationships between students' mathematical problem-posing abilities and their mathematical content knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, *83*(1), 117–132.

Vos, P. (2018). "How real people really need mathematics in the real world" —Authenticity in mathematics education. *Education Sciences*, *8*(4), 195-.

<https://doi.org/10.3390/educsci8040195>

Walkington, C. (2017). Design Research on Personalized Problem Posing in Algebra. I *North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. <https://eric.ed.gov/?id=ED581302>

Walkington, C., & Bernacki, M. (2015). Students authoring personalized "algebra stories": Problem-posing in the context of out-of-school interests. *The Journal of Mathematical Behavior*, *40*, 171–191. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.08.001>

Wirtz, R. W., & Kahn, E. (1982). Another Look at Applications in Elementary School Mathematics. *The Arithmetic Teacher*, *30*(1), 21–25.

<https://doi.org/10.5951/AT.30.1.0021>

Wæge, K. (2007). *Elevenes motivasjon for å lære matematikk og undersøkende matematikkundervisning* [Doktorgradsavhandling, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet]. <http://hdl.handle.net/11250/258129>

Xia, X., Lü, C., & Wang, B. (2008). Research on Mathematics Instruction Experiment Based Problem Posing. *Journal of Southwest University*.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Research-on-Mathematics-Instruction-Experiment-Xia-L%C3%BC/508ca0f744daaf793b1d0bde37b247aac91ea9df>

## 7. Vedlegg 1: Informasjonsskriv med samtykkeskjema

### Vil du delta i forskningsprosjektet

#### ***”Hvordan kan lærere anvende semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing på ungdomstrinnet”?***

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan lærere på ungdomstrinnet ser på bruk av semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Jeg heter Sigmund Drangfelt og skriver en masteroppgave innenfor matematikdidaktikk ved Høgskolen i Innlandet, Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk. Jeg er interessert i mathematical problem posing, hvilket innebærer at elever selv finner matematiske problemstillinger. I mitt prosjekt avgrensner jeg det til å undersøke en type oppgave som elevene kan jobbe med som vi kan kalle for semistrukturert. Jeg ønsker å undersøke hvordan matematikklærere på ungdomstrinnet ser for seg hvordan man kan jobbe med denne oppgavetyper og hva slags fordeler og utfordringer dette medfører for elevenes faglige utvikling. Oppgaven er ment som et bidrag til kunnskap om hvordan mathematical problem posing anvendes i skolen. Temaet er av interesse ettersom læreplanen i matematikk legger opp til mer utstrakt bruk av mathematical problem posing i undervisningen.

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

Bjarte Rom, førsteamanuensis ved Høgskolen i Innlandet, er min veileder og er ansvarlig for prosjektet.

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

For å gjennomføre forskningsprosjektet trenger jeg å snakke med 4 lærere på ungdomstrinnet. Kravet for å bli spurt er at du underviser i matematikk på ungdomstrinnet skoleåret 2022/2023 og har noen års erfaring fra undervisning i matematikk på ungdomstrinnet.

Du oppfyller kravet mitt til informanter, og får derfor spørsmål om å delta.

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

Metoden som vil bli benyttet er semistrukturert intervju. Det settes av 1 time til intervjuet. Denne tiden inkluderer tid til å sette deg inn i en oppgave og tenke gjennom spørsmålene før du svarer. Det vil bli tatt lydopptak av intervjuet som blir lagret i samsvar med personvernregler og benyttes kun til dette forskningsprosjektet. Det vil bli slettet når prosjektet er avsluttet. Hvis du velger å delta i prosjektet planlegger vi over e-post en dag du har tid til å delta. Veiledende tidsramme tidspunkter er andre halvdel av august og første halvdel av september 2022.

### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst (frem til oppgaven fullføres i midten av mai) 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 vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Alle informanter og skoler vil bli anonymisert, slik at det ikke er mulig å gjenkjenne dem. Det er kun undertegnede student som har tilgang til innsamlet datamateriale da det blir lagret i et sikkert nettskjema som er passordbeskyttet.

### **Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?**

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven blir godkjent. Oppgaven skal levers i slutten av mai 2022 og sensurfrist er 6 uker etter dette. Når oppgaven er godkjent, vil det innsamlede materialet bli slettet. Dette vil si at prosjektet avsluttes 1. juli 2023.

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

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Høgskolen i Innlandet har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

## Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

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

- Veileder, Bjarte Rom, Høgskolen i Innlandet, på epost ([bjarte.rom@inn.no](mailto:bjarte.rom@inn.no)) eller på telefon: 62517859
- Student, Sigmund Drangfelt, på epost ([sigmund79@gmail.com](mailto:sigmund79@gmail.com)) eller på telefon: 97473182
- Vårt personvernombud: Usman Asghar, Høgskolen i Innlandet, på epost ([Usman.Asghar@inn.no](mailto:Usman.Asghar@inn.no)) eller telefon: 99257964

Hvis du har spørsmål knyttet til Personverntjenester sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- Personverntjenester på epost ([personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no)) eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

*Prosjektansvarlig*

Bjarte Rom

*Student*

Sigmund Drangfelt

---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «*Hvordan kan lærere anvende semistrukturerte oppgaver innen mathematical problem posing på ungdomstrinnet*», 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)



## 8. Vedlegg 2: Intervjuguide

I dette intervjuet ønsker jeg å belyse hvordan det blir jobbet med at elever selv skal lage oppgaver i matematikk i grunnskolens ungdomstrinn.

