Spørsmål som initierer til matematisk samtale

En kvalitativ studie som undersøker hvilke type spørsmål lærere stiller som initierer til matematisk samtale

Maren Horne Nilsen og Anna Ekkje

Masteroppgave i GLU 5-10 med fordypning i matematikkdidaktikk ved NLA Høgskolen Bergen

Våren 2023

Veileder: Christian Salvesen

NLA Høgskolen
Breistein
Postboks 74
5812 Bergen
https://nla.no/

Maren Horne Nilsen
Epost: marenhnilsen@gmail.com

Anna Ekkje
Epost: anna.djupevag@gmail.com

Sammendrag

Muntlige ferdigheter er et sentralt begrep i læreplanen i matematikk. Kommunikasjon er et viktig verktøy for klasserommet og kan være avgjørende for læringsutbyttet til elevene. Vi ønsker dermed å sette søkelys på læreres kommunikasjon og deres bevissthet rundt spørsmålsstilling.

Denne masteroppgaven legger vekt på muntlig kommunikasjon og spørsmålsstilling i matematikkundervisning på ungdomstrinnet. Studien undersøker hvilke type spørsmål lærere stiller i matematikkundervisning som initierer til matematiske samtaler, og hva mulige årsaker til deres bruk kan være. I gjennomføringen av studien ble det benyttet en kvalitativ forskningsmetode som involverte intervju og observasjon av to informanter. I analysen ble Ulleberg og Solems (2018) spørsmålsmodell anvendt for å kategorisere spørsmålene som ble stilt.

Spørsmålsmodellen (Ulleberg & Solem, 2018) er konstruert som et koordinatsystem med fire separate kvadranter som utgjør områdene A, B, C og D. Områdene over den horisontale aksen representerer lærerens kjennskap til svaret på spørsmålet som blir stilt, mens nedre halvdel indikerer mangel på kjennskap til svaret. Områdene på høyre og venstre side av den vertikale aksen indikerer hensikten bak spørsmålet som blir stilt. Området til venstre for aksen representerer orienterende spørsmål, mens til høyre for den vertikale aksen omfatter spørsmål av påvirkende hensikt.

Studiens resultater viser at lærernes bruk av spørsmål varierer. Gjennom analysen og drøftingen har vi observert at spørsmål fra område B, C og D i stor grad kan initiere til matematisk samtale, mens spørsmål fra område A ikke alene har denne effekten. Videre har vi drøftet mulige årsaker til lærernes bruk av de ulike områdene.

En av målsettingene med denne masteroppgaven var å kunne bidra til økt forståelse for hvordan lærere kan stimulere til matematisk samtale i klasserommet, i arbeid med problemløsning. Resultatene fra studien kan derfor være nyttige for lærere som ønsker å utvikle sin praksis innenfor matematisk samtale.

Abstract

Oral communication skill is a central concept in the mathematics curriculum. Communication is an important tool in the classroom and can be crucial for students' learning outcomes. Therefore, we want to focus on teachers' communication and their awareness of questioning in mathematics education.

This master's thesis emphasizes oral communication and questioning in mathematics education in lower secondary school. The study investigates the type of questions teachers ask, focusing on problem-solving that initiates mathematical conversations and what possible reasons for their use may be. A qualitative research method was used in the study, which involved interviews and observation of two informants. Ulleberg and Solem's (2018) questioning model was used in the analysis to categorize the questions asked.

The questioning model (Ulleberg & Solem, 2018) is constructed as a coordinate system with four separate quadrants that make up areas A, B, C, and D. The areas above the horizontal axis represent the teacher's knowledge of the answer to the question being asked, while the lower half indicates a lack of knowledge of the answer. The areas on the right and left sides of the vertical axis indicate the purpose behind the question being asked. The area to the left of the axis represents orienting questions, while to the right of the vertical axis encompasses questions of influencing intent.

The study's results show that teachers' use of questions varies. Through analysis and discussion, we have observed that questions from areas B, C, and D can largely initiate mathematical conversations, while questions from area A alone do not have this effect. Furthermore, we have discussed possible reasons for teachers' use of the different areas.
One of the objectives of this master's thesis was to contribute to an increased understanding of how teachers can stimulate mathematical conversation in the classroom, focusing on problem-solving. The results of the study can therefore be useful for teachers who want to develop their practice within mathematical conversation.

Forord

I løpet av våre fem år på NLA Høgskolen har vi utviklet oss til selvstendige og kunnskapsrike mennesker. Vi har utviklet vår kunnskap om klasseledelse og blitt mer selvsikre i vår rolle som fremtidige lærere. Under våre fem praksisperioder har vi fått en smakebit av hva læreryrket har å tilby. Disse periodene har gitt oss en følelse av å være lærere, og vi har virkelig trivdes i denne rollen.

Selv om praksisperiodene har gitt oss verdifull erfaring, erkjenner vi at det å gå fra studietilværelsen til fulltidslærer vil være en spennende reise som vil kreve at vi stadig utvikler oss videre. Vi ser frem til å ta fatt på oppgaver som krever samarbeid mellom skole og hjem, utviklingssamtaler, og å bidra til å skape et positivt profesjonsfellesskap. Vi er klare for de utfordringene som ligger foran oss og ser frem til å fortsette vår læringsreise som lærere.

Gjennom vårt masterprosjekt har vi fått en dypere forståelse av hva som kreves av matematikklærere. Fra masteroppgaven vil vi ta med oss en bevisstgjøring rundt hva som er viktig når en formulerer spørsmål. Funnene fra oppgaven har vi allerede tatt i bruk i eget arbeid på skolen der vi er blitt mer bevisste på hvilke spørsmålstyper vi stiller og variasjonen av dem.

Vi valgte å skrive masteroppgaven sammen, noe som var et skummelt valg å ta, da vi var usikre på hvordan samarbeidet ville gå. For at vi skulle bli helt trygge på valget, brukte vi i starten god tid til å lytte til hverandre om hvordan en selv så for seg at samarbeidet skulle utarte seg. Vi fant fort ut at vi hadde samme visjon og ønsker for masteroppgaven. I etterkant er vi begge takknemlige for valget vi tok. Å være to i masterarbeidet har for oss vært en trygghet og lærerik opplevelse vi ikke ville vært foruten. Vi har i vedlegg 6 beskrevet vårt samarbeid og hvordan vi har fordelt oppgavene oss imellom.

Vi vil rette en stor takk til Christian Salvesen, vår veileder gjennom masteroppgaven. Han har vært en trygg og hjelpsom støttespiller. Vi har satt pris på hans store engasjement for prosjektet og de konstruktive tilbakemeldingene. Avslutningsvis vil vi rette en ekstra stor takk til familie, kjærester og venner som har støttet oss gjennom skrivesperrer, frustrasjoner, oppturer og nedturer.

Maren Horne Nilsen
Anna Ekkje

Bergen, Mai 2023

Innholdsfortegnelse

1. Innledning

Skolens matematikkundervisning har som mål å utvikle elevers evne til å tenke kritisk, resonnere og reflektere over matematiske problemer, ifølge Utdanningsdirektoratet (2020). Å oppnå gode resultater i matematikk er det derfor viktig at læreren skaper et positivt og motiverende læringsmiljø, samt legger til rette for undervisning som stimulerer elevenes interesse for faget.

Lærerens rolle er avgjørende for å skape et slikt læringsmiljø, og en sentral oppgave er å initiere til matematisk samtale og å utfordre elevene til å tenke kritisk ved å stille relevante spørsmål. Forskning utført av Ball, Thames og Phelps (2008) viser at matematikklærere trenger spesialisert fagkunnskap for å tilpasse undervisningen til ulike elevnivåer. Ma (2010) argumenterer for at lærere i dag har en instrumentell forståelse av matematikk og at spesialisert fagkunnskap er nødvendig for å identifisere og korrigere feil.

I dagens utdanningslandskap er det økt fokus på elevenes læring og utvikling, og den nye læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2020) har en sentral rolle i å veilede lærere i utforming av undervisning og fremme gode læringsmiljøer. En viktig del av undervisningen i matematikk er å utvikle elevenes kommunikasjons- og problemløsningsferdigheter, som kan oppnås gjennom matematiske samtaler der elever deltar i diskusjoner rundt matematiske konsepter.

1.1 Presentasjon av problemstilling

TIMSS (2019) og PISA-undersøkelser viser at norske elevers kompetanse i matematikkfaget ligger rundt gjennomsnittet av andre land. Regjeringen har uttrykt et ønske om å forbedre kompetansen og har derfor rettet fokuset på lærernes kunnskaper for å heve elevenes kompetanse. Dette er et overordnet tiltak for å forbedre norske elevers kunnskaper.

Læreren må ha god kunnskap om elevene, læreplanen og samfunnet for å kunne tilrettelegge et optimalt læringsmiljø (Ball et al., 2008). Læreren skal også være en faglig ekspert som utfordrer, støtter, formidler og veileder elevene gjennom undervisning. Vingdal og Birch

(2014) påpeker at det er nødvendig for lærere å planlegge og tilpasse undervisning for å sikre effektiv læring. Videre skriver de at lærere har en sentral rolle som dialogpartner (2014, s. 49). En måte å få innsikt i elevenes tankegang og hvordan de tenker, er ved å stille dem relevante spørsmål.

Vår hypotese er at lærere sjeldent tenker over hvilke type spørsmål de stiller eller hvordan de stiller dem. Dette tror vi kan føre til at lærere stiller spørsmål uten å tenke gjennom intensjonen bak spørsmålet, noe som kan resultere i spørsmål som stilles automatisk, uten en gjennomtenkt tanke, som har sammenheng med Kahnemans system 1 (2011). En konsekvens av dette kan være at lærere ikke er oppmerksomme på hvilken effekt spørsmålet vil ha på igangsettingen av matematiske samtaler (Ulleberg & Solem, 2015, s. 116).

Vår oppfatning er at bevissthet rundt egen spørsmålsstilling og variasjonen av disse, kan øke kvaliteten på matematiske samtaler. Dette kan igjen føre til en bedre matematisk forståelse hos elevene. I lys av dette har vi som mål å belyse viktigheten av å være bevisst på valg av spørsmål.

Problemstillingen vi vil belyse er: *Hvilke type spørsmål stiller lærere i matematikkundervisning som initierer til matematisk samtale, og hva kan være mulige årsaker til deres bruk?*

Problemstillingen i denne masteroppgaven inkluderer "type spørsmål". Vi vil presisere at betegnelsen "type spørsmål" også inkluderer ord som "områder" og "kategorier". Det er mulig å tolke begrepet "initiere" på ulike måter. Vår forståelse av begrepet innebærer å igangsette eller påbegynne en matematisk samtale. Det er denne definisjonen som vil benyttes i løpet av oppgaven.

Vi vil anvende Ulleberg og Solem sin spørsmålsmodell (2018) som et verktøy for å kategorisere hvilke type spørsmål lærere stiller i matematikkundervisning på ungdomstrinnet. Dette med formål å besvare problemstillingen. Spørsmålsmodellen (Ulleberg & Solem, 2018) er konstruert som et koordinatsystem med fire separate kvadranter som utgjør områdene A, B, C og D. Områdene over den horisontale aksen representerer lærerens kjennskap til svaret på spørsmålet som blir stilt, mens nedre halvdel indikerer mangel på kjennskap til svaret. Områdene på høyre og venstre side av den vertikale aksen indikerer hensikten bak spørsmålet som blir stilt. Området til venstre for aksen representerer orienterende spørsmål, mens til høyre for den vertikale aksen omfatter spørsmål av påvirkende hensikt.

Det er ikke spesifisert hvilken form for undervisning vi ønsker å forske på i problemstillingen. Vi ser allikevel nødvendigheten av å forsikre oss om at undervisningsøktene som skal observeres inneholder en betydelig mengde matematiske samtaler, og vi har valgt å ta i bruk undervisningsformen problemløsning. Denne undervisningsformen vil bli satt som en forutsetning for våre informanter og vil dermed ikke være et element vi vektlegger stort.

1.2 Oppgavens oppbygning

Oppgaven er strukturert i seks hovedkapitler. Etter innledningen vil vi starte med å presentere teorikapittelet. I teorikapittelet vil vi gjennomgå tidligere forskning og nyere litteratur som vi anser som relevant for vår studie. I det neste kapittel vil vi presentere metoden vi anser som best egnet for å besvare vår problemstilling. Videre vil vi legge frem oppgavens analyse, etterfulgt av resultater og funn. I det påfølgende kapittelet vil vi drøfte funn i lys av den teorien og forskningslitteraturen vi tidligere har presentert. Til slutt vil vi gi en avsluttende kommentar om oppgaven, og vi vil også diskutere muligheter som vi anser som interessante for videre forskning.

1.3 Begrepsavklaring

Vi har valgt å inkludere en begrepsavklaring i vår oppgave, der formålet er å etablere en felles forståelse av sentrale begreper som er relevant for vårt prosjekt. Målet med begrepsavklaringen er å sikre en presis og konsistent presentasjon av vår forståelse av begrepene. Begrepet som vil bli avklart i denne sammenhengen er "matematisk samtale". Begrepet vil bli nøye definert og avklart for å sikre en felles forståelse blant leserne av oppgaven.

Begrepet «matematisk samtale» er definert av Botten (2016) som «(...) ekte samtaler med flere deltakere, ikke en spørsmål/svar kommunikasjon der læreren stiller spørsmål og elevene svarer det de tror læreren forventer eller håper at de skal svare» (s. 93). Ifølge Chapin, O'Connar & Anderson (2009) gir matematiske samtaler læreren muligheter til å evaluere elevenes forståelse og tilpasse undervisningen for å møte deres individuelle behov. I vår forståelse refererer begrepet til en samtale/dialog der deltakerne snakker om matematikk og hvor rollene som avsender og mottaker blir vekslet på. Deltakerne kan være både elever og lærere.

2. Teorikapittel

Postholm og Jacobsen (2018) understreker viktigheten av å sette sin egen forskning i sammenheng med tidligere forskning og teorier (s. 257). I lys av dette vil vi presentere relevant teori og forskning for vår masteroppgave. Vi vil først presentere vårt læringssyn etterfulgt av tidligere forskning om spørsmålsstilling. Videre vil vi gjennomgå Ball et al. (2008) og deres forskning om matematisk lærerkunnskap. Deretter vil vi utforske problemløsning og matematisk samtale, etterfulgt av spørsmål i matematikkundervisning. Til slutt vil vi presentere oppgavens rammeverk, nemlig Ulleberg og Solems (2018) sin spørsmålsmodell, som vil danne grunnlaget for vår forskning.

2.1 Sosiokulturelt læringsperspektiv

I pedagogiske sammenhenger er det vanlig at det eksisterer forskjellige syn på hva læring er, og hvordan elever kan lære best. Avhengig av lærerens syn på læring, vil fokuset på undervisningen variere. I lys av dette ønsker vi å avklare hvilket syn på læring som ligger til grunn for vår tilnærming til den presenterte problemstillingen.

Både lærere og elever bidrar aktivt i en matematisk samtale, hvor læringen skjer gjennom sosial interaksjon (Gee, 1989). Sosiokulturell læringssyn knyttes gjerne til teoretikeren Lev Vygotsky, som utforsket hvordan menneskers læring utvikles gjennom språk og sosial interaksjon. Formulering og bruk av riktige begreper anses derfor som en viktig pedagogisk tilnærming for å fremme utviklingen av språk og læring (Vygotsky & Cole, 1978).

En matematisk samtale har sammenheng med utviklingen av både elevenes og lærerens språkferdigheter. Vygotsky og Cole (1978) påpeker at kommunikasjon i klasserommet har en sentral rolle i å forstå og begrunne personlige matematiske tanker og ideer, denne interaksjonen definerer de som kognitiv utvikling. Den sosiale kognisjonen oppstår når elevene samarbeider og resonnerer sammen for å nå frem til en løsning, samtidig som de forstår hverandres matematiske tankegang. Wells (1999) påpeker at det er to formål med det sosiokulturelle læringssynet. Det første formålet er å plassere elevene i en sosial kontekst som legger til rette for utvikling og læring. Det andre formålet er å danne elevene ved å oppmuntre kreativitet og selvstendighet.

Kommunikasjon vil være en vesentlig faktor for å besvare oppgavens problemstilling som vektlegger spørsmålsstilling. Vårt utgangspunkt er derfor det sosiokulturelle perspektivet på læring, som antar at læring skjer i sosiale sammenhenger, og at eleven er en aktiv deltaker i læringsprosessen (Vingdal & Birch, 2014, s. 44).

2.2 Tidligere forskning

I dette delkapittelet vil vi gi en oversikt over relevant forskning som har blitt gjort innenfor spørsmålsstilling i matematikk. Det er viktig å utforske eksisterende litteratur innenfor området for å identifisere hva som allerede er kjent og hvor det er rom for videre forskning. Vi vil presentere de mest relevante funnene, og diskutere hvordan de kan bidra til å øke vår forståelse av hvordan spørsmålsstilling kan påvirke matematisk samtale og læring.

Å stille spørsmål har vært en del av læreres tilværelse gjennom flere århundrer. Sokrates lærte elevene sine å stille spørsmål ved alt og på denne måten initiere til dialog (Svare, 1997). Brown & Wragg (2003) skriver at evnen til å stille intelligente søkende spørsmål, bruke dem til ulike formål, og vite hva en skal gjøre med svaret, er avgjørende for lærere i alle fag. Nystrand, Gamoran, Kachur & Prendergast (1997) viser at spørsmål som stilles i klasserommet stort sett er lukkede spørsmål og at dialogen i stor grad er styrt av lærer. Dette kommer også godt til syne i Cazden (2001) sin forskning, der han skriver at klasserom er sterkt preget av "IRE/F"-sekvenser. Vi vil gå nærmere inn på hva IRE sekvenser er senere i oppgaven.

I nyere tid har flere forskere vært nysgjerrige på å finne ut hvordan en kan forbedre elevers forståelse og kompetanse gjennom dialog. Dysthe (2003) og Alexander (2008) har forsket på dialogiske samtaler og deres forskning viser at dette er lite brukt i skolen. Videre viser forskningen deres at samtaler er preget av monologisk og reproduserende form. Når samtalen er *monologisk* refereres det til en samtalestil hvor én person styrer dialogen, mens en *reproduserende* samtale hovedsakelig gjenforteller eller reproduserer det som allerede har blitt sagt. Dysthe (2003) og Alexander (2008) mener at undervisning bør utvikles i en mer dialogisk retning. Blant annet når samtalen er inkluderende, inviteres elever til å være mer utforskende.

I henhold til LK20 (Utdanningsdirektoratet, 2020) er utvikling av muntlige ferdigheter en grunnleggende ferdighet som skal arbeides med i alle fag. Utdanningsdirektoratet (2012) definerer muntlige ferdigheter i matematikk som evnen til å skape mening gjennom samtale om matematikk, inkludert kommunikasjon av ideer, diskusjon av matematiske problemer, strategier og løsninger med andre. Solem og Ulleberg (2013) understreker betydningen av språkbruken i klasserommet for elevenes læring, og de påpeker at oppmerksomhet må rettes mot den muntlige kommunikasjonen i matematikkundervisningens (s.140). Dette støttes også av Dysthe (2003) og Alexander (2008). Som følge av økende fokus på muntlige ferdigheter i skolen, har forskere rettet søkelyset mot samtaler i klasserommet og forsket på utvikling av faglige samtaler og spørsmål (Nystrand et al., 1997; Ulleberg & Solem, 2018; Watson & Mason, 1998; Niss & Jensen, 2002; Boaler & Brodie, 2004). Eksempelvis har Boaler og Brodie (2004) utviklet en modell for spørsmålsstilling i sin forskning. Denne vil vi senere i oppgaven presentere.

Ifølge Solem og Ulleberg (2020) bærer lærere ansvaret for å opprettholde faglige samtaler som fremmer elevenes læring (s. 152). Derfor er det viktig for læreren å ha tilstrekkelig kunnskap om tilrettelegging av samtaler til elevene. Solem og Ulleberg (2020 påpeker videre at kvaliteten på kommunikasjonen i klasserommet er av betydning for læring (s.153). Dette synet deles av Alrø og Skovsmose (2004) og Drageset (2015).

Studier av helklassesamtaler i klasserommet viser at en stor del av forskning indikerer en tredelt kommunikasjon, kjent som IRE/F-sekvenser som tidligere ble nevnt. IRE/F-modellen er en kommunikasjonsmodell som brukes i klasserommet (Cazden, 2001; Wells, 1999). Bokstavene står for initierer, responderer og evaluerer/feedback. *Initierer* innebærer at læreren stiller et spørsmål til klassen, hvorpå elevene responderer med svar på spørsmålet, etterfulgt av at læreren evaluerer om svaret er riktig eller ikke. Dersom læreren gir tilbakemelding på svaret og stiller et nytt spørsmål, betegnes det som feedback (Wells, 1999).

Cazden (2001) påpeker at elever kan oppleve denne modellen som testende, siden det ofte er lukkede spørsmål som stilles. Slike spørsmål gir lite innsikt i elevenes tankeprosess og resonnement. Samtidig kan IRE/F-modellen være nyttig for å få kontroll over elevenes kunnskaper. Wells (1999) rapporterer at omtrent 70% av all kommunikasjon mellom lærer og elev følger IRE/F-modellen og Alrø og Skovsmose (2004) beskriver hvordan IRE/F-modellen dominerer matematikkundervisning som kommunikasjonsform mellom lærer og elev.

Som matematikklærer vil det være viktig å fokusere på å sikre relasjonell forståelse hos elevene, som innebærer at elevene forstår konseptene og kan relatere dem til andre matematiske områder (Skemp, 1976). Gjennom IRE/F modellen vil en som lærer ikke få kjennskap til elevers tenkemåte, men om de klarer å gjenfortelle tidligere lært kunnskap, noe som Skemp (1976) kaller instrumentell forståelse. Det kan derfor være viktig at læreren benytter seg av mer varierte og åpne spørsmålsteknikker for å sikre en bedre forståelse hos elevene og å kunne tilpasse undervisningen til deres individuelle behov. På en annen side kan læreres behov for å stille spørsmål med IRE/F form, være en konsekvens av deres ønske om å opprettholde yrkesidentiteten, hvor en arbeider mot å ikke miste autoriteten og kontrollen i dialog med elever (Florian & Beaton, 2018).

Ulleberg og Solem (2018) har analysert tidligere forskning om spørsmålsbruk i matematikkundervisningen og argumenterer for at denne forskningen har benyttet seg av dikotomier som betyr at to kategorier utelukker hverandre (Ulleberg & Solem, 2018). Et eksempel på en slik dikotomi kan være lukkede versus åpne spørsmål. Lukkede spørsmål har ofte ett riktig svar, for eksempel "Hva blir 8 x 8?", og gir lite rom for resonnering og refleksjon, mens åpne spørsmål, som "Hvordan kom du fram til det svaret?", oppmuntrer elevene til å tenke og forklare sine tankeprosesser.

Forskere har diskutert hvordan ulike type spørsmål kan kreve ulike nivåer av tenkning fra elevene for å kunne besvares. I henhold til Barden (1995) defineres spørsmål som enten av lavere eller høyere orden. Spørsmål av lavere orden krever ifølge Wimer, Ridenour, Thomas & Place (2001) svar som er enten ja eller nei, eller ved å gjenta det læreren har sagt. Det er også vanlig at læreren allerede kjenner til svaret på slike spørsmål. Spørsmål av høyere orden krever derimot et mer utfyllende svar, som en forklaring eller anvendelse av kunnskap. Læreren kan ikke forutse svaret på forhånd i slike tilfeller. Barden (1995) argumenterer for at lærere bør stille spørsmål som krever høyere ordens tenkning.

Aizikovitsh-Udi og Star (2011) har påpekt viktigheten av at lærere forstår betydningen av å stille gode spørsmål av høyere orden. Det å stille slike spørsmål kan bidra til at elevene utvikler sin resonneringsevne og kritiske tenkning, og dermed kan de også forbedre sin matematiske forståelse. Olafsen og Maugesten (2015) fremhever at spørsmål av høyere orden, som ofte starter med ord som "hvorfor", "hvordan" og "på hvilke måter", er viktige for å initiere samtaler som kan stimulere elevenes tenkning og forståelse. Gode samtaler kan fremmes ved å stille spørsmål av høyere orden, som krever at elevene responderer med mer enn bare ja eller nei. På denne måten kan læreren få en dypere forståelse av elevenes tenkning (Olafsen & Maugesten, 2015).

Smith og Stein (2011) hevder at relasjonell forståelse i matematikk innebærer evnen til å identifisere sammenhenger og bruke tidligere tilegnet kunnskap til å løse nye matematiske problemer. Bevissthet rundt spørsmålsstilling kan hjelpe elever med å utvikle analyseferdigheter og kritisk tenkning, som videre kan føre til selvstendig refleksjon (Streitlien, 2009). Kazemi & Hintz understreker at spørsmålsstilling spiller en avgjørende rolle for utviklingen av elevenes matematiske tenkning.

Både Boaler & Brodie (2004) og Lampert & Blunk (1990) har påpekt at spørsmålsstilling i matematikkundervisningen er en sentral strategi for å utfordre den tradisjonelle deltakerstrukturen. Ifølge Broaler og Brodie (2004) sin studie, avspeiler de fleste spørsmålene som blir stilt av lærere i klasserommet, den eksisterende kunnskapen til elevene. Med andre ord, er spørsmålene hovedsakelig reproduserende, og bygger ikke på matematisk tenkning. Videre i studien undersøkte de spørsmålsbruken til lærere, der de blant annet fant ut det ikke er selve undervisningen som avgjør elevenes læring. Boaler og Brodie (2004) peker på tre faktorer som er avgjørende: hvordan læreren arbeider, hva læreren sier og hva læreren spør om. Dette støtter Solem og Ulleberg (2020) sin forskning, der de argumenterer for at ved å fokusere på spørsmålstypene man stiller, kan læreren spille en vesentlig rolle i å påvirke elevenes bevissthet om matematisk tenkning og deres evne til å matematisere (s.154).

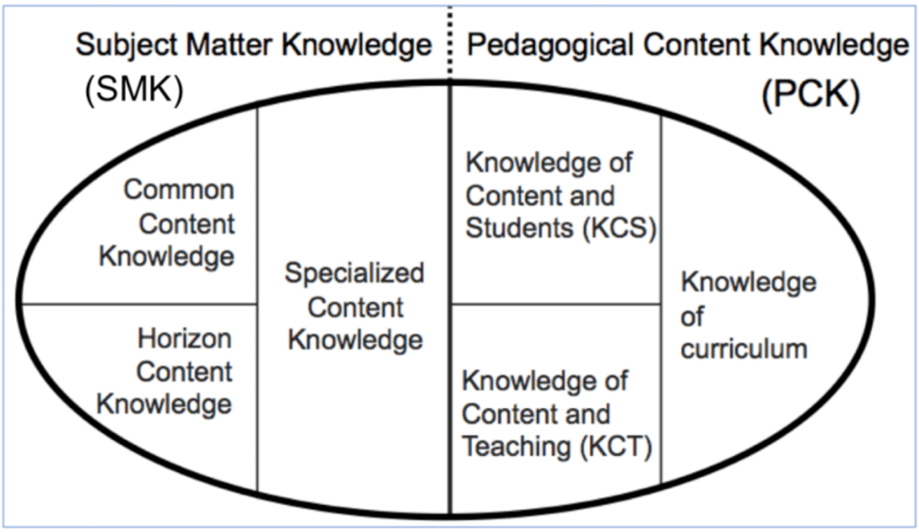
Boaler og Brodie (2004) hevder at elevers læringsutbytte kan økes ved å eksponere dem for en rekke forskjellige spørsmålstyper, slik at de blir stimulert og utfordret på flere områder. Videre påstår Ferguson og Krange (2020) at det er nødvendig for lærere å avsette tilstrekkelig tid til å utvikle elevers kritiske tenkning. Dette utgjør bakgrunnen for vår forskning da vi ønsker å sette søkelys på spørsmålstyper lærere stiller som initierer til matematiske samtaler, slik at en kan bli mer bevisst på hvilke spørsmålstyper som faktisk initierer og ikke.

2.3 Kompetanse for matematikkundervisning

Det er tydelig at det er enighet om at kunnskap er en viktig faktor for å sikre kvalitet på matematikkundervisning. Fauskanger (2016) legger vekt på lærerens engasjement og interesse i matematikkfaget og elevene som et viktig element for å skape et positivt læringsmiljø. Hoover, Mosvold og Fauskanger (2014) hevder at bedre lærerkunnskap vil føre til økt elevlæring. I dette delkapittelet vil vi presentere forskningen til Ball et al. (2008) om viktige kompetanser for å være en dyktig matematikklærer. Videre vil vi presentere begrepet didaktisk kontrakt, og se på hvorfor dette er viktig for vår oppgave.

2.3.1 Lærerkunnskap

Ball (2008) og hennes kollegaer fremstiller modellen «Mathematical knowledge for teaching» som blir forkortet til MKT (se figur 2.1). De påpeker at modellen er viktig for å sikre kvalitet i matematikkundervisning. Modellen er kategorisert i to hovedgrupper: *Subject Matter Knowledge* som oversettes til fagkunnskap og *Pedagogical content knowledge* som oversettes til fagdidaktisk kunnskap. Vi skal nå presentere deler av modellen som vi anser som relevant for vår problemstilling.



(Figur 2.1, Mathematical knowledge for teaching, Ball et al. (2008))

<u>Subject Matter Knowledge (fagkunnskap)</u>

Fagkunnskap viser til den kompetansen lærere har innenfor et bestemt fag, som for eksempel matematikk. Denne kunnskapen er avgjørende for undervisningens organisering, presentasjon og tilpasning til elevenes nivå, alder og evner. Ifølge Ball et al. (2008) kan fagkunnskap deles inn i tre underkategorier: allmennfagkunnskap, spesialisert fagkunnskap og horisontkunnskap. Vi vil gjennomgå spesialisert fagkunnskap og presentere våre argumenter for hvorfor den er relevant for vår forskning.

Spesialisert fagkunnskap blir forklart som en form for faglig kompetanse som er spesifikk for et bestemt fagområde (Ball et al., 2008). I konteksten av matematikkundervisning, innebærer dette spesifikk matematisk kompetanse som er nødvendig for å undervise i dette faget på en effektiv måte. Som en matematikklærer er det en forventning om at man besitter en dypere fagkunnskap enn elevene som undervises. Denne kompetansen kan komme til uttrykk ved å tilpasse undervisning og oppgaver etter elevenes individuelle nivåer. Videre blir denne spesialiserte kunnskapen essensiell når man skal forklare elevene hvordan og hvorfor en matematisk algoritme fungerer, noe som krever en grundig forståelse av faget (Ball et al, 2008).

I vår studie anser vi denne kunnskapen som essensiell for å kunne initiere til, og lede matematiske samtaler med elevene. Det krever spesialisert kunnskap om hva en matematisk samtale innebærer og hvordan man kan gjennomføre en produktiv dialog, for å kunne stille de riktige spørsmålene. Denne kunnskapen muliggjør å kunne tilpasse spørsmål til ulike nivåer som kan bidra til økt mestring for elever. Kunnskapen kan også bidra til å finne misoppfatninger hos elever, og gjør det mulig å korrigere disse gjennom spørsmålsstilling fra lærer. Med spesialisert kunnskap har en også forståelse for avansert matematikk og vil dermed kunne bidra til å forstå elevenes matematiske ideer og resonnement. Vi anser kunnskapen som viktig for å kunne besvare elevenes spørsmål og utfordringer på en korrekt måte, som kan unngå forvirring blant elever.

<u>Pedagogical Content Knowledge</u>

Ball et al. (2008) fremhever viktigheten av at matematikklærere kan forstå elevenes perspektiv og reflektere over hva som kreves for å forstå matematiske konsepter for første gang. Denne hovedkategorien representerer den didaktiske siden av faget, og utgjør en vesentlig del av lærernes kompetanse. Ball et al. (2008) presenterer flere underkategorier som utgjør den fagdidaktiske siden av matematikkundervisning, men vi har valgt å fokusere på to av dem: *Kunnskap om innhold og elever*, og *kunnskap om innhold og undervisning.*

Knowledge of content and students blir oversatt til kunnskap om innhold og elever. Denne kunnskapen involverer både forståelse av faglig innhold og elevenes individuelle læringsbehov. Ifølge Solem og Ulleberg (2013,), er lærerens rolle viktig for å forstå og kunne forutse elevenes eventuelle misforståelser. De skriver videre at denne kunnskapen kan være avgjørende for å unngå gjentakende feil hos elevene og heller veilede dem på riktig spor (s. 149). Ved å ha inngående kunnskap om både faginnholdet og elevenes individuelle læringsbehov, vil lærere kunne tilpasse sin undervisning på en måte som støtter alle elevene, uavhengig av deres læringsstil og evnenivå (Ball et al., 2008).

I vår studie anser vi denne kunnskapen om innhold og elever som en vesentlig faktor, da den blant annet bidrar til å øke forståelsen av elevenes resonnering i en dialog. Vi anser denne kunnskapen viktig da det kan påvirke formuleringen av ulike type spørsmål, ettersom informantene vil ha innsikt i elevenes kunnskapsnivå og hva som engasjerer dem. Det kan anses at et spørsmål kan oppfattes ulike blant elever, da en elev kan forstå spørsmålet som orienterende på grunn av sitt nivå, og en annen elev kan oppfatte spørsmålet som påvirkende og utfordrende. Vi mener også at denne kunnskapen er avgjørende for å kunne skape engasjement i klasserommet, og stille relevante spørsmål som vekker elevenes interesser.

Knowledge of content and teaching er kunnskapen som involverer en dyp forståelse av både faginnhold og undervisningspraksis. Ball (2003) påpeker at denne kunnskapen er av stor betydning i undervisningskonteksten, da den kan ha vesentlig innvirkning på elevenes læring. Som lærer har man et ansvar for å velge ut oppgaver og undervisningsmetoder som er tilpasset elevenes faglige nivå og læringsbehov (Ball et al., 2008).

I vår studie anser vi denne kunnskapen som relevant for å kunne utarbeide en helhetlig undervisningsplan. Dette fordi planlegging, gjennomføring og evaluering av undervisning som sentralt for å kunne initiere til matematisk samtale. Et vesentlig moment er at lærer stiller seg forberedt på ulike utfall av samtalene og er bevisst på hvilke spørsmål og utfordringer elevene vil oppleve. Vi mener at denne kunnskapen bidrar til å tilby elevene relevante oppgaver som er tilpasset deres individuelle nivåer og som også øker deres mestringsfølelse. Ved å besitte denne kunnskapen, kan lærere planlegge og strukturere undervisning, som igjen kan føre til å stimulere elevers kritiske tenkning og utfordre dem på ulike nivåer.

Basert på de argumentene som er fremstilt i dette delkapittelet og denne problemstillingen som undersøkes, har vi identifisert spesialisert kunnskap, kunnskap om faginnhold og elever, og kunnskap om faginnhold og undervisning. Disse anser vi som kunnskaper som forventes av våre informanter.

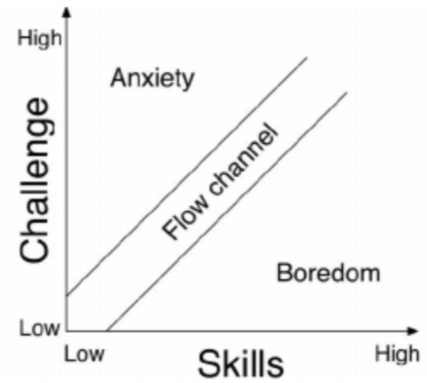
2.3.2 Didaktisk kontrakt

I det foregående delkapittelet presenterte vi hvilke kunnskaper vi anser som betydningsfulle for vår forskning. Didaktisk kontrakt er også en kompetanse vi anser som relevant for matematikklærere, derfor vil vi nå presentere begrepet.

Nilssen og Høynes (2020) definerer «didaktisk kontrakt» som en avtale mellom lærer og elev som regulerer samspillet i undervisning. Strømskag (2020) beskriver didaktisk kontrakt som "at samspillet mellom læreren og elevene i den didaktiske situasjonen styres av visse regler" (s. 49). I en didaktisk kontrakt har både elever og lærere forpliktelser og forventninger til hverandre. Hvis reglene følges, er kontrakten opprettholdt, men hvis en av partene ikke følger reglene, brytes kontrakten (Warfield, 2006). Formålet med kontrakten er å tilrettelegge at elevene kan ta ansvar for eget læringsarbeid og følge en bestemt prosedyre med hensikt å nå målene på egen hånd. Dette er en viktig faktor for å skape en god læringsatmosfære og motivere elevene til å lære. Ulleberg og Solem (2015) understreker at for å oppnå en slik kontrakt, må læreren ha god faglig kunnskap og kunnskap om elevenes læring (s.117). Det innebærer å ha et forhold til matematikkfaget og elevene, og å legge til rette for samtaler og representasjoner som kan fremme læring (Ball et al., 2008).

Kontrakten kan komme til uttrykk når læreren presenterer en oppgave i problemløsning. Hvis elevene deltar og bidrar til å løse oppgaven, og læreren har tilpasset oppgaven til elevens nivå slik at den er gjennomførbar, opprettholdes kontrakten fra begge parter. Hvis oppgaven er for avansert i henhold til elevens kunnskapsnivå, har læreren ikke oppfylt sine forpliktelser (Warfield, 2006). Dette kan eksempelvis sees i en matematisk samtale, hvor læreren må stille et spørsmål som er tilpasset elevens nivå, slik at eleven har kompetanse og mulighet til å svare på spørsmålet. På denne måten opprettholder læreren sin del av kontrakten.

Konsekvensene av å ikke opprettholde kontrakten kan være mange. Disse konsekvensene kan ses i sammenheng med flymodellen til Csikszentmihalyi (2000), som viser forholdet mellom utfordringer og ferdigheter (figur 2.2). Hvis oppgaven som blir gitt er for vanskelig, kan det føre til angst, stress eller frustrasjon hos eleven. Dersom oppgaven er for lett, kan eleven oppleve kjedsomhet som kan medføre at eleven gjør andre ting enn det den egentlig skal (Csikszentmihalyi, 2000).



(Figur 2.2, Csikszentmihalyi, 2000)

Solem og Ulleberg (2020) presenterer didaktisk kontrakt som en viktig del av spørsmålsmodellen (2018). I klasserommet er det viktig å utvikle et miljø som ikke bare er opptatt av riktig eller galt svar, men også et miljø hvor det er aksept for å drøfte ulike løsninger (Solem & Ulleberg, 2020, s. 163). Samspillet mellom lærere og elevgruppen, spiller en avgjørende rolle i spørsmålsmodellen (2018).

I forbindelse med vår masteroppgave vil vår oppmerksomhet være rettet mot de spørsmålene lærerne stiller. Vi vil ikke kunne fastslå om den didaktiske kontrakten er opprettholdt eller ikke. Tross dette, vil den didaktiske kontrakten spille en sekundær rolle i vår studie, ettersom vi gjennom intervjuene søker å bekrefte om lærerne har et bevisst fokus på å oppfylle sine forpliktelser i henhold til avtalen. Dette vil fungere som en form for kvalitetskontroll av oppgaven vår.

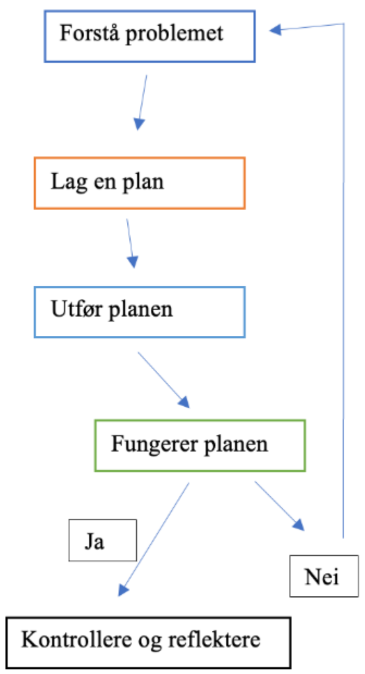
2.4 Problemløsning i matematikk

I dette delkapittelet vil vi ta for oss problemløsning i matematikk. Problemløsning er den undervisningsformen vi har valgt å ha fokus på og ønsker derfor å gi en klar definisjon på hva det er, samt presentere generell teori.

Begrepet “problemløsning” blir av Polya (1945) definert som en vei eller strategi for å løse et ukjent problem, som ikke tidligere har blitt møtt og derfor mangler en kjent metode for å løse det (s. 90). Med andre ord krever problemløsningsoppgaver at man tar i bruk kreativ tenkning og analytiske ferdigheter for å finne en løsning. Ifølge Mason og Davis (1991) kan imidlertid ikke oppgaven i seg selv avgjøre om den er en problemløsningsoppgave eller ikke. Et annet viktig kriterium for problemløsning er at oppgaven må være engasjerende (Mason og Davis, 1991; Schoenfeld, 1992), som passer godt inn i dagens læreplan.

Problemløsning har en lang historisk tradisjon, og begrepet har utviklet seg over tid. Moderne forskning har resultert i flere modeller for å løse slike oppgaver, utviklet av anerkjente forskere som Polya (1945), Schoenfeld (1985), og Wilson et al. (1993). Disse studiene indikerer at det ikke finnes fastsatte regler og prosedyrer for å løse problemer, og at det kreves erfaring for å bli en dyktig problemløser (Polya, 1945; Schoenfeld, 1992; Mason & Davis, 1991). Polya (1945) har også påpekt at det er gjennom problemløsning at den "virkelige" matematikken blir anvendt, og at det å løse slike oppgaver demonstrerer et høyt faglig nivå.

Polya (1975) betrakter problemløsing som en praktisk kompetanse og sammenligner den med bilkjøring, hvor begge inneholder prosesser der en tilegner seg kunnskap og utvikler ferdigheter, kjent som "skill" (Polya, 1945). Ifølge Polya oppstår læring gjennom selve løsningsprosessen, og det er viktig å jobbe systematisk og reflektert gjennom hele prosessen for å lære og utvikle ferdigheter. Polya (1945) har utviklet fire faser for hvordan en kan løse problemløsningsoppgaver, disse vil vi nå bli presentert (se figur 2.3).



(Figur 2.3, Polyas fire faser (1945))

Den første fasen innebærer å tilegne seg en omfattende forståelse av problemet. Dette kan innebære å undersøke og definere ukjente begreper, samt visualisere eller konstruere modeller for å øke forståelsen. I fase to utarbeides en grundig plan for å løse problemet ved å identifisere hvilke strategier som skal benyttes. I fase tre skal planen iverksettes, hvor Polya (1945) understreker viktigheten av å reflektere underveis og være bevisst på progresjonen i prosessen. I den fjerde og siste fasen er det avgjørende å ha kontroll over prosessen, og kunne begrunne valg og forsvare løsningen som er fremkommet. Metakognisjon er et sentralt begrep i denne tilnærmingen, som beskriver evnen til å regulere og tilpasse egen læring. Dersom feil oppdages i prosessen, viser metakognisjon at man kan gå tilbake og utvikle en ny plan (Polya, 1945).

Elever som ikke finner en løsning på problemet, kan bruke læreren som et hjelpemiddel for å komme i gang. Læreren har dermed en viktig rolle for å ikke gi et umiddelbart svar, men heller stille spørsmål som gir elevene hint. Ensidig kommunikasjon forårsaker det Brousseau (1984) kaller topaze-effekten. Når lærer gir en eksplisitt fremgangsmåte, uten at eleven forstår løsningen, har vi oppnådd topaze-effekten (Brousseau, 1984). Vi ser at en slik praksis kan ha negative konsekvenser for elevens matematiske tenkning og problemløsningsferdigheter, da elevene ikke får utviklet en selvstendig forståelse for problemet. Ved å heller fokusere på å stille veiledende eller reflekterende spørsmål, vil læreren kunne gjøre elevene mer bevisst og selvstendig over tid.

Problemløsning kan være en arena hvor elever utvikler sine evner til å resonnere og reflektere. Dette er et av punktene Chapin, O'Connor & Anderson (2013) vektlegger i sin forskning om hvorfor matematiske samtaler er viktig. Både Polya (1945) og Liljedahl et al (2016) poengterer at det er viktig å stille gode spørsmål når en arbeider med problemløsning. Vi støtter denne forståelsen og mener at gode spørsmål er avgjørende for å få elever til å utforske ulike og nye tankeprosesser, noe som igjen kan føre til matematiske samtaler. Som et resultat av dette har vi valgt å inkludere problemløsning som en forutsetning for våre informanter for å tilrettelegge for at flest mulige matematiske samtaler skal kunne finne sted. På denne måten forsikrer vi oss at våre informanter har som fokus å initiere til flest mulige matematiske samtaler.