Vi tar utgangspunkt i en oppgave som var tenkt gitt på eksamen våren 2022 (se under). Du vil få 15-20 minutter til å reflektere rundt 4 spørsmål før selve intervjuet starter

### Oppgave 10

Anne er 15 år, og ønsker å ta førerkort for moped.  
Hun skal kjøpe moped når hun blir 16 år.  
Hun planlegger å selge den når hun blir 18 år.

Følgende er obligatorisk opplæring når du skal ta førerkort for moped:

Grunnkurs moped – 3 timer	1000,-
Trinnvurdering trinn 2	700,-
Sikkerhetskurs trafikk – 4 timer	2040,-
Trinnvurdering trinn 3	700,-
Sikkerhetskurs vei – 4 timer	2040,-

Samlet pris: All obligatorisk opplæring + 3 kjøretimer: kr. 8800,-

**Gebyr førerkort moped:**

Gebyr teoriprøve	660,-
Gebyr utstedelse av førerkort	310,-
Fakturagebyr	65,-



Legg til favoritt



Peugeot Speedfight 4 Pure

Pris  
16 000 kr

Mopeden bruker ca. 1/3 L bensin per mil.

Anne bor 2 km fra skolen og fra fotballbanen.

Anne har liten erfaring med moped, så hun trenger trolig flere kjøretimer.

Verditapet til en ny moped er 25–30 % det første året, 20 % det andre året og så 10 % per år.

En liter bensin koster ca. 15 kr.

Forsikring for mopeden koster 125 kr per måned.

**Bruk informasjonen ovenfor til å vise din kompetanse innen modellering og anvendelse.**

**Refleksjonsspørsmål:**

1. Hva legger du i begrepene modellering og anvendelse i denne oppgavetypen?
2. Hva slags ferdigheter trenger elevene å ha trent på for å kunne vise sin kompetanse innen modellering og anvendelse?
3. Hvordan vil du ha legge opp undervisning for å trene elevene på ferdigheter de trenger for å møte denne oppgavetypen?
4. Hvordan vil du vurdere en besvarelse på denne oppgavetypen?

## Intervjuguide

20 minutter forberedelse + 20 minutter intervju

1. Hva legger du i begrepene modellering og anvendelse i denne oppgavetypen?
2. Hva slags ferdigheter trenger elevene å ha trent på for å kunne vise sin kompetanse innen modellering og anvendelse?
3. Hvordan vil du ha legge opp undervisning for å trene elevene på ferdigheter de trenger for å møte denne oppgavetypen?
4. Hvordan vil du vurdere en besvarelse på denne oppgavetypen?

5 minutter forberedelse + 5 minutter intervju

5. Ser du nytteverdi for elevenes faglige utvikling/forståelse å jobbe med denne typen oppgave utover det å trene til eksamen?

5 minutter forberedelse + 5 minutter intervju

6. Ser du utfordringer for elevenes faglige utvikling/forståelse å jobbe med denne typen oppgave?

Bakgrunn

7. Hvor gammel er du?
8. Hva slags erfaring har du?
9. Hva slags utdanning har du?
10. Hvilket trinn jobber du på i år?

## 9. Vedlegg 3: Godkjenning fra NSD

<b>Referansenummer</b>	<b>Type</b>	<b>Dato</b>
392338	Standard	10.06.2022

### **Prosjekttittel**

Mathematical problemposing i klasserommet

### **Behandlingsansvarlig institusjon**

Høgskolen i Innlandet / Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk / Institutt for matematikk, naturfag og kroppsøving

### **Prosjektansvarlig**

Bjarte Rom

### **Student**

Sigmund Drangfelt

### **Prosjektperiode**

15.08.2022 - 01.07.2023

### **Kategorier personopplysninger**

Alminnelige

### **Rettslig grunnlag**

Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene kan starte så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det rettslige grunnlaget gjelder til 01.07.2023.

[Meldeskjema](#)

### **Kommentar**

#### **OM VURDERINGEN**

Personverntjenester har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket.

Personverntjenester har nå vurdert den planlagte behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at behandlingen er lovlig, hvis den gjennomføres slik den er beskrevet i meldeskjemaet med dialog og vedlegg.

TAUSHETSPLIKT

Deltagerne i prosjektet har taushetsplikt. Intervjuene må gjennomføres uten at det fremkommer opplysninger som kan identifisere elever.

#### VIKTIG INFORMASJON TIL DEG

Du må lagre, sende og sikre dataene i tråd med retningslinjene til din institusjon. Dette betyr at du må bruke leverandører for spørreskjema, skylagring, videosamtale o.l. som institusjonen din har avtale med. Vi gir generelle råd rundt dette, men det er institusjonens egne retningslinjer for informasjonssikkerhet som gjelder.

#### TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til den datoen som er oppgitt i meldeskjemaet.

#### LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

#### PERSONVERNPRINSIPPER

Personverntjenester vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

#### DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), og dataportabilitet (art. 20).

Personverntjenester vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

#### FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

Personverntjenester legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

Ved bruk av databehandler (spørreskjemaleverandør, skylagring eller videosamtale) må behandlingen oppfylle kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29. Bruk leverandører som din institusjon har avtale med.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

#### MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde: <https://www.nsd.no/personverntjenester/fyll-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>

Du må vente på svar fra oss før endringen gjennomføres.

#### OPPFØLGING AV PROSJEKTET

Personverntjenester vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!