2.5 Matematisk samtale

I dette delkapittelet vil vi gi en grundig gjennomgang av sosial interaksjon i klasserommet som en introduksjon til kapittelet. Deretter vil vi utforske kommunikasjon som et viktig verktøy i matematikkundervisning og presentere ulike tilnærminger for å fremme matematiske samtaler i klasserommet. Vi vil også presentere to modeller for hvordan lærere kan gjennomføre matematiske samtaler på en produktiv måte.

2.5.1 Kommunikasjon i matematikkundervisning

I en matematikktime kan muntlig kommunikasjon fremstå i forskjellige former. Blant annet kan lærere bruke spørsmålsstilling som en måte å kommunisere på. Ifølge den gjeldende læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2020) skal en fokusere på muntlig kommunikasjon i klasserommet. Dette er en av de fire grunnleggende ferdighetene en skal fokusere på for å øke den generelle kompetansen til elevene. I tillegg viser dybdelæring viktigheten av hvorfor kommunikasjon i matematikkundervisning er relevant (Utdanningsdirektoratet, 2020). Ved å bruke muntlig samtale vil elever måtte snakke matematikk, forklare fremgangsmåter, løsningsforslag og lytte til andre medelever. På denne måten vil en utvikle en dypere forståelse for kunnskapen en lærer som har likhetstrekk til Skemp (1976) sitt begrep relasjonell forståelse.

Solem og Ulleberg (2020) skriver at lærere har ansvar for å holde samtaler faglig på en slik måte at den fremmer læring hos elevene (s. 152). Det er dermed viktig at lærere har god kunnskap i tilrettelegging av samtaler til elevene. Både Alrø og Skovsmose (2004) og Drageset (2015) poengterer i sin forskning at læring påvirkes av kvaliteten på kommunikasjonen. Forskning på faglige samtaler i klasserommet viser at store deler av samtalene er preget av en tredelt kommunikasjon, som blir forstått som IRE/F sekvenser (Wells, 1999).

Kommunikasjon og språk har en essensiell rolle i den moderne skolen og læreplanen LK20 (Utdanningsdirektoratet, 2020). Gjennom kjerneelementet i matematikkfaget vil muntlige ferdigheter ta større plass enn det har gjort tidligere, og kan forekomme gjennom samtale i og om matematikk. Ved å kommunisere ideer og tanker om løsningsstrategier, gir dette en mulighet til å utvikle et mer presist matematisk språk (Utdanningsdirektoratet, 2020). Når man ønsker å fokusere på muntlige ferdigheter i matematikkundervisning, blir kommunikasjon et viktig verktøy. Tidligere ble kommunikasjon forstått som overføring av informasjon gjennom det som Ulleberg (2020) kaller transmisjonsmodellen. Modellen fokuserer på selve overføringen av informasjon og refererer til én sender (lærer) og én mottaker (elev) med et budskap. Denne formen for kommunikasjon kan bli sett på som en monolog der læreren ofte dominerer samtalen (Wells, 1999).

Matematisk samtale er som Botten (2016) skriver, en pedagogisk samtale der lærere og elever samarbeider for å utforske og forstå matematiske konsepter. Franke, Kazemi og Battey (2007) påpeker at elevenes matematiske forståelse er avhengig av at en får muligheten til å diskutere med lærere og medelever om ulike matematiske representasjoner og løsningsstrategier. Matematisk samtale kan bidra til dybdelæring og være en indikator som styrker elevenes matematiske språk, begrepsforståelse, resonnering og begrunnelse av løsninger (Carpenter, Franke, Levi & Ball, 2003). Når elevene uttrykker seg muntlig, gir det læreren muligheter til å kontrollere elevenes ståsted og nivå (Chapin, O'Connar & Anderson, 2009). Dette gjør det mulig å tilpasse undervisning til hver enkelt elev på en mer effektiv måte, dette ser vi i Ball et al. (2008) sitt begrep om fagdidaktisk kunnskap som inkluderer innhold og elever.

Som tidligere nevnt har vi som formål å utforske hvilke type spørsmål lærere stiller som initierer til matematiske samtaler og mulige årsaker til deres bruk. Den interaktive kommunikasjonen mellom lærer og elev er dermed essensiell for å etablere en dialog som kan bidra til læring. I vår forskning vil vi sannsynligvis oppdage betydningen av kommunikasjon mellom lærer og elev som en vesentlig faktor for matematiske samtaler.

2.5.2 Ulike tilnærminger til matematisk samtale

Kazemi og Hintz (2014) formidler i sin litteratur om at matematiske samtaler i klasserommet er avgjørende for elevens matematiske tenkning. Dette innebærer å inkludere andre elevers matematiske ideer, og det kan bidra til å øke selvtilliten i faget. Ved å inkludere flere perspektiver og ideer kan elevene se hvordan forskjellige løsningsmetoder kan føre til samme resultat og hvordan de kan bruke dette til å utvikle sine egne løsningsstrategier. I det følgende vil vi presentere disse prinsippene og praksisene. Vi har valgt å ta i bruk Kazemi & Hintz

(2014) og Smith og Stein (2011) fordi vi ser på de som viktige ressurser for å vite hvordan lærere kan organisere matematiske samtaler. Disse har vi valgt fordi vi ser på dem som viktige ressurser for å vite hvordan lærere kan organisere matematiske samtaler.

Kazemi og Hintz sine fire prinsipper

Vi skal nå gjennomgå Kazemi og Hintz (2014) sine fire prinsipper som kan fremme meningsfulle matematiske samtaler. Disse prinsippene kan hjelpe elevene til å bli mer inkludert i sin egen utvikling og læring.

Prinsipp 1 sier at diskusjoner i matematikk bør *ha et klart mål*. Kazemi og Hintz (2014) mener at lærerens planlegging og strukturering av samtalen er avgjørende for å nå dette målet og for å fremme elevenes læring, dette ser vi igjen i Ball et al (2008) sin kunnskap om innhold og undervisning. Kazemi og Hintz (2014) påpeker videre at læreren må klargjøre hva målet for samtalen er, slik at de kan veilede diskusjonen og fremme ideer som er relevante for dette målet. Det er også relevant at læreren velger ut hvilke elever som kan delta aktivt i samtalen. For å oppnå dette, kreves det tilpasset planlegging av undervisningen som tar hensyn til målet med diskusjonen, for eksempel å utforske ulike strategier for å løse et matematisk problem (Kazemi og Hintz, 2014).

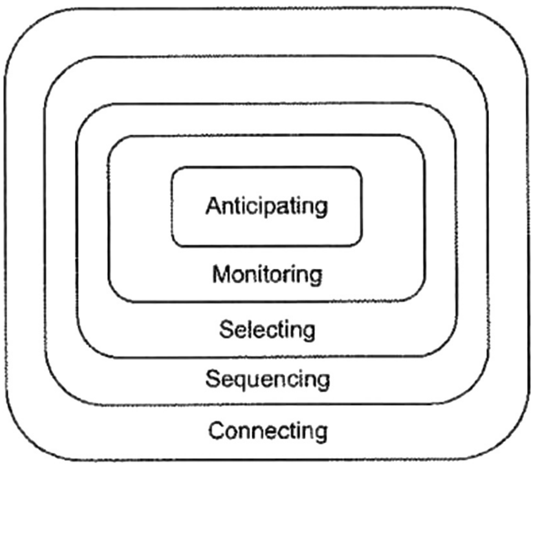
Prinsipp 2 tar for seg *elevenes begrensninger* i matematiske samtaler. Det er viktig for læreren å klargjøre på forhånd hvilke begrensninger som er relevante for å skape et støttende og trygt læringsmiljø (Kazemi & Hintz, 2014). Dette for å organisere diskusjonene på en måte som viser tydelig ledelse. Kazemi og Hintz (2014) påpeker at elever må vite hvordan de kan bidra i samtalen, da dette vil sikre meningsfull læring. Læreren kan eksempelvis stille spørsmål som "Hvordan løste du oppgaven?" ved å starte en samtale og oppfordre dem til å lytte til hverandre, og å videre delta aktivt i dialogen. Begrensningene kan inkludere ulike aspekter, som fysisk plassering for å dele ideer, stemmebruk og bruk av hjelpemidler som smartboard og konkreter (Aguirre, Ingram & Martin, 2013).

Prinsipp 3 går ut på å *orientere* hele klassen i en matematisk samtale. Det betyr at lærere har et ansvar for å inkludere alle elever og unngå å fokusere på de mest aktive og ivrige. Lærerens organisering av samtalen kan påvirke om elevene føler seg inkludert eller ikke. Kazemi & Hintz forklarer at det er avgjørende å være bevisst på å aktivisere alle elevene, uavhengig av nivå. De forklarer videre at læreren må være støttende i elevenes utviklingssone, og ha opparbeidet et trygt og inkluderende læringsmiljø (2014). En mulighet er at lærerne setter ulike strategier og ideer opp mot hverandre for å skape en matematisk samtale. Det er dermed viktig å finne strategier som oppmuntrer elevene til å utvikle og bygge på hverandres løsninger og ideer (Kazemi & Hintz, 2014, s.15).

Prinsipp 4 fokuserer på *medansvar for matematisk kunnskap*. Kazemi og Hintz (2014) mener at læreren må formidle at alle innspill bidrar til å styrke forståelsen av matematiske konsepter i klasserommet. Lav terskel for å dele ideer og meninger kan være avgjørende for å skape et inkluderende og støttende læringsmiljø (Kazemi & Hintz, 2014, s.15). Lærerens holdninger og signaler spiller en viktig rolle for å oppnå dette prinsippet. Det er viktig å anerkjenne og verdsette alle bidrag fra elevene og bruke ros som en motivasjonsfaktor. Featherstone, Crepso, Jilk, Oslund, Parks & Wood (2011) har utarbeidet en liste over situasjoner der elevene fortjener ros i en matematisk samtale, som for eksempel når de ser sammenhenger mellom ulike matematiske begreper eller kan forklare innholdet i en oppgave. Å rose og anerkjenne elevene som deltar aktivt i den verbale interaksjonen mener Featherstone et al. (2011) er avgjørende for å bygge opp deres selvtillit og følelse av medansvar i klassen.

Smith og Stein (2011) sine fem praksiser

Vi vil nå gjennomgå modellen til Smith og Stein (2011). Modellen kan bli brukt som et verktøy for å fremme og organisere produktive matematiske samtaler i klasserommet som skal bygge på elevtenkning og matematiske ideer. Disse praksisene kan gi læreren muligheten til å forutse samtale retningen og gir hjelp til å holde samtalen gående. Modellen er illustrert i figur 2.4.



(Figur 2.4, fem praksiser for å fremme matematisk samtale, Smith et al, 2008)

Praksisen "anticipating" handler om å forutse og forvente hvilke strategier og respons elevene vil bruke for å løse utfordrende matematikkoppgaver. Det er viktig for læreren å ha god matematisk kunnskap for å kunne utføre denne praksisen på en effektiv måte, noe som viser sammenheng med Ball et al. (2008) sin studie om spesialisert kunnskap. Smith og Stein (2011) påpeker at en god måte å forberede seg på som lærer, er ved å selv løse oppgaven på forhånd og identifisere hvilke strategier elevene kan ta i bruk. Ifølge Ball et al. (2008) krever denne praksisen kunnskap om både innhold og elevene for å kunne forutse ulike misoppfatninger og matematiske ideer som elevene kan komme med. Læreren må derfor forberede seg godt til timene og ha en relasjonell forståelse for hva, hvordan og hvorfor en bestemt strategi fungerer (Ball et al., 2008). Dette vil bidra til mer produktive samtaler i klasserommet.

Den andre praksisen "monitoring" innebærer å overvåke og observere elevers respons og løsning på matematikkoppgaver. Ifølge Ball et al. (2008) er det nødvendig å ha spesialisert kunnskap for å kunne fremme effektiv læring og identifisere hvor elevene står fast i løsningsprosessen. Denne praksisen kan komme til uttrykk når elever arbeider individuelt eller samarbeider med en læringspartner. Læreren kan bidra med veiledende spørsmål som kan synliggjøre elevenes matematiske tenkning og hjelpe dem videre i prosessen (Smith & Stein, 2011). Ifølge Franke et al. (2007) er denne praksisen nødvendig for å kontrollere og støtte elevenes utvikling av matematiske argumentasjoner.

Den tredje praksisen "selecting" fokuserer på å velge ut elever som har relevante resonnement, ideer eller strategier for å løse matematiske problemer. Praksisen legger til rette for en matematisk diskusjon i klasserommet. Ved å nøye velge ut hvem som får ordet, kan læreren styrke kvaliteten på samtalen i undervisningen (O'Connor & Michaels, 2015). Kazemi og Hintz (2014) understreker at denne praksisen er kritisk for å opprettholde en konstruktiv samtale. Valget av elever kan derfor påvirke utviklingen av matematisk språk som definisjoner og notasjoner (Stein, Engle, Smith & Hughes, 2008).

Den fjerde praksisen "sequencing" handler om at læreren bør velge ut en bestemt rekkefølge av elevers løsningsforslag som skal presenteres og vises frem for klassen (Smith & Stein, 2011). En annen viktig faktor Smith og Stein (2011) fremhever er at læreren har mer kontroll over hva som blir sagt i klasserommet. Ved å ha kontroll kan man unngå løsningsforslag som kan føre til misoppfatninger blant elevene. Dette samsvarer med begrepet om spesialisert kunnskap (Ball et al., 2008) da lærerens avanserte kunnskap kan oppdage og kontrollere hvilke løsninger som kan løfte kompetansen i klassen og unngå misoppfattelse.

Den siste praksisen "connecting" har som formål å stimulere elevenes tankeprosess og å koble matematiske sammenhenger med ulike strategier (Smith & Stein, 2011). Gjennom denne praksisen ønsker Smith og Stein (2011) at læreren identifiserer formålet med matematikkundervisningen, som er å vise sammenhengen mellom de ulike strategiene elevene utforsker. Gjennom matematisk samtale kan læreren legge til rette for at elever kan koble sammen ideer som har oppstått underveis, og at de deretter får muligheten til å justere egne løsningsstrategier (Thiel, 2014, s.22). Smith og Stein (2011) påpeker at å koble sammen ulike matematiske ideer og strategier kan bidra til at elevene utvikler en mer helhetlig og dypere forståelse av faget. Rowland, Huckstep og Thwaites (2005) påpeker at denne er knyttet til den fjerde praksisen, ettersom rekkefølgen til å presentere ulike løsningsstrategier eller ideer vil gi elevene en sammenheng og en faglig forståelse.

Vi har nå presentert Kazemi og Hintz (2014) sine fire prinsipper og Smith og Stein sine fem praksiser (2011), som kan bidra til å fremme produktive og organiserte matematiske samtaler. Selv om disse ikke vil være direkte synlige i vår forskning, vil vi likevel inkludere dem i drøftingen for å sette dem i perspektiv og vurdere deres relevans i forhold til vårt fokus.

2.6 Spørsmålstyper i matematikkundervisning

I det forrige kapittelet la vi vekt på muntlig kommunikasjon og matematisk samtale i undervisning. Nå ønsker vi imidlertid å rette oppmerksomheten mot et annet vesentlig aspekt ved matematikkundervisning, nemlig spørsmålsstilling. Spørsmålsstilling er sentral i vår oppgave, da vi vil undersøke hvilke type spørsmål lærere stiller som initierer til matematisk samtale og hvilke mulige årsaker til deres bruk kan være.

Spørsmålsstilling er et kommunikasjonsverktøy for lærere til å utforske elevers kunnskaper. Ulleberg og Solem (2018) påpeker at læreres kunnskaper om spørsmålsstilling kan påvirke elevers utvikling av matematisk tenkning. Å stille spørsmål blir ifølge Myhill & Dunkin (2005) mye brukt i klasseromssamtaler, videre viser Andersson-Bakken (2015) sin forskning at lærere stiller en betydelig mengde spørsmål i løpet av kort tid. Når dette er tilfelle, er det viktig å ha kunnskap om at elever har behov for såkalt «tenketid», for å unngå at elevene kommer med et automatisk svar (Kahneman, 2011).

Temaet har tidligere vært undersøkt av forskere som har utviklet modeller for å kategorisere lærernes spørsmål. Disse modellene er utviklet med formål om å fremme samtaler og kommunikasjon i matematikkundervisning. Watson og Mason (1998) har utviklet en modell bestående av seks hovedkategorier av spørsmål, med seks underkategorier i hver kategori. Niss og Jensen (2002) har på sin side utviklet åtte forskjellige matematiske kompetanseområder, og har deretter skapt en rekke eksempler på spørsmålstyper innenfor disse områdene.

Boaler og Brodie (2004) har utviklet en modell bestående av ni kategorier av spørsmålstyper (tabell 2.1), basert på undersøkelser av 1000 elever på tre ulike skoler over en periode på fire år. I deres studie forsøkte de å systematisere og beskrive spørsmålene som ble dokumentert i datamaterialet. Studienes funn viste at 93 % av spørsmålene som ble stilt tilhørte den første kategorien “samle informasjon" (Boaler & Brodie, 2004). Ved å kategorisere ulike type spørsmål, etablerte forskerne et grunnlag for en modell som er bestående av ni ulike spørsmålstyper. Formålet med hver kategori blir forklart og presentert i tabellen nedenfor:

Question type	Norsk oversettelse	Eksempler på spørsmål
1. Gathering information, leading students through a method	Samle informasjon	Hva er verdien til x i denne ligningen?
2. Inserting terminology	Fremheve terminologi - Spørre etter konkrete fagbegreper	Hva kalles dette? Hvordan ville vi skrevet dette riktig?
3. Exploring mathematical meanings and/or relationships	Utforske matematiske betydninger og sammenhenger	Hvor er x i diagrammet? Hva betyr sannsynlighet?
4. Probing, getting students to explain their thinking	Spørre etter elevenes tankegang	Hvordan fikk du 10? Kan du forklare meg hvordan du tenkte?
5. Generating Discussion	Generere diskusjon - Spør etter flere bidrag fra de andre elevene i klassen.	Er det flere løsninger/meninger om dette? Hva tenker du Justin?
6. Linking and applying	Koble sammen og anvende kunnskap	I hvilke andre situasjoner kunne du anvendt dette? Hvilke andre steder har du brukt dette før?
7. Extending thinking	Utvide tenkning - Å utvide en situasjon til en annen, der lignende ideer blir tatt i bruk.	Kan dette fungere med andre tall?
8. Orienting and focusing	Orientering og fokusering - Får elevene til å fokusere på sentrale elementer eller aspekter.	Hva er det oppgaven spør etter? Hva er det viktig å fokusere på?
9. Establishing context	Etablere kontekst - Spørre etter noe utenfor matematikken for å skape kobling mellom dette og matematikken.	Hva er et lotteri? Hvor gammel må man være for å kunne delta i et lotteri?

(Tabell 2.1 Boaler & Brodie, 2004)

Boaler & Brodie (2004) sine spørsmålstyper viser likhetstrekk med Ulleberg & Solem sin spørsmålsmodell (2018), som vi ønsker å belyse. En fellesnevner mellom område A i Ulleberg og Solem sin modell (2018) og Boaler & Brodie (2004) sine spørsmålstyper “Samle informasjon” og “Fremheve terminologi”, er at lærerens hensikt er å bekrefte eller avkrefte elevenes kunnskap. Dette resulterer i korte og presise svar fra elevene, og blir ofte identifisert som IRE/F-samtaler (Wells, 1999).

Kategoriene “Spørre etter elevenes tankegang” og “Generere diskusjon” (Boaler & Brodie, 2004) viser likhetstrekk med Ulleberg og Solem (2018) sine spørsmål fra område C. Lærers hensikt er å få en oversikt over elevenes kunnskap og samtidig oppfordre dem til å utdype sin forståelse. Ulleberg og Solem (2018) sine spørsmål fra område C kan sammenlignes med Boaler og Brodie (2004) sine spørsmålstyper: "Koble sammen og anvende kunnskap” og “Utvide tenkning”. Ved å stille spørsmål som utfordrer elevene til å koble elevenes tidligere kunnskap til ny kunnskap, kan læreren påvirke elevene i en bestemt retning. Lærens hensikt er å engasjere elevene til å dele løsningsstrategier, som hjelper dem å koble den nye kunnskapen til deres egne tenkte løsninger.

I lys av spørsmålsstilling i matematikkundervisning, har vi nå sett på flere aktuelle spørsmålstyper, og vurdert Boaler og Brodie (2004) sin modell i lys av Ulleberg og Solems spørsmålsmodell (2018). Til tross for likhetene mellom Ulleberg og Solem (2018) sin modell og Boaler og Brodie (2004) sine spørsmålskategorier, har førstnevnte fire spørsmålstyper, mens sistnevnte har åtte. Vår oppfattelse er at Boaler og Brodie sin modell (2004) kan virke mer omfattende og kompleks å ta i bruk i forskning og generelt i en travel lærerhverdag, sammenlignet med spørsmålsmodellen fra Ulleberg og Solem (2018).

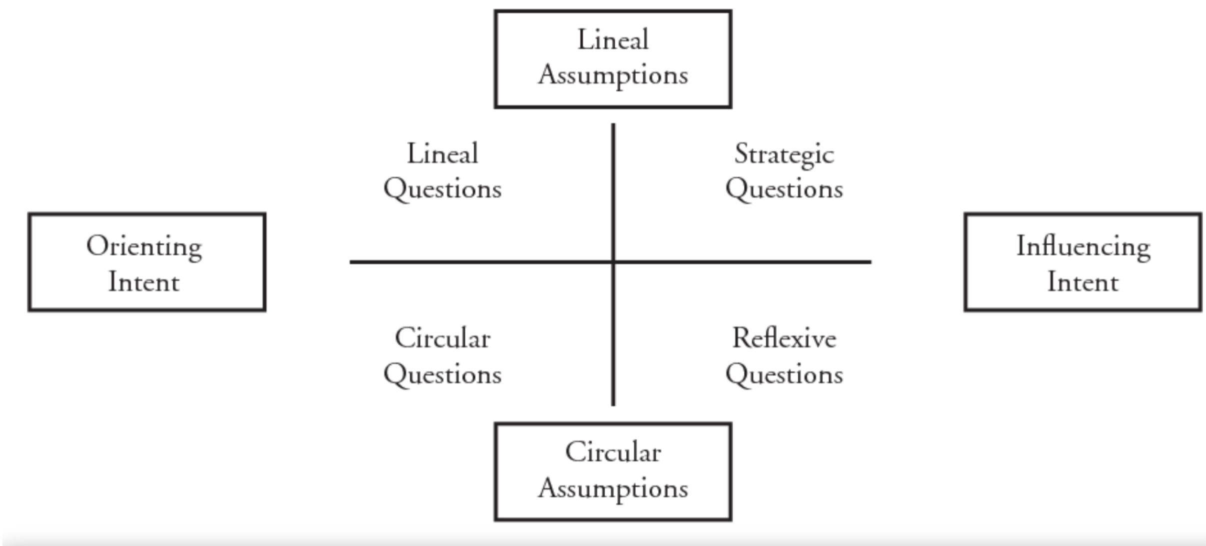
Vi anser spørsmålsmodellen (2018) som et grundigere analyse materiell og mer anvendbar for å kategorisere spørsmål innenfor modellen. Videre gir modellen oss muligheten til å nyansere spørsmålene i større grad enn det Boaler og Brodie (2004) sin modell tillater. Denne modellen vil derfor bli grunnlaget for å samle inn data til den gitte problemstillingen. Avslutningsvis er det avgjørende for oss at spørsmålsmodellen til Ulleberg og Solem (2018) er rettet mot lærerens posisjon, noe som gjør den mer tilrettelagt for bruk av lærere.

2.7 Teoretisk rammeverk

Vi har tidligere presentert ulike spørsmålsmodeller som kan bli brukt i forskning, blant annet Boaler og Brodie (2004) sine ni kategorier av spørsmålstyper. I dette delkapittelet vil vi presentere rammeverket for oppgaven som er basert på spørsmålsmodellen til Ulleberg og Solem (2018).

2.7.1 Spørsmålsmodell (2018)

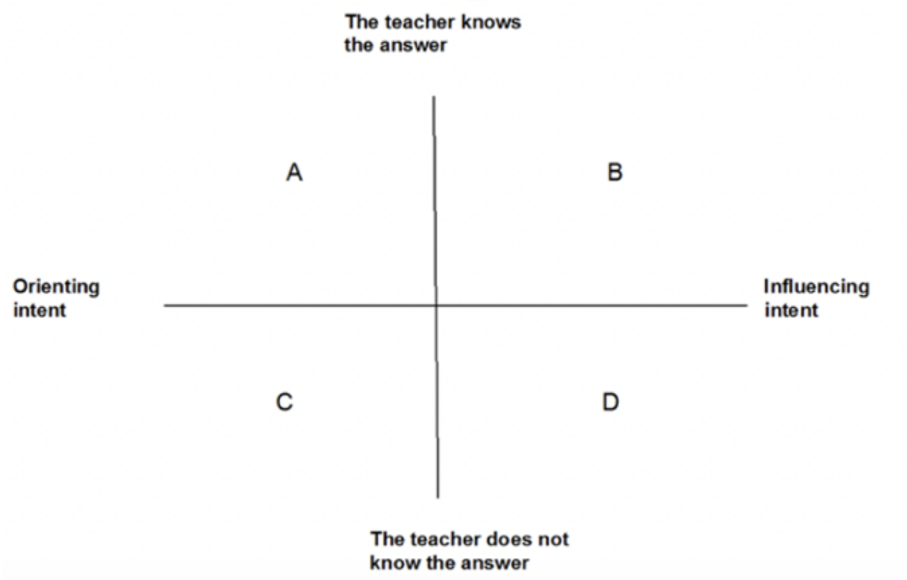
Ulleberg og Solem (2018) har utviklet en modell som er konkret og presis for at den kan bli brukt i hverdagen av både lærere og studenter. De har tatt utgangspunkt i pedagogisk veiledning og matematikkdidaktikk i utformingen av modellen. Ulleberg og Solem (2018) har hentet inspirasjon fra modellen til Karl Tomm (1989). Han har utviklet en modell innen systemisk intervjumetodikk (figur 2.5). Modellen er designet som et koordinatsystem med to akser, der hver akse viser to ulike dimensjoner. Disse dimensjonene er knyttet til hensikten med spørsmålet og posisjonene til spørsmålene som blir stilt.



(*Figur 2.5, Spørsmålstyper, Tomm, 1989*)

I likhet med Tomms (1989) modell, er også Ulleberg og Solem (2018) sin spørsmålsmodell utformet som et koordinatsystem med fire separate kvadranter, som en kan se i figur 2.6. Den horisontale aksen representerer lærerens kjennskap til svaret på spørsmålet som er stilt, hvor øvre halvdel indikerer lærerens kjennskap til svaret, og nedre halvdel indikerer mangel på kjennskap til svaret (Ulleberg og Solem, 2018).

Venstre side av den vertikale aksen beskriver spørsmål med orienterende hensikt, mens spørsmål med påvirkende hensikt beskrives til høyre for den vertikale aksen. Her er det lærerens intensjoner som er av interesse. Dersom spørsmålene er ment for å få innsikt i hva eleven kan og husker, hvordan eleven tenker og forstår, og hvordan eleven argumenterer for sin tenkemåte, befinner vi oss på den venstre siden av koordinatsystemet (Solem & Ulleberg, 2013, s. 143). Dersom hensikten med spørsmålene er å påvirke eleven i en bestemt retning, befinner vi oss på den høyre side av koordinatsystemet. Å stille spørsmål med en påvirkende hensikt kan være for å utfordre eleven til å reflektere og oppdage nye sammenhenger.



(Figur 2.6, Spørsmålsmodell, Solem & Ulleberg, 2018)

I henhold til Solem og Ulleberg (2013) besitter lærere kunnskap som elevene ikke har. Av den grunn bør lærere veksle mellom å stille spørsmål med en nysgjerrig tilnærming for å utforske elevenes tenkning, som gir elevene veiledning mot sammenhenger som læreren ønsker at elevene skal utforske (s. 118)

Vi har nå sett på de to dimensjonene av modellen. Videre vil vi fokusere på de fire områdene i modellen. I spørsmålsmodellen (Ulleberg & Solem, 2018) er område A plassert øverst til venstre i koordinatsystemet. Den ligger over den horisontale aksen, noe som indikerer at lærer kjenner til svaret. Videre er den plassert til venstre for den vertikale aksen, som indikerer at spørsmålet har en orienterende hensikt. Ulleberg og Solem mener at dette er et typisk område for IRE/F samtaler (2018). Boaler og Brodie (2004) kaller dette området for “gathering information” eller “checking” mens Streitlien (2009) kaller det for “rhetorial questions".

Solem og Ulleberg (2020) kaller spørsmålene som befinner seg i område A for testspørsmål eller retoriske spørsmål (s. 157). Når lærer stiller disse spørsmålene, er det for å teste elevenes kunnskap. Eksempler på slike spørsmål kan være «hva er formelen for arealet av en sirkel?» eller «hva blir gjennomsnittet?».

Område B befinner seg til høyre for område A. Dette gjør at vi fortsatt befinner oss over den horisontale aksen, men område B befinner seg til høyre for den vertikale aksen. Dette indikerer at læreren kjenner til svaret, og hensikten er å påvirke elevens faglige tenkning i en bestemt retning (Ulleberg og Solem, 2018). Læreren kan vinkle samtalen i en bestemt retning for å få eleven til å utforske nye sammenhenger. Disse spørsmålene blir ofte referert som strategiske spørsmål, som vi finner igjen i Tomms modell (1989). Alrø og Skovsmose (2004) kaller disse spørsmålene "hvorfor-spørsmål", mens Mellin-Olsen (1989) kaller "ledende spørsmål", hvor læreren leder elevene steg for steg til riktig svar. Solem og Ulleberg (2013) skriver at spørsmål fra område B kan bidra til at samtalen oppleves trygg og forutsigbar for både lærer og elev. Eksempler på spørsmål i dette området kan være "Gjelder dette også for tall i seksgangen?" og "Hvordan kan du vite at dette alltid gjelder?".

Område C befinner seg nede til venstre i koordinatsystemet. Dette forteller at området ligger under den horisontale aksen og til venstre for den vertikale aksen. Plasseringen av område C forteller at lærer ikke kjenner til svaret og har en orienterende hensikt med spørsmålet sitt (Solem & Ulleberg, 2020). Læreren ønsker å forstå elevenes tenkemåter og kan stille spørsmål som "Kan du forklare hvordan du fant svaret?" og "Hvordan har du begrunnet at dette er riktig?". Dette gir læreren innsikt i elevenes matematiske forståelse, samtidig som det oppmuntrer elevene til å sette ord på sin egen tenkning (Solem & Ulleberg, 2020). I dette området vil læreren bli kjent med elevenes matematiske forståelse og oppmuntre dem til å dele strategier med læringspartnere. Ifølge Streitlien (2009) er dette området forbundet med "autentiske spørsmål", mens Boaler og Brodie (2004) beskriver det som "generering av diskusjon" (Solem & Ulleberg, 2020).

Område D befinner seg nede til høyre i koordinatsystemet. Dette forteller at området ligger til høyre for den vertikale aksen og under den horisontale aksen. Dette indikerer at lærerens hensikt er å påvirke eleven i en spesiell retning hvor læreren ikke har kjennskap til svaret på spørsmålet som blir stilt (Ulleberg og Solem, 2018). Spørsmålene som læreren stiller er ofte hypotetiske og har som hensikt å fremme selvstendig tenkning og refleksjon hos elevene

(Solem & Ulleberg, 2020). Eksempler på slike spørsmål kan være "Hva skjer hvis vi gjør dette på en annen måte?" og "Kan du uttrykke dette på en annen måte?". Dette området kan knyttes til dialogisk undervisning (Alexander, 2008), der begge parter lærer noe nytt og utveksler kunnskap med hverandre. Ifølge Mason (2000) kan dette området defineres som "asking for inquiring", mens Tomm (1989) beskriver det som "refleksive spørsmål".

Flytende kategorier og glidende overganger

Solem og Ulleberg (2020) forklarer flytende kategorier som spørsmål som kan tilhøre ulike områder avhengig av kontekst og kunnskap om eleven. Dette kan variere basert på elevenes alder, relasjonen til lærer, og faglige nivå. Et eksempel kan være spørsmålet: "Hvordan finner vi omkretsen av denne figuren?" være ment som et testspørsmål for en elev, mens det kan ha en mer utforskende hensikt for en annen elev som kan lede til en mer kreativ løsning. I vår forskning vil vi ta i bruk flytende kategorier når vi opplever spørsmål som kan ha flere intensjoner. Disse spørsmålene vil bli plassert på aksene i koordinatsystemet. Vi vil også ta i bruk det Solem og Ulleberg (2020) betegner som glidende overganger (s.155). Vår forståelse av glidende overganger er at spørsmålene kategoriseres etter i hvor stor grad spørsmålet tilhører kategorien.

3. Metodekapittel

I dette kapittelet vil vi presentere og begrunne vårt valg av metode som vil besvare problemstillingen *«Hvilke type spørsmål stiller lærere i matematikkundervisning som initierer til matematisk samtale, og hva kan være mulige årsaker til deres bruk?».* Vi vil ta i bruk kvalitativ forskningsmetode i form av intervju og observasjon, for å oppnå svar på den gitte problemstillingen. Vår hovedmetode vil være observasjon, mens intervju vil være et supplement for å kvalitetssikre vår forskning. I dette kapittelet vil vi først beskrive og argumentere for våre metodiske valg. Deretter vil vi beskrive hvordan vi har valgt informanter og presentere planen vår for å samle inn data. Videre vil vi presentere våre tanker om hvordan bearbeidingsprosessen vil foregå og kategoriseringen av spørsmålene. Avslutningsvis vil vi legge frem etiske hensyn og presentere våre refleksjoner av studiens kvalitet. Vi vil tydeliggjøre at vi fra nå av vil referere til Ulleberg og Solems spørsmålsmodell fra 2018 som "spørsmålsmodellen (2018)", uten å inkludere henvisning til deres navn.

3.1 Kvalitativ forskningsmetode

Vi vil nå presentere og begrunne vårt valg av kvalitativ forskningsmetode. Gjennom et forskningsprosjekt velger man en bestemt metode som veiledning for å utforske en definert problemstilling. Dette kan ifølge Larsen (2017) bidra til å generere ny kunnskap innenfor det aktuelle fagområdet. Ifølge Halvorsen (1989) refererer metode til en systematisk tilnærming for å undersøke virkeligheten. Det skilles hovedsakelig mellom to metoder for å belyse gitte problemstillinger, nemlig kvalitativ-og kvantitativ metode. Kvantitativ metode setter søkelys i tall og statistikk der utbredelse vektlegges, i motsetning til kvalitativ metode som bygger på teorier om hermeneutikk og fenomenologi. Kvalitativ metode setter søkelys på tekst, lyd, visuelle representasjoner og dybde (Check & Schutt, 2012; Thagaard, 2018).

Som forskere har vi behov for å etablere nær kontakt med våre informanter for å kunne studere og analysere deres bruk av spørsmålsstilling i en matematisk samtale. Vårt fokus ligger på å forstå informantenes bruk av spørsmålsstilling og tolke situasjonen i klasserommet (Thagaard, 2018). Metoden beskrives som et design for å fange opp undervisningens realitet gjennom deltakerens opplevelser og virkelighet, i motsetning til å teste hypoteser opp mot virkeligheten (Check & Schutt, 2012).

Hovedmålet vårt er å systematisk observere og registrere hvilke spørsmålstyper våre informanter bruker for å initiere matematiske samtaler. Vi starter med en deltakende observasjon, der vi nøye observerer og noterer ned spørsmål som blir stilt av informantene. Etter observasjonen gjennomfører vi semistrukturerte intervjuer med informantene for å få ytterligere innsikt. I den senere delen av oppgaven
vil vi gi en mer detaljert beskrivelse av vår metode og prosess knyttet til observasjonene og intervjuene.

3.1.1 Forskningsdesign

Vi vil i det neste delkapittelet begrunne valg av vårt forskningsdesign. Ifølge Thagaard (2018) fungerer forskningsdesign som et overordnet rammeverk for innhenting av data i forskning. Forskningsdesignet gir retningslinjer for forskerne om hvordan problemstillingen skal belyses og hvordan utredningen skal gjennomføres. Dette går ut på hva forskningen skal prioritere, hvem som kan være kvalifiserte til å være informanter og hvordan forskningen skal gjennomføres (Thagaard, 2018). Videre mener Thagaard (2018) at valg av forskningsdesign kan styrke empiri, analyse og resultatdelen i forskningsprosjektet. Vårt masterprosjekt fokuserer på å benytte et begrenset antall informanter med formål om å oppnå detaljert og relevant innhold fra våre observasjoner. Vi vil utføre semistrukturerte intervjuer, for å sikre nøyaktig informasjonskartlegging. Basert på dette har vi valgt casestudie som vårt forskningsdesign.

Casestudie er et kvalitativt forskningsdesign som egner seg godt for å undersøke et begrenset og konkret fenomen. Denne metoden gir muligheten til å undersøke et større omfang av data og å analysere det underliggende fenomenet i dybden (Yin, 1984). I vår forskning har vi valgt casestudie som forskningsdesign for å undersøke spørsmålsstilling i matematisk samtale i en naturlig setting. Vi vil analysere de faglige spørsmålene som blir stilt av to informanter i klasserommet, og plassere dem inn i Ulleberg og Solem sin spørsmålsmodell (2018). Kategoriseringen vil danne grunnlag for å identifisere mulige årsaker til informantenes bruk. Informantene vil være våre analyseenheter, der vi vil sammenligne og analysere spørsmålene de stiller. I tillegg skal vi se på hvilke kategorier som initierer til matematisk samtale. Vi vil nå presentere verktøyene vi skal bruke i vårt forskningsprosjekt.

3.1.2 Observasjon og intervju som metode

Etter å ha presentert kvalitativ forskningsmetode, vil det være naturlig å følge opp med en beskrivelse av de kvalitative formene som vi benytter. Befring (2020) fremhever at "kvalitative data bygger i første rekke på intervju og observasjon. Innsamling, analyse og tolkning av slik data er sentralt i kvalitativ metodelære" (s. 93). Observasjonen vil danne grunnlaget for datainnsamlingen, mens intervjuet vil bidra til å styrke validiteten og forståelsen av de innsamlede data. Et viktig element i modellen til Ulleberg og Solem (2018) er å kategorisere spørsmålene fra observasjonen i riktig kategori og i tillegg plassere spørsmålene i glidende overganger, slik som nevnt tidligere i kapittel 2.7.1. Vi vil i de følgende delkapitlene gjennomgå observasjon og intervju som metode.

Observasjon som metode

Ifølge Adler & Adler (1994) er observasjon den mest fundamentale metoden for å samle inn data på. Vi har valgt å benytte naturalistisk observasjon i klasserommet for å få en autentisk situasjon, slik som beskrevet av Postholm og Jacobsen (2018). Gjennom observasjon vil vi kunne få innsikt i hvilke type spørsmål læreren stiller, noe som vil være viktig for å kunne kategorisere spørsmålene i henhold til spørsmålsmodellen (2018). Dette er årsaken til at vi har valgt å gjennomføre observasjon som metode.

Postholm og Jacobsen (2018) viser til begrepene "deltaker-som observatør", "fullstendig observatør", "fullstendig deltaker" og "observatør som deltaker". Vi vil innta rollen som "observatør-som deltaker" under vår datainnsamling. Det innebærer at vi kun vil observere og ikke delta i undervisningen, men likevel være til stede i klasserommet. Vi vil presentere våres formål i starten av timen, og informere klassen hva vi skal gjøre og hvilke hensikter vi har, for å unngå at elever stiller oss spørsmål underveis i observasjonen. Dersom vi får faglige spørsmål underveis vil vi svare elevene at de må henvise seg til lærer. På denne måten vil vi bevare vår observatørrolle (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 115).

Under observasjon vil vår rolle som forskere være å registrere alle faglige spørsmål som læreren stiller i klasserommet. Vi vil posisjonere oss rundt i klasserommet for å være i nærheten av læreren til enhver tid og for å sikre at vi ikke overser eller utelater noen spørsmål. Dette er en viktig del av kvalitetssikringen av forskningen vår. Vi vil presisere at kategorisering av spørsmålene vil bli gjort senere i arbeidsprosessen, etter intervjuet og observasjon.

Intervju som metode

Intervju kommer fra det franske ordet "entrevue" og blir forstått som «inter view» (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 117). Thagaard (2018) skriver at gjennom å intervjue en informant vil en kunne få innsikt i deres erfaringer, tanker og følelser (s. 87). "Som grunntrekk består intervjuet av en samtale mellom forsker og informant, der det forventes at informanten skal være i stand til en pålitelig introspeksjon og gi uttrykk for det" (Befring, 2020, s. 74). Vår forskning tar i bruk *det fenomenologiske intervjuet.* Et fenomenologisk intervju karakteriseres som å observere i forkant av intervjuet, en er opptatt av å stille spørsmål som "hva" og "hvordan" og der informantene er valgt på samme premisser (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 118).

Kvalitative intervjuer organiseres, planlegges og gjennomføres på ulike måter. En kan dele dette inn i tre deler; det *strukturerte intervjuet*, *det ustrukturerte intervjuet* og *det semistrukturerte intervjuet* (Befring, 2020). Som tidligere nevnt vil vi ta i bruk et semistrukturert intervju. Et semistrukturert intervju kjennetegnes av tydelige formuleringer, presise og kortfattede spørsmål, spørsmålene er ikke ledende og det skal ikke gis noen føringer med hensyn til forventede svar (Befring, 2020, s. 74).

Thagaard (2018) formidler at det kreves konkret kompetanse for å være i stand til å utforme et forskningsintervju. En skal blant annet tenke gjennom hvordan en presenterer og utarbeider gode spørsmål, hvilken utforming en velger for intervjuet og hvordan en kan opparbeide seg en god relasjon til informantene. Vår intervjuguide (vedlegg 3) er utarbeidet etter trekkene for et semistrukturert intervju. Blant annet er spørsmålene formulert på en slik måte at vi sikrer oss et utfyllende svar der det ikke blir gitt noen ledende spørsmål. Spørsmålene vil være av en presis og kortfattet form slik at informanten ikke skal være i tvil på formålet med spørsmålet. Vi vil ta i bruk oppmuntrende tilbakemeldinger underveis, for å bygge en god og naturlig relasjon til informantene. Dette betegner Rubin og Rubin (2012) for *prober*. Dette kan være et enkelt nikk eller i form av respons som "ja…, hm… På denne måten vil vi vise interesse for det som blir sagt og informanten vil føle seg trygg på at vi er fornøyde med det informantene deler.

I våre semistrukturerte intervju vil vi gi våre informanter en oversikt over spørsmålene som vil bli stilt. Intervjuguiden er delt inn i generelle og spesifikke spørsmål. De generelle spørsmålene vil bli stilt for å bli bedre kjent med informantene og deres fokusområder i matematikkundervisning. De spesifikke spørsmålene er spørsmål vi vil markere i etterkant av observasjonen, i fravær av informantens tilstedeværelse. Disse ble stilt for at informantene kunne utdype sine intensjoner og faglige begrunnelser av spørsmålene, og dermed gjøre det enklere for oss å plassere dem inn i spørsmålsmodellen (2018).

Formålet med en kvalitativ studie kan være å avdekke både generelle og spesifikke trekk som foregår i klasserommet (Befring, 2020, s. 94). Vi vil gjennom vår studie avdekke generelle trekk av ulike type spørsmål som stilles i matematikktimen. Postholm og Jacobsen (2018) uttrykker at forskerens subjektivitet alltid vil være til stede under observasjoner. Ved å kombinere observasjon med intervju er tanken å begrense subjektiviteten som oppstår under observasjonen. En annen faktor vi har valgt for å begrense subjektiviteten, er å ta i bruk appen diktafon under intervjuet. Dette gjør vi for å kvalitetssikre at alle spørsmål som blir besvart i intervjuet blir fremstilt på en forsvarlig og objektiv måte.

Vi velger å benytte intervju som metode for å innhente tilstrekkelig kunnskap om informantene og deres hensikt bak egne spørsmål. Dette for å unngå eventuelle feilplasseringer eller misforståelser når vi skal kategorisere spørsmålene i henhold til spørsmålsmodellen (2018). Intervjuene vil gi oss muligheten til å stille avklarende spørsmål, noe som vil bidra til å øke nøyaktigheten og kvaliteten i vår analyse.

3.2 Valg av informanter og metode for innsamling av data

I henhold til Cohen, Manion & Morrison (2017) er formålet med en studie avgjørende for valg av informanter. Hensikten med vår studie er å identifisere spørsmålstyper som benyttes av lærere innenfor matematikkundervisning. For å kunne utføre denne studien er det nødvendig å observere lærere som underviser i matematikk. Vi vil i det følgende delkapittelet presentere vår metode for utvelgelse av informanter og metode for innsamling av data.

Vår forskningsprosess ble innledet med en intensjon om å inkludere 2-3 informanter i utvalget. Thagaard (2018) skriver at når utvalget er av beskjeden størrelse, er det viktig å være gjennomtenkt i utvelgelsesprosessen, slik at man oppnår formålet og relevante data som kan besvare problemstillingen (s. 54). For å oppnå svar på problemstillingen, opplevde vi det som nødvendig å etablere avgrensninger for å kvalifisere seg til å delta i forskningsprosjektet. Disse kriteriene innebar at lærere skulle ha matematikkutdanning, undervise i matematikk og arbeide på ungdomsskolen. En kan dermed si at utvalget var strategisk ved at deltakerne oppfylte våre kriterier.

Vi sendte henvendelser på e-post og informerte om vårt prosjekt til utvalgte ungdomsskoler i Bergensområdet. Thagaard (2018) skriver at i kvalitative studier er temaer gjerne nærgående og personlige, noe som gjør at det kan være vanskelig å finne informanter som ønsker å delta i studien (s. 56). Vi opplevde lite respons på våre henvendelser, noe som bekrefter Thagaards (2018) utsagn. Som følge av dette benyttet vi oss av relasjoner som tidligere har blitt etablert i forbindelse med praksis.

En av våre tidligere praksislærere fungerte som et bindeledd ved å introdusere oss til en kollega som var interessert i å delta i vårt forskningsprosjekt. Videre tok vi kontakt med en annen praksisskole og en tidligere lærer av en av oss, som også uttrykte villighet til å delta og gav oss samtykke. En kan se på vårt utvalg som et *tilgjengelighetsutvalg,* da vi tok imot de informantene som var tilgjengelige for oss (Thagaard, 2018, s. 56). På en annen side var ikke utvelgelsen et stort tema for vår del så lenge informantene oppfylte våre kriterier. Thagaard (2018) skriver så at omfanget av «antall deltakere ikke bør være større enn at det er mulig å gjennomføre omfattende analyser» (s. 59). Da vi hadde rekruttert to informanter, anså vi oss fornøyd med utvelgelsen, da begge oppfylte våre kriterier. I første omgang anslo vi at dette ville være tilstrekkelig for vårt prosjekt, men vi var bevisste på behovet for å inkludere flere informanter for å sikre oss mot eventuelle frafall eller for svakt datagrunnlag.

3.2.1 Innhenting av data

I dette delkapittelet vil vi beskrive trinnvis hvordan vi samlet inn data og gi en begrunnelse for de valgene vi har tatt i denne prosessen.

Vi synes det var nødvendig å være fysisk til stede, for å kunne identifisere hvilke type spørsmål informantene stilte i undervisningssammenheng og mulige årsaker til deres bruk. Som følge av dette, var det hensiktsmessig for oss å utføre observasjonen innenfor klasserommet på skolen hvor informanten var ansatt. I etterkant ble intervjuet utført i et klasserom uten elever.

Datainnsamlingen ble gjennomført over to dager, én dag dedikert til hver informant. Da vi møtte informantene, ble vi vist til deres klasserom, og sammen fant vi den mest hensiktsmessige plasseringen for oss under observasjonen. Før undervisningen startet, introduserte vi oss for elevene for å informere dem om vårt formål med studien, som tidligere nevnt gjorde vi dette for å unngå eventuelle spørsmål som kunne forstyrre datainnsamlingen. Under observasjonen av informant 1 ble vi plassert på langsiden av klasserommet slik at vi hadde godt overblikk på det som ble sagt, til tross for hans bevegelse rundt i klasserommet. I den andre datainnsamlingen hos informant 2 var det vesentlig flere elever og trangere forhold, noe som påvirket observasjonen ved økt støynivå i klasserommet. Dette medførte utfordringer i noen tilfeller, da det var vanskelig å oppfatte det som læreren sa. Som en følge av dette måtte vi flytte oss flere ganger i løpet av undervisningen.

Under observasjonen noterte vi fortløpende alle faglige spørsmål lærerne presenterte. Det ble også notert ned stikkord som var relevante for konteksten til spørsmålene. Dette var gjort med den hensikt å lettere kunne reprodusere konteksten når vi skulle utføre analysen. På forhånd prøvde vi ut ulike metoder som kunne være hensiktsmessige under vår observasjon. Blant annet å notere på ark eller på PC. Vi konkluderte med at å ta notater på PC ville være mest effektivt for vårt formål, da vi mente dette ville kunne redusere mulighetene for feilmarginer og styrke troverdigheten på den innsamlede data. Etter observasjonen markerte vi spesifikke spørsmål og utførte deretter de semistrukturerte intervjuene ved hjelp av intervjuguiden vår.

3.3 Bearbeiding og analyse av datamateriale

Som problemstillingen vår formidler, har vi som mål å identifisere hvilke type spørsmål lærere stiller i matematikkundervisning, som initierer til matematisk samtale. Vår forskningsmetode har en analytisk tilnærming, hvor vårt fokus ligger på hva som faktisk skjer i klasserommet. Dette oppnås ved å anvende en systematisk analyse av observert data, som muliggjør en forståelse av de pågående hendelsene (Christoffersen & Johannessen, 2012, s.

110). Vi har tidligere gjennomgått valg av informanter og datainnsamling og vil nå rette fokuset på etterarbeid og hvordan vi ønsker å ta i bruk data vi har samlet inn.

Befring og Befring (2020) mener at når en samler inn data, kan det være nyttig å notere observasjoner (s. 96). Dette betyr at datainnsamlingen vil være tjent med å dokumentere ordrett det som er blitt sagt, vi så dermed nødvendigheten og viktigheten av å transkribere. Transkripsjon handler om «å skrive overgangen fra talespråk til skriftspråk i forbindelse med forandringen i mediet unøyaktigheter som uten tvil er forutsetningen for sann nøyaktighet» (Kvale, Brinkmann, Anderssen & Rygge, 2015, s. 138). Ved å ha utarbeidet en intervjuguide, anser vi det som hensiktsmessig å integrere transkripsjonen direkte i den for å optimalisere arbeidsprosessen.

Under observasjonen ser vi det hensiktsmessig å notere alle faglige spørsmål individuelt, for deretter å samkjøre spørsmålene til et fellesdokument. I analysearbeidet vil vi anvende spørsmålsmodellen (2018) for å kategorisere spørsmålene som vil bli stilt av informantene. For å forenkle prosessen, antar vi at det kan være gunstig å ta i bruk fargekoder for å gruppere spørsmålene etter deres tilhørende kategori, slik som beskrevet av Befring (2020) som "tematisk strukturering og forenkling" (s. 96). Vi vil utvikle en tilsvarende modell som spørsmålsmodellen (2018) i geogebra. Geogebra vil være et verktøy for å registrere resultatene for hver av informantene hver for seg i modellen. I tillegg tenker vi å produsere en felles modell basert på begge informantenes resultater. Dette trinnet i analysen, kjent som "strukturert dataanalyse" (Befring, 2020, s.97), vil bidra til å synliggjøre og organisere spørsmålskategorier og deres plassering i modellen.

3.4 Metode for analyse

Vi vil i det følgende delkapittel presentere vår tankegang og fremgangsmåte for å kategorisere spørsmålene inn i modellen til Ulleberg og Solem (2018). Det er viktig å ha innsikt i hva som kjennetegner hvert område for å kunne kategorisere spørsmål. Vi vil nå legge frem vår tolkning og argumentasjon for hva vi tenker er riktig plassering av de ulike spørsmålene. Hvert spørsmål vil ha en glidende overgang innenfor hvert område, etter i hvor stor grad vi mener spørsmålet tilhører kategorien.

Som vi har skrevet i kap. 2.7, blir spørsmål i område A sett på som testspørsmål hvor lærer kontrollerer kunnskapen til elevene. Disse spørsmålene kjennetegnes av at lærer vet svaret og har en orienterende hensikt. Vi vil understreke at vi ikke kan forutse lærernes kunnskapsnivå og dermed ikke kan være sikre på om de vil være i stand til å besvare spørsmålene. På en annen side må matematikklærere ha visse kvalifikasjoner og kunnskaper, det er dermed rimelig å forvente at de har generell kompetanse i faget. Slik vi tolker område A, vil eksempler på slike spørsmål være; "hva er omkrets?", "hva er 10*10?" og «hva betyr m^2?". Disse spørsmålene vil vi kategorisere som testspørsmål da læreren orienterer seg om elevenes kunnskaper. Videre tolker vi det slik at lærer bør inneha denne kunnskapen og dermed vet svaret.

Område B kjennetegnes av at lærer vet svaret, i tillegg til å ha en påvirkende hensikt bak spørsmålet. I den forbindelse vil vi ta i bruk samme argumentasjon som i område A, da det forventes at lærer har en generell kunnskap. Eksempler på spørsmål som vi tenker tilhører område B er "hvorfor fungerer denne formelen?", "gjelder denne fremgangsmåten alle primtall?" og "hva skjer med arealet om du dobler lengden?". Disse spørsmålene tolker vi som påvirkende, da lærer legger til rette for matematisk tenkning og samtidig gir rom for egen utforskning. På denne måten bidrar lærer til at elevene skal utvikle sin matematiske tankegang.

Beveger vi oss til område C, finner vi spørsmål der lærerne ikke vet svaret og må orientere seg i elevenes tenkning og strategier. Slik vi tolker dette området, kan spørsmål være "hvordan kom du fram til dette svaret?", "kan du forklare hva du har tenkt"? og "er det flere måter å løse oppgaven på?". Disse spørsmålene vil vi tolke som undrende spørsmål fordi læreren stiller seg i en uviten posisjon hvor elevene styrer svaret. Videre forstår vi spørsmålene som at lærer genuint ønsker å forstå elevenes resonnement. Elevens svar er individuelle og unike, som forteller oss at læreren ikke kan ha kjennskap til svaret uavhengig om svaret er rett eller galt.

Område D forteller oss at læreren ønsker å utfordre elevene til kreativ tenkning der en blir påvirket i en bestemt retning. Området tilsier at læreren ikke kjenner til svaret på spørsmålet. Eksempler på spørsmål slik vi tolker området kan være "kan man løse oppgaven på flere måter?", "finnes det flere fremgangsmåter for å løse oppgaven?" og "hva skjer dersom du bytter ut tallet 2 med 4?". Vi tolker disse spørsmålene slik at lærer påvirker elevene til å utforske oppgaven ytterligere. Dette forstår vi som at læreren ønsker at elevene skal oppnå en dypere forståelse av oppgaven, som igjen fører oss inn på begrepet *relasjonell forståelse* (Skemp, 1976). Området tilsier at læreren ikke skal kjenne til svaret. Dette tolker vi som at lærerens intensjon er at elevene skal utforske og oppdage ny kunnskap på nytt nivå uten direkte veiledning.

Et moment som må tas høyde for er når vi tolker at et spørsmål kan tilhøre flere områder. Spørsmålene kan ha ulike hensikter ut ifra omstendighetene, faglige nivåer og kontekst. Disse spørsmålene vil derfor bli plassert enten på den vertikale eller den horisontale aksen, mellom to områder. Spørsmålene vil derfor tilhøre flytende kategori.

3.5 Etiske betraktninger

Å ta hensyn til etiske betraktninger er avgjørende for enhver forskning, inkludert masteroppgaver (Dalland, 2012). Det handler om å ivareta respekten for deltakernes integritet, konfidensialitet og anonymitet, og sikre at forskningen ikke påfører skade eller ulempe for deltakerne eller samfunnet som helhet (Christoffersen & Johannssen, 2012). I dette kapittelet vil vi legge frem de etiske hensynene som er tatt i betraktning og hvilke tiltak som er iverksatt for å beskytte deltakernes rettigheter og velferd.

Forskningsetikk omhandler å beskytte og sikre både personvern og oppgavens troverdighet (Dalland, 2012). Dersom et forskningsprosjekt benytter personopplysninger, vil en være forpliktet til å melde det inn til Sikt. Masterprosjektet vårt har søkelys på lærerens perspektiv i matematikkundervisning og vi samler dermed ikke inn forskningsdata som omhandler elevene. Det var derfor kun nødvendig å innhente personopplysninger fra lærerne som deltok i forskningsprosjektet. Som tidligere nevnt, vil vi ta i bruk appen *Diktafon* som taleopptak. Vi er pålagt å verne personopplysninger og lydopptak, og det var derfor nødvendig å sende inn søknad til Sikt før vi innhentet data. Søknaden ble behandlet og godkjent 05.10.2022 (se vedlegg 1). Etter å ha mottatt godkjennelse fra Sikt, har vi utvidet vår problemstilling til å undersøke mulige årsaker. Ettersom dette ikke hadde noen innvirkning på de etiske overveielsene eller gjennomføringen av datainnsamlingen, så vi ingen grunn til å sende inn en ny søknad.

Ifølge Thagaard (2018) er det tre etiske retningslinjer en forsker bør spesielt ta hensyn til, nemlig (1) informert samtykke, (2) konfidensialitet og (3) konsekvenser av å delta i forskningsprosjektet. Før prosjektet startet, ble samtykket fra informantene innhentet gjennom en skriftlig underskrift etter at de hadde mottatt en e-post med informasjon om prosjektet, dette samsvarer med Thagaard (2018) sitt begrep om informert samtykke. Ved rekrutteringen av deltakerne, informerte vi tydelig om deres rett til å avbryte deltakelsen i prosjektet når som helst, uten krav til spesifikke årsaker. Dette presiserte vi flere ganger som en ekstra forholdsregel for å sikre at budskapet om frivillighet ble klart kommunisert til informantene.

Som forskere har vi en forpliktelse til å ivareta informantens anonymisering, fremstilling og prestasjon på en forsvarlig måte, noe Thagaard (2018) kaller for konfidensialitet. For å ivareta deltakernes anonymitet, har vi iverksatt flere tiltak. Thagaard (2018) understreker at forskere bør vise respekt for deltakerne og behandle dem etisk forsvarlig. For å oppfylle det Thagaard (2018) mener er respekt for deltakerne, vil vi navngi dem som informant 1 og informant 2. For å sikre at informantenes svar i intervjuet blir bevart på en forsvarlig måte og samtidig forhindre uautorisert tilgang, vil lydfilen bli kryptert gjennom "diktafon"-appen.

Thagaard (2018) sin siste retningslinje handler om å informere om konsekvenser av å delta. I tråd med dette fikk informantene tilsendt et detaljert informasjonsskriv via e-post (se vedlegg 2). Dette inneholdt en grundig beskrivelse av prosjektets formål og forskningsspørsmål. I skrivet ble informantenes rolle beskrevet på en klar og tydelig måte. Ved å formidle denne informasjonen ville det gjøre informantene mer bevisste på deres valg om å delta. Vi har med dette ivaretatt Thagaards (2018) tre forskningsetiske retningslinjer.

Et annet moment som kan spille en vesentlig rolle innenfor etikk er hvor mye informasjon deltakeren skal få på forhånd. Kvale et al. (2015) konstaterer at dersom informantene kjenner prosjektets oppbygning samt hvilke teorier den støttes opp mot, kan adferden virke kunstig. I tillegg kan for mye informasjon føre til at informantens fokus blir forstyrret og følgelig gi opphav til usikkerhet i det innsamlede datamaterialet. På bakgrunn av dette valgte vi å ikke dele informasjon om spørsmålsmodellen (2018) for informantene. Dette førte til at informantenes fokus ikke var rettet mot hvilke type spørsmål vi søkte svar på, og situasjonen ble oppfattet som naturlig i klasserommet for informantene.

Kontakt mellom forsker og deltaker i etterkant av innhenting av data, er også en diskusjon som er nødvendig å ta for seg. Thagaard (2018) skriver at når datamaterialet skal analyseres og tolkes, burde en ikke la seg påvirke av deltakerens innflytelse. I den forbindelsen hadde vi ikke kontakt med informantene i etterkant. Det kan likevel være hensiktsmessig å invitere informantene til å samarbeide, om det er noe uklart fra intervjuet eller om det er noe en mangler. Likevel er det viktig å presisere at prosjektets formål er å studere hvilke type spørsmål læreren stiller i matematikkundervisning, ikke læreren eller elevenes prestasjoner.

3.6 Kvalitet på studien

Som forskere har vi en vesentlig oppgave å sørge for at studien vår er av kvalitet og troverdighet. Thaagard (2018) påpeker at kvaliteten på en studie er avgjørende for dens pålitelighet og relevans. Det er også avgjørende å vurdere kvaliteten på studien i forskningsprosessen, som Kvale et al. (2015) påpeker. Validitet og reliabilitet er sentrale begreper når man vurderer forskningens troverdighet og pålitelighet. I dette delkapittelet vil vi undersøke hver av disse begrepene i detalj og se hvordan vi har implementert dem i vår forskning. Vi vil også vurdere ulike faktorer som kan påvirke kvaliteten på vår studie, som datainnsamlingsverktøy, analysemetoder og eventuelle begrensninger.

3.6.1 Reliabilitet

Ifølge Thagaard (2018) handler reliabilitet om å sikre påliteligheten til forskningsprosjektet (s. 22). Trochim, Donnelly og Arora (2016) poengterer at reliabilitet forklarer i hvor stor grad prosjektet er konsistent og repeterbart. I et forskningsprosjekt kreves det at en repeterer datamaterialets funn for å sikre at en har oppnådd samme resultat, tolkning og konklusjon hver gang (Trochim et al., 2016), noe Silverman (2011) kaller konsistens. I vår forskning ble spørsmålene som ble stilt i klasserommet skrevet ned og gjennomgått av oss forskere for å styrke reliabiliteten (se vedlegg 4 og 5). Etter observasjonen var fullført, gjennomgikk vi spørsmålene grundig for å sikre at alle relevante spørsmål ble inkludert i analysen. Vi erfarte at det var nødvendig å samkjøre spørsmålene for å styrke reliabiliteten, for å minimere sjansen til å overse eller utelate noen spørsmål.

Etter at datamaterialet ble samlet inn, ble spørsmålene analysert ved hjelp av modellen utarbeidet av Solem og Ulleberg (2018). Datamaterialet tolket og analysert i fellesskap av oss forskere, for å sikre reliabilitet i analysen. Vi gjennomgikk kategoriseringen av spørsmålene flere ganger og diskuterte hvert spørsmål grundig til formål av å bli enige om deres plassering innenfor områdene, noe Silverman (2011) kaller konsistens. Dette valgte vi å gjøre for å minimere feiltolkninger.

I intervjuene ble det stilt både generelle og spesifikke spørsmål. Vi valgte å stille spesifikke spørsmål med hensikt å bli orientert om informantenes hensikt bak deres spørsmål for å unngå feilplassering av dem. Et annet tiltak som ble iverksatt for å sikre reliabiliteten i dataanalysen var å ta opptak av de semistrukturerte intervjuene og der vi transkribere dem i etterkant. Dette valgte vi for å minimere feiltolkninger og uklarheter.

For å styrke oppgavens reliabilitet, gjorde vi flere tiltak. Dette inkluderte å samkjøre våre dokumenter og gjennomgå kategoriene for spørsmålene flere ganger, bruke spesifikke spørsmål i det semistrukturerte intervjuet for å avdekke informantenes egentlige hensikter, og bruke verktøy som taleopptak og transkripsjon for å unngå at viktig informasjon gikk tapt. Vi mener at ved å ha iverksatt disse tiltakene, har vi tatt hensyn til reliabilitetsaspektene slik Trochim et al. (2016) anbefaler.

3.6.2 Validitet

Begrepet validitet beskriver forskningsprosjektets gyldighet (Thagaard, 2018, s.22). Kvale et al. (2015) definerer validitet som styrken og gyldigheten til et utsagn. Videre poengterer de at metodebruken i et prosjekt burde samsvare med problemstillingen og om metoden blir brukt riktig, som gjenspeiler prosjektets gyldighet. Ifølge Trochim et al. (2016) er ikke reliabilitet tilstrekkelig nok for å sikre forskningens resultater. For at forskningen skal oppfattes gyldig er en nødt til å se på hvor nøyaktig data representerer virkeligheten og hva som var ment til å undersøke (Christoffersen & Johannessen, 2012).

Analysematerialet er basert på to klasseromsobservasjoner. En kan anta at lærerens og elevenes atferd endret seg som følge av omstendighetene under observasjonen. En konsekvens av dette kan ha vært at lærerne stilte flere eller færre spørsmål, enn det de vanligvis gjør. Etter hvert som lærerne og elevene ble vant til at vi var i klasserommet, kan en anta at situasjonen føltes mer naturlig og trygg for alle parter (Krumsvik, 2014). Vi vil bemerke at dette kan ha påvirket antall spørsmål som lærerne stilte, som igjen kan ha påvirket validiteten.

I løpet av observasjonen dokumenterte vi nøye alle faglige spørsmål som ble stilt av informantene, som tidligere nevnt. Det er imidlertid verdt å merke seg at det var variasjoner i støynivå og størrelsen på klasserommene. Det er usikkert om vi har fanget opp alle spørsmålene som ble stilt av informantene. I denne forbindelse kan det vurderes om dette kan ha påvirket studiens validitet eller ikke.

Vi vil rette oppmerksomheten mot kategorisering av spørsmål i forhold til deres gyldighet. Kategoriseringen av de ulike spørsmålene i spørsmålsmodellen (2018), var mer utfordrende enn vi hadde forventet. Dette kan ha medført svekket validitet, grunnet usikkerheten blant våre personlige tolkninger (Krumsvik, 2014). En konsekvens av våre ulike oppfattelser av kategorisering av spørsmålene gjorde at vi ønsket å plassere dem som glidende overganger innenfor hvert område slik vi beskrev i kapittel 2.7.1. Dette kan være en svakhet for oppgavens validitet. En annen faktor vi opplevde utfordrende var å plassere spørsmålene i et område. Dette løste vi ved å plassere dem som flytende kategori. På bakgrunn av dette vil vi presisere at spørsmålenes plassering er våre tolkninger og kan ha påvirket studiens validitet.

4. Analyse og presentasjon av funn

Etter å ha gjennomført forskningen og samlet inn data, er neste trinn å analysere resultatene og presentere våre funn. I dette kapittelet vil vi beskrive vår analyse og fremgangsmåte for å tolke data. Vi vil legge frem de viktigste funnene og deres implikasjoner. Samlet sett har analysen og presentasjonen av våre funn til hensikt å besvare problemstillingen.

Vi vil starte med å begrunne våre valg av plassering av spørsmål i spørsmålsmodellen (2018). De to påfølgende kapitlene vil vi presentere informantenes intervjuer og informantenes undervisningsopplegg. Videre vil vi belyse resultatene fra dataanalysen. Til slutt vil vi presentere et utvalg av spørsmålene fra observasjonen og legge frem sentrale momenter i lys av spørsmålsmodellen (2018).

4.1 Vår tilnærming av spørsmålsmodellen (2018)

I dette kapittelet vil vi forklare og begrunne vår tilnærming og presentasjon av spørsmålene fra observasjonen inn i spørsmålsmodellen (2018). I noen situasjoner tolket vi spørsmålet til å ha flere hensikter, dette resulterte i at noen av spørsmålene ble plassert i flytende kategori. Om et spørsmål ble plassert i flytende kategori, blir den liggende på aksen mellom to ulike områder. Vi vil imidlertid presisere at alle spørsmålene som vi har plassert inn i modellen (2018), kalles glidende overganger. Alle spørsmål som tilhører et område, vil få ulik plassering innad i området. Plasseringen tilsier i hvor stor grad spørsmålet tilhører kategorien.

I utarbeidingen av vår analyse, implementerte vi fargekoder for å gruppere spørsmålene, som tidligere beskrevet. Imidlertid støtte vi på utfordringer under kategoriseringsprosessen, både i form av interne diskusjoner og individuell usikkerhet. Vi besluttet å repetere kategoriseringsprosessen flere ganger for å sikre et mest mulig nøyaktig resultat, som vi kunne stå inne for. Dette gjentatte arbeidet ga oss muligheten til å revurdere og evaluere våre tidligere vurderinger og øke presisjonen i kategoriseringen.

Etter å ha oppnådd tilfredsstillende resultater fra kategoriseringen, overførte vi dem til geogebra. Der utviklet vi en tilsvarende modell, lik spørsmålsmodellen (2018) og plasserte spørsmålene inn. Vi opprettet individuelle modeller for hver informant og en felles for dem begge.

I geogebra markerte vi hvert spørsmål som en prikk. Her tok vi i bruk de samme fargekodene som vi ser i vedlegg 4 og 5. De grønne prikkene tilhører område A som kjennetegner at lærer vet svaret og har en orienterende hensikt med spørsmålet som stilles. De røde prikkene tilhører område B. I dette området kjenner også lærer til svaret, men hensikten med spørsmålet er for å påvirke elevene i en bestemt retning. I område C finner vi de blå prikkene som illustrerer at lærer ikke vet svaret på spørsmålet og har en orienterende hensikt. Område D er markert med oransje prikker og har som område B en påvirkende hensikt, men lærer kjenner ikke til svaret. Det er også plassert prikker mellom områdene. Disse prikkene indikerer at spørsmålet er flytende og kan tilhøre to kategorier. Våre tanker bak de glidende overgangene innenfor hvert område forteller i hvor stor grad vi mener spørsmålet tilhører kategorien. Et eksempel kan være når en grønn prikk som er plassert langt til venstre i området A. Dette indikerer at spørsmålet er av orienterende hensikt med lite eller ingen påvirkende hensikt fra informantene. I motsetningen vil de grønne prikkene som ligger nærmere den vertikale aksen indikere at vi mener spørsmålet kan ha en viss påvirkende hensikt.

Noen av spørsmålene er plassert høyere eller lavere i områdene enn andre, noe som indikerer lærerens kunnskap om svaret på det stilte spørsmålet. Et eksempel kan være at læreren stiller et spørsmål med flere mulige løsninger, der læreren kjenner til noen, men ikke alle. I dette tilfellet har vi plassert spørsmålet i område A eller B, nærmere den horisontale aksen.

Vi har også valgt å tildele bokstaver til noen av prikkene for å tydeliggjøre våre refleksjoner vedrørende deres spesifikke plassering. Denne tilnærmingen bidrar til en forbedret forståelse av sammenhengen bak plasseringen av prikkene.

4.2 Analyse av informant 1

I dette kapittelet vil vi gjennomgå analyse av data som er samlet inn fra informant 1. Vi vil starte med å presentere relevant informasjon fra intervjuet og problemløsningsoppgaven som ble brukt i undervisningen. Deretter vil vi legge frem våre funn av data. Avslutningsvis vil vi presentere våre valg av kategorisering av spørsmål fra informanten ved hjelp av spørsmålsmodellen (2018).

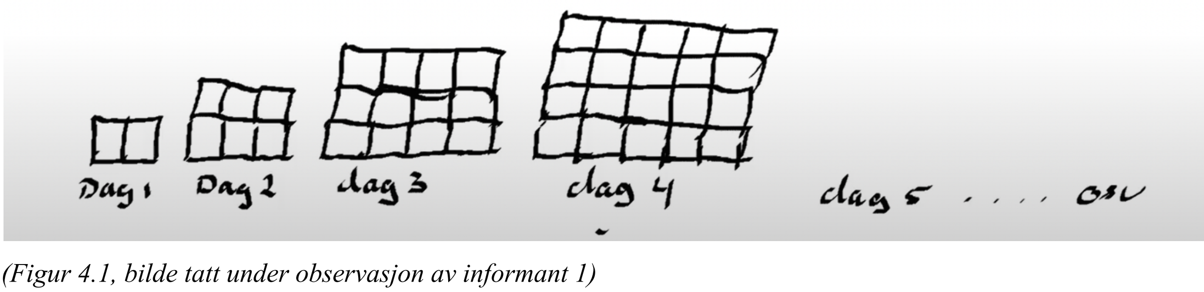
4.2.1 Informasjon fra intervju

Informant 1 er en lærer med 16 års erfaring i yrket, hvorav de siste 10 årene har vært dedikert til undervisning i matematikk på ungdomsskolen. Per dags dato underviser han i en klasse på 9. trinn med få elever.

I intervjuet forteller informanten at han foretrekker å stille spørsmål med formål om å tilføre informasjon som elevene eventuelt mangler. Han understreker videre at han bevisst legger til rette for å lytte til elevenes resonnement, som han mener kan motivere elevene til å dele sine ideer, enten med han eller medelevene sine. Han påpeker at han ikke forbereder konkrete og gjennomtenkte spørsmål før undervisning, men tenker heller igjennom hvilke spørsmål elevene kan stille. Han poengterer også at elevaktiviteter er påvirket av klassemiljøet, og at en mindre elevgruppe bidrar til et tryggere og mer kontrollerbart klasserom. Han avslutter med å ytre sine tanker om matematisk samtale, der han mener det er lettere å ha samtaler med elever når klassen er mindre, da flere elever fort kan "falle av" om det blir for mange i gruppen.

4.2.2 Oppgaven som ble brukt i undervisningen

Informanten introduserte timen med å repetere begrepet *volum* ved hjelp av konkreter. Deretter fortalte han fakta om bikuber og viste en film om bier. Han tegnet opp en rekke med figurtall på tavlen. Første rektangel representerte hvor store voksrammer biene lager i løpet av 1 dag. De påfølgende rektanglene viser utviklingen av voksrammene de neste dagene. Figur 4.1 illustrerer informantens tegning.



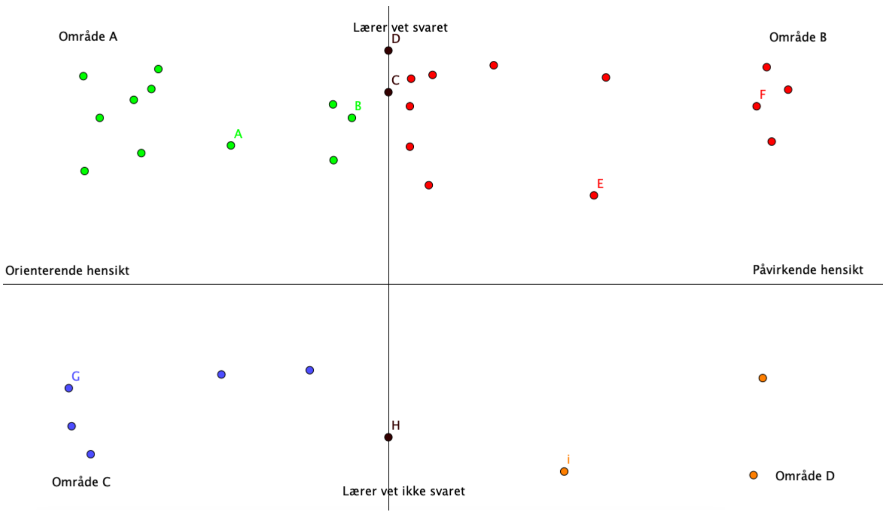
(Figur 4.1, bilde tatt under observasjon av informant 1)

Videre gjennomgikk informanten hvordan en kan regne ut volum av en voksramme. I den forbindelse demonstrerte informanten hvordan en kan omgjøre dm^3 til liter. Han presenterte to oppgaver med ulike vanskelighetsgrader som elevene skulle velge ut ifra sitt nivå. Oppgave 1 var å finne ut hvor mange voksrammer biene produserte i løpet av 10 dager og 3 måneder. I den andre oppgaven skulle elevene finne en generell formel for utviklingen av voksrammer. Avslutningsvis gav han elevene en ny todelt oppgave hvor de skulle finne ut hvor mange liter honning en kan hente ut av 1 og 10 fulle voksrammer.

4.2.3 Funn av data fra informant 1

Gjennom observasjonen av informant 1 har vi identifisert at det ble stilt totalt 34 faglige spørsmål gjennom hele undervisningsøkten. Vi vil nå presentere våre funn fra informant 1, som er kategorisert gjennom geogebra i henhold til spørsmålsmodellen (2018) gjennom figur 4.2. Vi vil i neste kapittel presentere spørsmålene som vi har navngitt med en bokstav og begrunne plasseringen av disse spørsmålene.

På bakgrunn av de spesifikke spørsmålene vi stilte i intervjuet, opplever vi å ha god kontroll på om lærer kjenner til svaret eller ikke på spørsmålene. Dette illustreres også i figur 4.2, hvor ingen spørsmål er i nærheten av den horisontale aksen. Vi velger dermed å ikke kommentere dette i det følgende.



(Figur 4.2, analyse og plassering av spørsmålene til informant 1)

I område A har vi plassert totalt 11 spørsmål fra informant 1. Blant disse er det plassert syv prikker som er plassert til venstre, én prikk i sentrum og tre prikker til høyre mot grensen til område B. De syv prikkene vi har plassert lengst til venstre, dette signaliserer at spørsmålet fra lærer har en dominerende hensikt av å orientere seg over elevens kunnskaper. De tre prikkene som er plassert til høyre, indikerer at spørsmålet er orienterende, men at vi mener spørsmålet kan ha et påvirkende preg.

I område B har vi plassert flest av informant 1 sine spørsmål, totalt 12 stykker. Plasseringen av prikkene er nesten identisk som i område A, med tydelig spredning mellom spørsmålene. Vi har plassert seks prikker nær den vertikale aksen, to prikker er plassert i sentrum med en oppfattelse av at spørsmålet er nøytralt og balansert i sitt område. Fire prikker har vi plassert til høyre, her mener vi intensjonen til lærer er å påvirke elevene i en spesiell retning.

I område C har vi plassert totalt 5 spørsmål fra informanten. Dette området er utformet på samme måte som de to foregående områdene med en tredeling av prikkene. Vi har plassert tre prikker til venstre som indikerer informantens klare hensikt til å orientere seg over elevens tankegang. Videre har vi plassert en prikk i sentrum som kan indikere at spørsmålet er balansert. Den siste prikken befinner seg nærmere den vertikale aksen. Vi mener at dette spørsmålet kan ha et påvirkende preg selv om det tilhører område C.

I område D ble det registrert et lavt antall prikker. Spesifikt ble det registrert kun tre prikker innenfor dette området. To av disse prikkene er lokalisert på høyre side av området, noe som signaliserer at spørsmålet har en dominerende hensikt mot å påvirke. Den siste prikken har vi plassert i midten, som indikerer at spørsmålet er nøytralt og balansert i sin tilnærming mellom påvirkende og orienterende hensikt.

Vi har plassert tre prikker i "flytende kategori" som indikerer at disse prikkene kan ha flere mulige plasseringer i modellen. Årsaken er at vi opplever at spørsmålene kan ha flere hensikter og kan oppleves forskjellig av mottakerne.

4.2.4 Tolkning og kategorisering av spørsmålene

I det følgende delkapittelet vil vi presentere et utvalg av spørsmål som ble stilt av informant 1. Vi vil legge frem kategoriseringen vi har gjort av disse spørsmålene i lys av kapittel 4.3 og forklare våre valg av plassering. De spørsmålene vi vil kommentere er identifisert i henhold til navngivningen i figur 4.2 og 4.3, og vil bli presentert i alfabetisk rekkefølge.

(Figur 4.3, Eksempler på spørsmål i de ulike kategoriene fra informant 1)

Spørsmål *A* er "Hva skal jeg skrive her? dm eller cm?", ble fremsatt av informanten i forbindelse med en oppgave på tavlen. Vi klassifiserte dette spørsmålet og plasserte det i område A, da vi betrakter det som et testspørsmål der informanten ønsker å avdekke elevenes kunnskapsnivå angående desimeter og centimeter. Videre er det tydelig at informanten selv vet svaret når elevene gir respons. Vi har valgt å plassere dette spørsmålet i sentrum da det i våre øyne har et dominerende uttrykk med et snev av påvirkende hensikt.

Spørsmål *B* er "Hvordan kan man gjøre om 0.04 dm^3 til cm^3?". Dette spørsmålet stilte informanten i forbindelse med en avklaring som involverte måleenheter, med en hensikt i å undersøke elevenes kunnskap om å regne mellom måleenhetene fra desimeter til centimeter. Vi har dermed kategorisert spørsmålet som et testspørsmål i område A, der informanten er ute etter å orientere seg om elevenes kunnskaper. Samtidig har vi plassert spørsmålet nærme den vertikale aksen og område B fordi spørsmålet kan ha en påvirkende kraft. Informanten påpeker at han stilte spørsmålet for å veilede elevene inn på rett kurs. Dette er grunnen til at prikken er plassert til høyre i område A.

Spørsmål *C* er som følger “Hva er det som skjer?”. Spørsmålet kan oppfattes ulikt avhengig av konteksten. Informanten stilte dette spørsmålet etter å ha vist en film om hvordan en figur med voksrammer utvikler seg dag for dag. Deretter ønsket informanten at elevene i plenum skulle reflektere over hva som skjedde med figurtallene. Vi har valgt å plassere dette spørsmålet som flytende kategori mellom område A og B. Dette skyldes informantens ønske om å både orientere seg om elevenes forståelse av videoen og påvirke dem til å tenke kritisk om utviklingen av figurtallene.

Spørsmål *D* er “Hvordan kan vi regne ut volumet i klossen?” og ble stilt av informanten i forbindelse med bruk av konkreter. Læreren presenterte en kloss for elevene og spurte om volumberegning i plenum. Vi har valgt å plassere spørsmålet mellom område A og B, da det kan oppfattes som en test av forståelse for noen elever, men samtidig stimulere til kritisk tenkning hos andre. Spørsmålet viser til lærerens kunnskap om svaret, da det forventes at informanten har matematisk kunnskap til å regne volum av klosser. Derfor har vi valgt å plassere spørsmålet høyt oppe på den vertikale aksen.

Spørsmål E lyder som følger: "Hvorfor beregner vi først grunnflaten?". Dette spørsmålet er plassert i område B. Før spørsmålet ble stilt, roste læreren en elev ved å si: "Du har helt rett, hvorfor beregner vi grunnflaten først?". Spørsmålet kan oppfattes som en test av elevens forståelse, men på grunn av settingen det ble stilt i, har vi plassert det under kategorien påvirkning. Informanten understreket i intervjuet at hensikten bak spørsmålet var å stimulere elevens refleksjon over hvorfor grunnflaten bør beregnes først.

Spørsmål F lyder som følger: "Hva er inni denne klossen her?”. Dette spørsmålet befinner seg også i område B. Informanten stilte spørsmålet i forbindelse med fremvisning av en kloss. Her får lærer til svar “luft og karbon”. Dette spørsmålet har vi analysert til at å ha en dominerende hensikt, hvor lærer ønsker å påvirke elevenes faglige tenkning i en bestemt retning slik at de forstår hva volum er. Dette er grunnen til at vi har plassert spørsmålet til høyre i område B.

Spørsmål G er “Hvorfor skriver jeg 0,2? Tar jeg feil?”. Spørsmålet ble stilt i forbindelse med en regneoperasjon mellom desimeter og centimeter. Informanten oppdaget at han hadde regnet feil og spurte om elevene hadde oppdaget dette selv. Dette spørsmålet har vi plassert til venstre i område C fordi vi mener spørsmålet har en klar orienterende hensikt der lærer ønsker å finne ut hva elevene tenker. Samtidig uttrykker informanten at han ikke kjenner til svaret og ønsker å inkludere elevene til å finne et felles svar.

Spørsmål H, som lyder som følger: “Er det noe som er firedimensjonalt?”. Spørsmålet ble stilt for å følge opp en elevs spørsmål om volum og tredimensjonalitet. Dette spørsmålet har vi plassert som en flytende kategori mellom område C og D. Informanten erkjente i intervjuet sin uvitenhet og stilte spørsmålet på en måte som både orienterte seg om elevenes kunnskapsnivå og utfordret dem til å tenke nytt. Dermed ble spørsmålet plassert under den horisontale akse og mellom de to kategoriene.

Spørsmål *I* er “Hvor mange liter honning klarer biene å lage på tre måneder?”. Spørsmålet fremkommer mot slutten av undervisningstimen og er ment å fungere som en problemløsningsoppgave, ifølge informanten. Han indikerer i intervjuet at han ikke selv kjente svaret på spørsmålet da det ble stilt, og dermed er spørsmålet plassert under den horisontale aksen i område D. Videre ser det ut til at spørsmålet har en påvirkende hensikt, idet informanten ønsker å fremme elevenes evne til å observere sammenhenger og reflektere selvstendig. På grunn av dette har vi plassert spørsmålet i en sentral posisjon i område D. Dette indikerer at spørsmålet har en høy grad av påvirkende hensikt, samtidig som det har et snev av orienterende karakter.

4.3. Analyse av informant 2

I likhet med kapittel 4.2 vil vi nå presentere analyse av data vi har samlet inn fra informant 2. Vi vil begynne med å presentere relevant informasjon fra intervjuet og problemløsningsoppgaven som ble brukt i undervisningen. Deretter vil vi legge frem våre funn av data. Til slutt vil vi presentere våre valg av kategorisering av spørsmålene fra informanten ved hjelp av spørsmålsmodellen (2018).

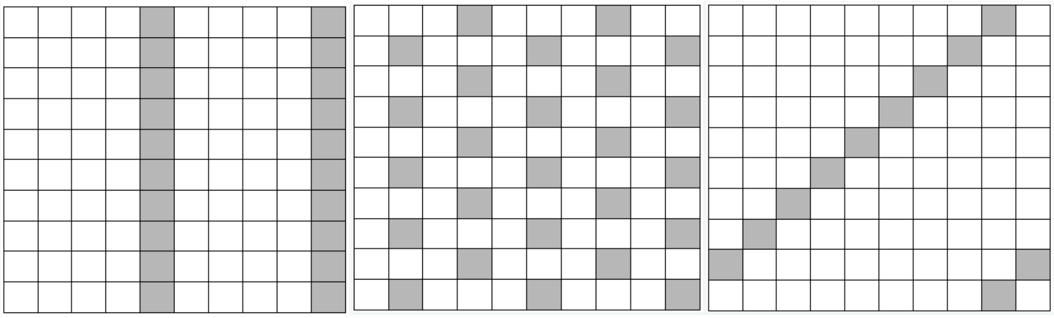
4.3.1 Informasjon fra intervju

Informant 2 er en ungdomsskolelærer med to års erfaring som matematikklærer. I intervjuet fremhever han betydningen av å gi elevene mulighet til å utfordre seg selv med vanskelige matematiske problemer og oppmuntre dem til å tenke selvstendig. Dette mener han inkluderer å minimere informasjonen gitt til elevene og la dem løse problemene på egen hånd. Videre uttaler han at hvis elever sitter fast, vil han hjelpe dem med å se problemet fra en annen vinkel, spesielt når det gjelder problemløsningsoppgaver. Han forteller videre at bruk av spørsmål i undervisning kan bidra til å fremme nye løsningsmetoder, både individuelt og i fellesskap med elevene. Informanten understreker viktigheten av å hjelpe elevene til å forstå deres egne matematiske argumenter og tankeprosesser, og at hans rolle er å veilede dem til å finne de korrekte svarene gjennom samtale med elevene.

Informanten tilføyer i slutten av intervjuet at det å skape et trygt og inkluderende læringsmiljø i klasserommet er av betydning for å oppnå effektiv kommunikasjon og deltakelse i matematiske samtaler. Han påpeker viktigheten av å oppmuntre elevene til å dele sine løsningsmetoder med hverandre før læreren bryter inn. Han mener at dette gir elevene mulighet til å utforske ulike tilnærminger og forstå ulike perspektiver på problemene som blir presentert. Videre understreker informanten at det er viktig å skape en atmosfære hvor elevene føler seg trygge til å ta del i samtaler og til å dele sine tanker og ideer uten frykt for å bli dømt eller avvist.

4.3.2 Oppgaven som ble brukt i undervisningen

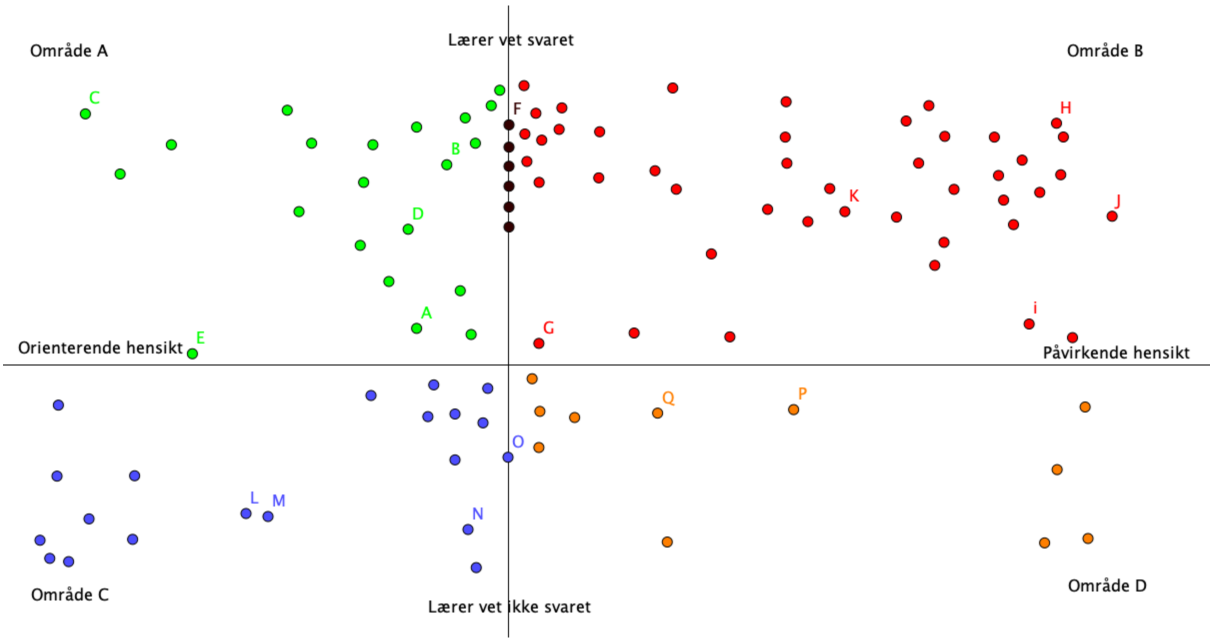
På samme måte som i analysen av informant 1, ønsker vi å presentere undervisningsopplegget til informant 2. Han innledet timen med å introdusere en problemløsningsoppgave og delte ut et ark til hver elev (se figur 4.4). Deretter oppfordret han elevene til å utforske de ulike mønstre som finnes i tier-kartet, som består av et rutenett med 10*10 ruter. Informanten forklarte i intervjuet at hensikten med oppgaven var å stimulere elevene til å identifisere mønstre av vertikale og diagonale linjer, og å plassere tallene i rutenettet. Elevene skulle utforske om det var en sammenheng mellom størrelsen på kartet og tallene som skapte diagonale og vertikale mønstre.



(Figur 4.4, Tier-kartene som ble brukt i undervisningen)

4.3.3 Funn av data fra informant 2

Etter å ha observert informant 2, oppdaget vi at han totalt stilt 102 faglige spørsmål i løpet av undervisningsøkten. Vi vil nå presentere funnene våre fra informant 2, som er kategorisert inn i spørsmålsmodellen (2018) på geogebra. Dette blir visualisert i figur 4.5. Vi vil i neste kapittel presentere spørsmålene som er tildelt en bokstav, og gi en begrunnelse for hvorfor spørsmålene er plassert slik de er.



(Figur 4.5, analyse og plassering av spørsmålene til informant 2)

I område A har vi plassert 21 spørsmål fra informant 2. De fleste spørsmålene har vi plassert fra sentrum av området og mot den vertikale akse. Vi har videre plassert tre prikker som nærmer seg grensen til område C, og tre prikker som er dominerende øverst i venstre hjørne som tyder på at spørsmålene er tydelig orienterende. En annen viktig observasjon er at noen av spørsmålene fra informanten er plassert nær den horisontale aksen. Vi antyder at disse spørsmålene kan ha flere svar, og at informanten ikke nødvendigvis har kjennskap til alle, men hvert fall til et.

I område B har vi plassert 44 spørsmål i løpet av undervisningsøkten. Denne kategorien dominerer de andre spørsmålskategoriene. Spørsmålene har spredning i området som vi har analysert, men vi ser at 5 av spørsmålene er plassert nede ved den horisontale aksen. Dette kan indikere at informanten kjenner til noen løsningsforslag, men at elevene kan komme med flere forslag enn det informanten er kjent med. Videre ser vi at det er et mangfold av spørsmål som er plassert til høyre i området, noe som indikerer at informantens hensikt stort sett er å påvirke. Vi har også registrert flere spørsmål nær den vertikale aksen. Disse har vi plassert her fordi vi opplever at spørsmålene i størst grad påvirker, men at i noen tilfeller kan spørsmålene virke orienterende ut ifra elevenes faglige nivå.

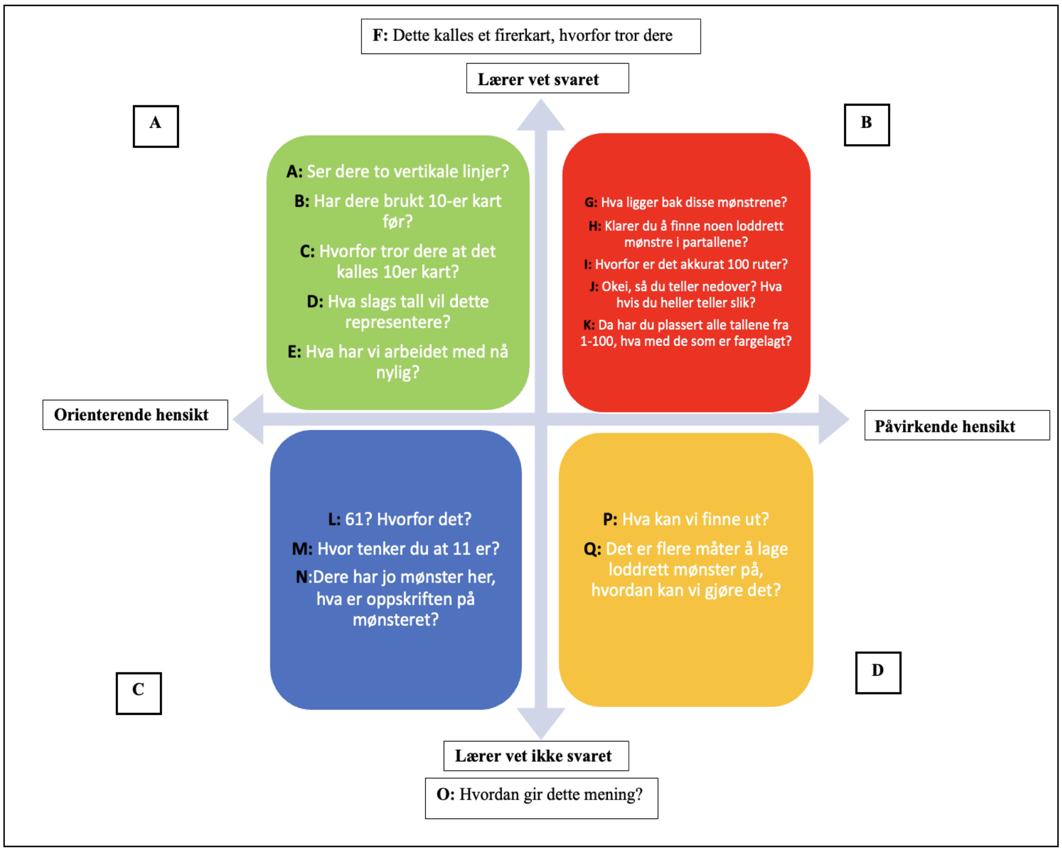
I område C har vi plassert totalt 19 spørsmål. Av disse er ti prikker markert nær den vertikale aksen, to prikker er plassert i sentrum, og åtte prikker er plassert til venstre for området. Plasseringen av prikkene til venstre indikerer at spørsmålene fra informanten har en tydelig orienterende hensikt. De spørsmålene som er nær den vertikale aksen, viser at vi mener de i størst grad har en orienterende hensikt, men med en viss grad av påvirkende hensikt.

I område D har vi plassert 11 spørsmål i løpet av økten. Denne kategorien er den som blir minst brukt av informanten. Vi har plassert fire prikker helt til høyre i området fordi vi mener at informanten har en klar påvirkende hensikt med disse spørsmålene. Syv av prikkene er plassert nært den vertikale aksen som også har en påvirkende hensikt, men kan for noen oppleves orienterende.

I tillegg har vi plassert syv svarte prikker som er plassert på grensen mellom to ulike områder, tidligere betegnet som flytende kategori. Denne kategorien indikerer at spørsmålene i våre øyne både har en orienterende og påvirkende hensikt.

4.3.4 Tolkning og kategorisering av spørsmålene

Som i delkapittel 4.2.4, vil vi nå gjennomgå et utvalg av spørsmål som ble stilt av informant 2 og utdype plasseringen av spørsmålene. Spørsmålene vi vil kommentere er navngitt i figur 4.5 og 4.6 og vil bli presentert alfabetisk.



(Figur 4.6, eksempel på spørsmål i kategoriene fra informant 2)

Spørsmål *A* er «Ser dere to vertikale linjer?». Informanten delte ut et ark med tre tier-kart (se figur 4.4). Spørsmålet er plassert høyt oppe til venstre i område A fordi informanten ønsket å teste om elevene hadde kunnskaper om hva en vertikal linje er. Vi har plassert spørsmålet i område A fordi vi mener vi at spørsmålet er et testspørsmål som kan besvares med ja eller nei. Videre mener vi spørsmålet indikerer at informanten kjenner til svaret på spørsmålet, i tillegg til å ha et ønske om å kontrollere om elevene ser det samme som han.

Spørsmål *B* er «Har dere brukt tier-kart før?». Spørsmålet er plassert nederst i midten av område A, fordi informant ikke kjenner til hvilke kunnskaper elevene har fra tidligere. Informanten forteller i intervjuet at han genuint ønsket å høre om elevene hadde kjennskap til slike kart, noe som forteller oss at han hadde en orienterende hensikt. Argumentet for at vi har plassert spørsmålet nær den horisontale aksen, er fordi informanten stiller seg usikker på hvilke svar han kan forvente seg fra elevene.

Spørsmål *C* er «Hvorfor tror dere at det kalles tier-kart?». Lærer viste et tier-kart på tavlen. Spørsmålet har vi plassert langt til høyre i område A fordi lærer ønsket først og fremst å orientere seg om elevene forstår at et tier-kart har 10*10 ruter. Informanten formidlet i intervjuet at dette spørsmålet var et hint til hvordan elevene skulle løse problemløsningsoppgaven som kom senere. Lærer uttrykket at han visste hvilket konkret svar han ville få, men ønsket samtidig å lede elevene til å reflektere på egenhånd. Dette er grunnet til at vi valgte å plassere spørsmålet nær den vertikale aksen.

Spørsmål *D* er «Hva slags tall vil dette representere?». Dette spørsmålet stilte informanten direkte til en elev hvor han pekte med hensikt på en bestemt rute i tier-kartet for å orientere seg om eleven hadde forstått hvilket tall som passet inn. Samtidig ønsket informanten å påvirke eleven i en bestemt retning gjennom spørsmålet. Spørsmålet har vi dermed plassert i område A nær den vertikale aksen.

Spørsmål *E* er «Hva har vi arbeidet med nå nylig?». Dette spørsmålet var det første læreren stilte til elevene i begynnelsen av timen. Spørsmålet er plassert i område A fordi lærer hadde en orienterende hensikt for å teste ut hva elevene husker fra sist time. Vi har dermed valgt å plassere spørsmålet nærmere område B grunnet at for noen elever vil dette spørsmålet være med å lede eleven i en bestemt retning. Videre er spørsmålet også nærme den horisontale aksen, noe som indikerer at informantens usikkerhet rundt elevenes svar, da han kan ha glemt deler av det de har arbeidet med nylig.

Spørsmål *F* er «Dette kalles et firer-kart, hvorfor tror dere det?». Dette spørsmålet ble stilt i sammenheng med at informanten nettopp hadde illustrert hva et tier-kart var. Spørsmålet er plassert i flytende kategori mellom område A og B, da informantens intensjon var å kontrollere om alle elevene fikk med seg hva han allerede hadde gjennomgått. I tillegg uttrykte informanten i intervjuet at han ønsket å påvirke elevene til å reflektere over hva som kjennetegner et tier-kart versus et firer-kart. Spørsmålet har vi dermed kategorisert som både orienterende og påvirkende hensikt. Spørsmålet har vi plassert høyt på vertikale aksen fordi informanten visste svaret.

Spørsmål *G* er «Hva ligger bak disse mønstrene?». Lærer viste frem flere typer kart, blant annet syver-kart og nier-kart. Til dette spørsmålet mener vi det finnes flere svar, derfor har vi plassert spørsmålet nede ved den horisontale aksen i område B. Lærer ønsket å hjelpe elevene i gang med deres matematiske tenkning, noe som viser at han hadde en påvirkende hensikt bak spørsmålet. Likevel opplever vi at informanten hadde et ønske om å orientere seg om elevenes kunnskaper, dermed er spørsmålet plassert mot den vertikale aksen.

Spørsmål *H* er «Klarer du å finne noen vertikale mønstre i partallene?». Informanten forteller i intervjuet at han stilte dette spørsmålet for at elevene skulle se at oddetallene og partallene gir forskjellige mønstre. Vi har plassert spørsmålet sentralt i område B fordi spørsmålet er med å påvirke elevene til å legge merke til verdien på tallet. Elevene hadde ikke vært bort i slike kart før og problemløsningsoppgaven gjorde mange elever frustrerte da de sto fast. Ved å stille dette spørsmålet gav lærer elevene et hint som kunne påvirke dem til å komme på rett spor. På denne måten ble flere elever mer selvstendige og de ønsket å prøve selv.

Spørsmål *I* er «Hvorfor er det akkurat 100 ruter?». Informant sto med en elev som ikke skjønte hva han skulle gjøre. Han prøvde derfor å påvirke elevens matematiske tenkning ved å hjelpe han i gang med et hint. Videre begynte eleven å skrive tall på alle rutene og oppdaget at tallene gav et mønster. Derfor har vi plassert spørsmålet i område B oppe til høyre da vi opplever at det har en stor påvirkende kraft.

Spørsmål *J* er «Okei, så du teller nedover? Hva hvis du heller teller slik?». Lærer hjelper en annen elev som viser sin løsning. Lærer observerer at eleven har forstått at en skal telle, men at eleven teller loddrett istedenfor vannrett. Vi mener derfor at informanten kun stiller dette spørsmålet for å påvirke elevens tankegang i en spesiell retning slik at det blir lettere for eleven å se mønsteret. Spørsmålet er derfor plassert langt til høyre i område B.

Spørsmål *K* er «Da har du plassert alle tallene fra 1-100, hva med de som er fargelagt?». Informanten sitter fortsatt med samme elev som spørsmål H. Informanten stiller et åpent spørsmål om hva eleven mener om de fargelagte rutene. Dette gjør at han stiller seg uviten til svaret, der han risikerer at eleven har tenkt på en annen måte enn han selv. Spørsmålet er dermed plassert nærme den horisontale aksen innenfor område B. Informanten forteller i intervjuet at hensikten med spørsmålet var å påvirke eleven til å se om det er et spesielt mønster i rutene som er fargelagt. Derfor er dette spørsmålet plassert langt til høyre i område B.

Spørsmål *L* er «61? Hvorfor det?». I forkant av spørsmålet gav informanten et hint til en elev som satt fast. Han pekte på tier rutene og telte høyt «1, 2, 3, 4…». Lærer pekte på en tilfeldig rute og spurte hva eleven trodde skulle stå der. Eleven svarte 61. Slik vi forstår læreren, ønsket han at eleven skulle begrunne sin tankegang. Intensjonen var ikke rettet mot riktig eller galt svar, men å orientere seg over hvorfor eleven tenkte 61. Vi har dermed plassert spørsmålet i område C, sentralt, fordi lærer ønsket å orientere seg om elevens tankemønster, for så å lettere kunne hjelpe eleven videre.

Spørsmål *M* er «Hvor tenker du at 11 er?». Informanten fortalte i intervjuet at hensikten bak var at eleven skulle forklare sin matematiske tankegang. Vi plasserte spørsmålet sentralt i område C av samme grunn som spørsmål L, at informanten ønsket å forstå elevens fremgangsmåte slik at han kunne hjelpe eleven på rett spor.

Spørsmål *N* er «dere har jo mønster her, hva er oppskriften på mønsteret?». Lærer pekte på hele arket med flere tier kart. Grunnen for at vi plasserte spørsmålet i område C var fordi spørsmålet kan ha flere oppskrifter og løsninger som lærer ikke har oppdaget. Videre har vi plassert spørsmålet nær grensen til område D grunnet at for noen elever kan det være en påvirkende hensikt å finne flere løsninger, mens for andre vil spørsmålet oppleves testende.

Spørsmål *O* er «Hvordan gir dette mening?». Informanten stiller seg mellom to elever og pekte på en løsning som den ene eleven har funnet. Eleven viser usikkerhet og ser på medeleven sin. Spørsmålet har vi plassert som flytende kategori mellom område C og D. Tanken bak plasseringen var at for den ene eleven var spørsmålet ment for å forstå hva han hadde tenkt og sette ord på det. For den andre eleven var spørsmålet ment som en påvirkende hensikt ved å reflektere over hva medeleven har tenkt.

Spørsmål *P* er «Hva kan vi finne ut?». Informanten stilte dette spørsmålet til en elev som sto fast. I intervjuet fortalte informanten at han ønsket å orientere seg om eleven hadde forstått oppgaven, for deretter å hjelpe eleven videre fra det utgangspunktet. Samtidig forklarte han at han ønsket å påvirke elevens tankegang i en spesiell retning. Vi opplever at informanten ikke kjente til alle svarene da spørsmålet er et åpent spørsmål, derfor har vi plassert spørsmålet sentralt oppe mot den horisontale aksen i område D.

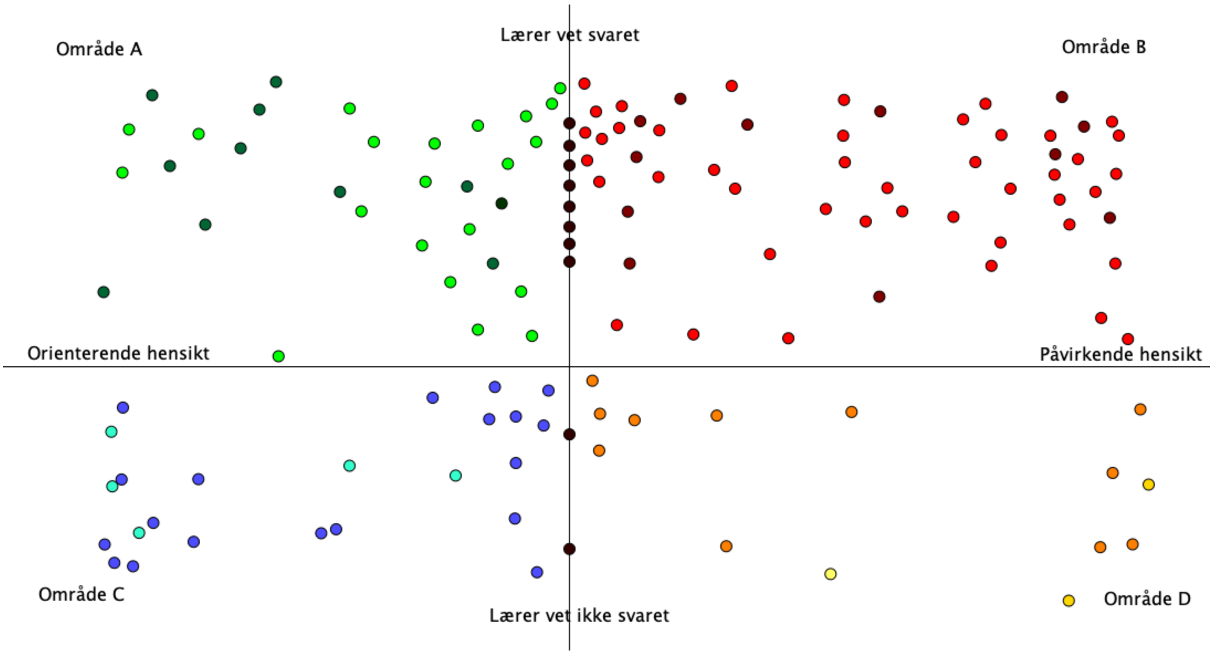
Spørsmålet *Q* er «Det er flere måter å lage loddrett mønster på, hvordan kan vi gjøre det?». Dette spørsmålet ble stilt av læreren som et spørsmål til hele klassen, etter å ha gjennomgått konseptene partall og oddetall som hint til elevene. I intervjuet forteller informanten at hensikten med spørsmålet var å stimulere til matematisk tenkning og å lede elevene i en bestemt retning. Dette ser vi gjennom informantens hint av gjennomgang av partall og oddetall. Spørsmålet har vi plassert høyt mot venstre i område D, da informanten er kjent med noen mulige løsninger til spørsmålet, men ikke alle.

4.4. Sentrale momenter

Vi har til nå gjennomgått utvalgte spørsmål fra informantene og begrunnet våre valg av plassering. I dette delkapittelet har vi sammenfattet informantenes resultater. Her vil vi presentere generelle trekk som vil bli brukt i drøftingen.

4.5.1 Samlet empiri fra informant 1 og 2

Til sammen har vi dokumentert 136 faglige spørsmål i arbeid med problemløsning. Vi ønsker å gå gjennom de ulike områdene og kommentere hvor mange spørsmål som blir stilt der. Vi har markert informantenes spørsmål med forskjellige farger i de ulike områdene slik at det er lettere å se hva som tilhører hvem, slik en kan se i figur 4.7.



(Figur 4.7, Spørsmål fra informant 1 og informant 2 sammensatt i en modell)

I område A ble det stilt 32 spørsmål som utgjør 23,5%. 11 spørsmål er stilt av informant 1 kjennetegnes av mørkegrønne prikker i figur 4.7. 21 av spørsmålene tilhører informant 2 med lysegrønne prikker. Videre i område B ble det stilt 56 spørsmål, som utgjør 41,2%. 12 av spørsmålene ble stilt av informant 1 markert med mørkerøde prikker og 44 ble stilt av informant 2 med røde prikker. I område C ble det stilt 24 spørsmål, som utgjør 17,6%. Informant 1 sine 5 spørsmål er markert med turkise prikker og informant 2 sine 19 spørsmål er markert med blå prikker. Til slutt ble det stilt 14 spørsmål i område D, som utgjør 10,1%. Informant 1 har vi markert med gule prikker og han stilte 3 spørsmål. Informant 2 har vi markert med oransje prikker og han stilte 11 spørsmål. Vi analyserte også spørsmål innenfor flytende kategori der det ble stilt 10 spørsmål totalt som utgjør 7,4 %. Informant 1 stilte 3 og informant 2 stilte 7 av disse spørsmålene. Vi må igjen presisere at flytende kategori anses ikke å ha klart definerte kategorier, og kan dermed tilhøre både påvirkende og orienterende hensikter. Spørsmål fra denne kategorien kan bli tolket ulikt av mottakeren, og besvares dermed på forskjellige måter.

Vi vil nå presentere noen interessante fakta vi har registrert, for å få en bedre forståelse av våre funn. Vi har identifisert totalt 96 spørsmål i områdene A og B, hvor læreren vet svaret. Disse spørsmålene utgjør til sammen 70,6% av det totale antallet spørsmål som vi har registrert. På den andre siden har vi registrert 40 spørsmål i områdene C og D, hvor læreren ikke vet svaret. Dette utgjør 29,4% av det totale antallet spørsmål.

Vi har også observert at område A og C gjenspeiler en orienterende hensikt med spørsmålsstillingen. I disse områdene har vi registrert totalt 56 spørsmål, noe som utgjør 42,2% av det totale antallet spørsmål. På den annen side, i område B og D, hvor spørsmålene har en påvirkende hensikt, har vi identifisert 70 spørsmål. Disse spørsmålene utgjør 51,4% av det totale antallet spørsmål.

Dette gir oss et godt bilde av hvordan spørsmålsstillingen kan variere i henhold til om læreren har et klart svar eller ikke. Vi kan også se hvordan spørsmålene kan ha ulike hensikter, og hvordan dette kan påvirke spørsmålsstillingen.

5. Drøfting

I analysen fokuserte vi på å kategorisere alle spørsmålene i henhold til spørsmålsmodellen (2018). Gjennom analysen oppdaget vi at begge informantene hadde en høyere frekvens av spørsmål i påvirkende kategori. Videre registrerte vi en overvekt av spørsmål i kategori A og B sammenlignet med kategori C og D. I dette kapittelet vil vi drøfte disse funnene i lys av vår forskningslitteratur. Vi vil starte med å drøfte modellens funksjonalitet for vår oppgave før vi går inn på å se på hvilke type spørsmål i spørsmålsmodellen (2018) som initierer til matematisk samtale. Avslutningsvis vil vi drøfte egne tanker om mulige årsaker til informantenes bruk av de ulike spørsmålstypene.

5.1 Modellens funksjonalitet for vår oppgave

Spørsmålsmodellen (2018) er utformet for å være enkel å anvende, både for lærere og studenter i praksis (Solem & Ulleberg, 2020, s. 155). Vi har opplevd modellen som både konkret i bruk og enkel å forstå. Imidlertid har vi erfart i vår analyse at med kun fire kategorier kan det bli utfordrende å plassere spørsmålene i passende kategorier, noe som førte til uenighet både internt mellom oss, men også individuelt. Dette gjorde at vi måtte gjennomgå analysen flere ganger og sammenligne våre svar for å oppnå enighet. På dette punktet kunne Boaler og Brodie (2004) sin modell med flere kategorier vært lettere for å kategorisere spørsmålene. På en annen side tillot Ulleberg og Solem (2018) sin modell å nyansere spørsmålene, slik at de kunne plasseres dynamisk innenfor hvert område. Dette gjorde at vi opplevde større frihet til å tilpasse plasseringen til vår egen forståelse. Dette har bidratt til at vi står mer inne for plasseringene av spørsmålene nå enn hvis områdene hadde vært mer statiske.

Vår oppfatning er at modellen har fungert til det formålet vi ønsket, og at modellen har systematisert funnene våre slik vi så for oss. Det er viktig for oss å fremheve at modellen kun gir en indikasjon på våre subjektive tanker og dermed ikke kan generaliseres.

5.2 Initiering av matematiske samtaler i de ulike områdene

Tidligere har vi observert to matematikklærere og notert ned alle faglige spørsmål informantene stilte. Videre har vi analysert disse spørsmålene ved hjelp av Ulleberg og Solem sin spørsmålsmodell (2018). Nå ønsker vi å diskutere i hvilken grad de forskjellige områdene initierer til matematiske samtaler. Det er viktig å påpeke at lærere stiller spørsmål med ulike hensikter, og ikke alle spørsmål har som mål å initiere matematiske samtaler. Derfor er det nødvendig for oss å understreke at vi ikke påstår at alle spørsmål som lærere stiller, skal initiere til matematiske samtaler. Imidlertid, siden vårt prosjekt dreier seg om å utforske hvilke spørsmål som faktisk initierer slike samtaler, er det naturlig for oss å diskutere mulighetene som initierer samtaler knyttet til ulike typer spørsmål. Det er også viktig å presisere at vi kun har begrunnet et begrenset antall spørsmål av det totale spekteret som er klassifisert i de ulike områdene. Dermed er det ikke mulig å generalisere og si at alle spørsmål fra områdene initierer eller ikke initierer til matematisk samtale.

Initiering av spørsmål i område A

Kategori A-spørsmål er preget av lærerens orientering om elevenes kunnskapsnivå og kjennskap til svaret. Boaler og Brodie (2004) påpeker at å bruke spørsmål til å samle inn informasjon blir mest brukt i undervisning. I analysen identifiserte vi at 23,5% av spørsmålene tilhørte denne kategorien. Vi vil nå presentere noen av spørsmålene i kategori A og drøfte om disse egner seg til å initiere til matematiske samtaler.

Spørsmål *A* hos informant 2 er: «Ser dere to vertikale linjer?». Solem & Ulleberg (2020) definerer spørsmål fra område A som testspørsmål (s. 157). Dette bygger på våre vurderinger av spørsmålet som et lukket spørsmål fordi det kan besvares med få ord som for eksempel ja eller nei. Spørsmålet kan være nyttig i den grad at en kan teste elevenes grunnleggende kunnskap, men spørsmålet i seg selv ikke initierer til matematisk samtale. Dette fordi spørsmålet ikke krever at eleven tenker på et høyere kognitivt nivå. Hvis en derimot stiller spørsmålet; «Hva forteller disse to vertikale linjene?», anser vi dette som et åpent spørsmål. Et slikt spørsmål vil etter vår forståelse i større grad initiere til matematisk samtale.

Spørsmål *B* «Har dere brukt tier-kart før?» ble også stilt av informant 2. Dette er et spørsmål vi ser på som «lavere orden» fordi vi opplever at hensikten er å innhente informasjon fra elevene. Vi forstår dermed spørsmålet som et lavere orden spørsmål som ifølge Wimer et al.

(2001) fordi spørsmålet kan besvares med ja eller nei, og initierer dermed ikke til matematisk samtale. Dersom lærerens hensikt er å stimulere til matematisk diskusjon, kan spørsmålet omformuleres til «Hvordan ser et tier-kart ut?». Ved å stille spørsmålet på denne måten legger læreren til rette for at elevene må forklare sin tolkning og forståelse av tier-kart, og dette kan resultere i relasjonell forståelse.

Analysen av spørsmålsstillingen fra område A viser en tendens til å være lukkede spørsmål med søkelys på å bekrefte/avkrefte informasjon. Dette samsvarer med Olafsen og Maugestens (2015) beskrivelse av lukkede spørsmål som har en lavere sannsynlighet for å fremme matematiske samtaler (s. 117). Vår oppfatning er at lukkede spørsmål, karakterisert ved et begrenset omfang av ord for å formidle et svar, ikke har tilstrekkelige forutsetninger for å initiere til matematisk samtale hvor mottaker og avsendere i samtalen varierer. Ved å formulere spørsmål med åpne spørreord som "hvorfor", "hvordan" og "på hvilke måter" kan en lettere legge til rette for matematiske samtaler (Olafsen & Maugesten, 2015). Imidlertid kan slike spørsmål være nyttige for læreren med formål å bekrefte om det er behov for ytterligere lærestoff. Et balansert bruk av både lukkede og åpne spørsmål er nødvendig for å sikre effektiv matematikkundervisning og fremme elevenes evne til å reflektere og utforske matematiske konsepter (Solem & Ulleberg, 2020). Vi legger merke til at en endring i formuleringen av spørsmålet fra læreren kan åpne mer for matematiske samtaler, men de utvalgte spørsmålene vi presenterte ovenfor er ikke i seg selv tilstrekkelig nok til å initiere slike samtaler.

Initiering av spørsmål i område B

Spørsmålene som ble analysert i område B utmerker seg ved at læreren styrte elevene i en bestemt retning hvor læreren har kunnskap om svaret på forhånd. Resultatene av analysen viser at 41,2 % av spørsmålene som ble stilt tilhører denne kategorien.

Et eksempel på et spørsmål fra kategori B, kan illustreres ved spørsmål F fra informant 2: «Dette kalles et firer-kart, hvorfor tror dere det?». Ved å stille dette spørsmålet, oppmuntrer informanten elevene til å engasjere seg i en diskusjon om hvorfor kartet kalles et firer-kart, noe som er i tråd med Boaler og Brodie (2004) sine begreper "utforske matematiske betydninger og sammenhenger" og "koble sammen og anvende kunnskap". Vi antar at informantens hensikt er å fremme elevenes kritiske tenkning og evne til å finne løsninger, som er i tråd med Solem og Ulleberg (2020) sin beskrivelse av område B (s. 157). Vår oppfatning er at dette spørsmålet i høy grad initierer til matematisk samtale, ettersom informanten benytter spørsmål av høyere orden for å oppmuntre elevene til å reflektere. Denne tilnærmingen kan ses i sammenheng med Skemp (1976) sin forskning om relasjonell forståelse.

Spørsmål *E* fra informant 1 er "Hvorfor regner vi grunnflaten først?". Spørsmålet inneholder et spørreord av typen "hvorfor", hvilket indikerer en høyere ordens tenkning ettersom det krever en refleksiv tilnærming fra eleven (Olafsen & Maugesten, 2015). Elevene er nødt til å ha en grunnleggende forståelse av hva som menes med begrepet grunnflate, før de kan begrunne hvorfor det bør regnes først. Vi mener derfor at spørsmålet i høy grad initierer til matematisk samtale, da spørsmålet inviterer til diskusjon.

Basert på våre eksempler, ser vi at denne type spørsmål kan bidra til å initiere til matematiske samtaler. Vi tenker at spørsmålene er under kategorien av høyere orden og vil derfor være med å påvirke elevenes matematiske tankegang (Olafsen & Maugesten, 2015).

Initiering av spørsmål i område C

Område C er representert med 17, 6 % av de totale spørsmålene. Disse spørsmålene tilhører kategorien hvor læreren stiller seg uviten til svaret og har en orienterende hensikt til spørsmålet som stilles.

Spørsmål *G* fra informant 1 er "Hvorfor skriver jeg 0,2? Tar jeg feil?". Ved å stille spørsmålet, antyder læreren en viss grad av usikkerhet og inviterer elevene til å undersøke og diskutere temaet, noe som er i tråd med Boaler og Brodie (2004) sine to begreper "*spørre etter elevenes tankegang*" og "*generere diskusjon*". Spørsmålet inviterer deltakerne av samtalen til å diskutere temaer som desimaltall og omregning mellom ulike måleenheter. Av den grunn mener vi at spørsmålet legger grunnlag for initiering av en matematisk samtale.

Spørsmål *N* fra informant 2 befinner seg også i kategori B og lyder som følger: «Dere har jo mønster her, hva er oppskriften på mønsteret?». Dette spørsmålet kan tolkes i samme retning som det forrige. Ved å spørre elevene hva oppskriften på mønsteret er, gir informanten rom for at elevene kan drøfte og forklare egen tankegang for å svare på spørsmålet. Dette indikerer etter vår oppfatning at spørsmålet legger grunnlaget for en matematisk samtale.

Slik vi oppfatter område C, er dette et område hvor spørsmålene naturlig initierer til matematiske samtaler. Dette fordi læreren stiller seg uviten til svaret og har et spørrende og undrende utgangspunkt for spørsmålet som vi mener kan sette i gang samtaler.

Initiering av spørsmål i område D

Område D er representert med 10,1 % av de totale spørsmålene. Disse spørsmålene tilhører kategorien hvor læreren stiller seg uviten til svaret og har en påvirkende hensikt med spørsmålene som stilles.

Spørsmål *I* fra informant 1 er «Hvor mange liter honning kan bier produsere på tre måneder?». For å besvare spørsmålet må elevene ha kunnskap om hva en liter representerer og kunne vurdere antall bier som kan eksistere innenfor en voksramme og deres totale honningproduksjon. Dette betegner Boaler og Brodie (2004) som "orientering og fokusering". Responsen fra elevene kan variere betydelig, og føre til åpne matematiske diskusjoner innad i elevgruppen. Det eksisterer dermed ulike strategier for å løse dette matematiske problemet, som kan bidra til å stimulere matematisk samtale og refleksjon blant elevene. Vi mener spørsmålet samsvarer med det Olafsen & Maugesten (2015) klassifiserer som høyere orden.

Spørsmål Q fra informant 2 er "Det er flere måter å lage loddrett mønster på, hvordan kan vi gjøre det?". Dette spørsmålet antas å gi elevene rom for å utvikle selvstendighet og kritisk tenkning ettersom det legger til rette for utforskning av ulike tilnærminger (Streitlien, 2009). Lærerens hovedfokus i denne sammenheng vil være å fremme elevenes autonomi og selvregulering gjennom å oppmuntre til eksperimentering og refleksjon. Vår tolkning er at dette spørsmålet initierer til matematiske samtaler fordi elevene blir aktivisert til å løse problemet på en ny måte.

Basert på de gitte eksemplene ser vi at område D utfordrer elever til å både reflektere selvstendig, men også i fellesskap med andre. Det synes å være en pålitelig hypotese at slike spørsmål kan utløse en rekke matematiske resonneringer og ideer, som igjen kan stimulere til kritisk tenkning og problemløsning hos elevene, noe som er i tråd med Alexander (2008) sine funn. Således vil vi påstå at slike spørsmål initierer til matematisk samtale.

Oppsummerende ser vi at selv om område A ikke i seg selv initierer til matematiske samtaler, kan det likevel være et nyttig verktøy for å introdusere og utvikle grunnleggende matematiske ferdigheter hos elevene. Våre eksempler viser at områdene B, C og D initierer til matematiske samtaler. Det er viktig å poengtere at matematiske samtaler kan oppstå ulikt og at det ikke finnes en fast oppskrift for å initiere dem. Derfor kan det være nyttig å variere tilnærmingen til matematikkundervisningen og benytte seg av ulike områder og tilnærminger for å oppmuntre og legge til rette for matematiske samtaler i klasserommet (Solem & Ulleberg, 2020).

5.3 Mulige årsaker til informantenes bruk av områdene

I drøftingen så langt har vi besvart første del av problemstillingen vår. Vi vil nå rette oppmerksomheten mot den andre delen, nemlig mulige årsaker til informantenes bruk av de ulike områdene.

5.3.1 Spesialisert kunnskap og behov for kontroll

Vår analyse indikerer at de to aspektene som i størst grad er berørt av våre informanter er område A, som omhandler å stille spørsmål med en orienterende hensikt, og område B, som handler om å stille spørsmål med en påvirkende hensikt. Område A og B utgjør totalt 64,7% av spørsmålene som ble stilt av informantene. En fellesnevner for disse områdene er at læreren besitter kunnskapen om svaret på spørsmålet som blir stilt. Vi vil nå drøfte mulige årsaker til hvorfor akkurat disse områdene har flest spørsmål.

En mulig faktor som kan påvirke lærerens valg av spørsmålstype innenfor denne kategorien kan være knyttet til informantenes behov for kontroll over samtalen, noe som støttes gjennom Florian og Beaton (2018) sin studie. Folk flest ønsker ikke å utsette seg for usikkerhet og uforutsigbare situasjoner, spesielt ikke i et fag en har spesialisert kunnskap i. Det er derfor naturlig for lærere å stille spørsmål som de selv kan svare på, for å unngå slike situasjoner.

Dette ser vi igjen i Smith og Stein (2011) sin fjerde praksis "Sequencing" som handler om at lærerens kontroll blir forsterket da læreren for eksempel bestemmer hvilke av elevenes løsningsstrategier som skal vises frem til elevene for å gi elevene gode eksempler på hvordan det kan løses.

En annen mulig årsak til at informantene i denne studien stiller flest spørsmål som de vet svaret på, kan være relatert til deres utdanning og spesialiserte kunnskap innen matematikk (Ball et al., 2008). Som en forutsetning for å undervise i matematikk på ungdomsskolen, kreves det at lærere har minimum 60 studiepoeng innenfor faget. Dette betyr at matematikklærere skal ha spesialisert kompetanse og kan antas å ha en betydelig mengde kunnskap innenfor faget. Ball et al. (2008) sin studie påpeker nettopp dette, at den spesialiserte kunnskapen er viktig for at lærere skal undervise med kvalitet. Det kan derfor argumenteres at våre informanter som har høyere utdanning og spesialisert kunnskap i matematikk, kan ha et behov for å demonstrere sin kunnskap og autoritet ovenfor elevene.

En mulig årsak til at våre informanter har et høyt antall spørsmål i område A, kan være deres ønske om å orientere seg om kunnskapen til sine elever. Dette samsvarer med Boaler og Brodie (2004) sine begreper om å samle informasjon og få elever til å forklare hvordan de tenker. Våre informanters ønske om å orientere seg kan stamme fra Ball et al (2008) sitt begrep *kunnskap om innhold og elever*. Disse teoriene fokuserer på viktigheten av å ha eller tilegnet seg kunnskap om elevenes faglige nivå, og dermed støtter seg oppunder det høye antallet spørsmål i område A blant våre informanter.

5.3.2 Lærerens undervisning kunnskap og kompetanse om spørsmålsstilling

Basert på vårt analysearbeid har vi observert at begge informantene har stilt færrest spørsmål innenfor område D. I tillegg har vi lagt merke til at både område C og D har en betydelig lavere mengde spørsmål enn område A og B. Dette funnet synes vi er interessant, og vi ønsker å drøfte noen mulige årsaker til dette.

Det er mulig at lærernes kunnskap om undervisningspraksis og faginnhold, i henhold til Ball et al (2008), kan ha en påvirkning på antall spørsmål som blir stilt i område C og D. Ma (2010) skriver at kunnskapen lærere har om matematikk påvirker hvordan de underviser. Når informantene velger ut oppgaver og planlegger undervisning, stiller de seg forberedt til undervisningen. Dette er i tråd med Vindal og Birch (2014), som understreker viktigheten av lærernes planlegging og tilpasning av undervisningen for å sikre effektiv læring. Kazemi og Hintz (2014) påpeker også at det å ha klare mål er en sentral faktor, og at god planlegging på forhånd er nødvendig for å oppnå disse målene. Vi mener at informantenes forberedelse til undervisning kan være en mulig årsak til at de stilte færre spørsmål som de ikke vet svaret på. Dermed mener vi at kunnskapen om undervisningspraksis og faginnhold kan bidra til at informantene kan forutse ulike utfall av undervisningen slik som Smith og Stein (2011) skriver om i sin første praksis.

Aizikovitsh-Udi og Star (2011) foreslår at lærere bør ha fokus på å utvikle sine spørsmålsteknikker for å øke elevers engasjement og motivasjon i faget. Det kan spekuleres i hvilken grad våre informanter besitter oppdatert kunnskap innenfor spørsmålsstilling, som er en nødvendig ferdighet for å stille utforskende og undrende spørsmål til elevene sine, noe Brown og Wragg mener er avgjørende i alle fag (2003). Hoover et al (2014) påpeker også at økt kunnskap blant lærere vil forbedre elevers læring. En mulig underliggende årsak til at områdene C og D er lite berørt, kan være at våre informanter ikke har tilstrekkelig kjennskap til ulike typer spørsmål og dermed ikke er oppmerksomme nok på viktigheten av å variere spørsmålene de stiller. Våre funn er i tråd med tidligere forskning av Nystrand et al. (1997), som fremhever at det er vanlig for lærere å stille flest lukkede spørsmål i undervisningen, og Wells (1999) som rapporterer at opp til 70 % av undervisning er preget av en IRE/F dialoger. Dette bekreftes gjennom vår analyse, da C og D er minst berørt av våre informanter.

En annen mulig årsak til den begrensede bruken av disse områdene kan skyldes læreres tendens til å stille spørsmål som de allerede kjenner svaret på. Fra skolens begynnelse blir læreren sett på som en autoritær figur i klasserommet (Florian & Beaton, 2018). Det er forventet at våre informanter besitter en omfattende kunnskapsbase (Ball et al, 2008) og har mer kunnskap enn elevene (Solem & Ulleberg, 2013). Det er vanlig for mennesker å unngå å vise svakheter, dette kan føre til at lærere gruer seg til å stille spørsmål som avslører deres kunnskapsmangler. Dette kan være en ubevisst faktor som bidrar til at informantene stiller færre spørsmål som de selv ikke kjenner svaret på. Her tydeliggjør Solem og Ulleberg (2013) i sin forskning at lærere bør veksle mellom utforskende og orienterende spørsmål.

For å kunne fremme et positivt læringsmiljø og støtte elevenes læring, er det nødvendig for lærere å ha kjennskap til elevenes ferdigheter og begrensninger (Hintz & Kazemi, 2014).

Overflod av spørsmål læreren ikke vet svaret på, kan føre til forvirring og frustrasjon blant elevene. En mulig årsak til våre informanters lave bruk av område C og D kan dermed være en indre tanke om å ikke forvirre elevene mer enn nødvendig, fordi de allerede arbeidet med problemløsningsoppgaver som i seg selv skal være utfordrende (Polya, 1945).

En siste mulig årsak til våre informanters lave bruk av område C og D kan være tidspress. En undervisnings økt pleier å ha en varighet på mellom 45 og 90 minutter. Uavhengig av tidsrammene, kan lærere oppleve at det å stille spørsmål som de ikke umiddelbart kan besvare, kan være en ressurskrevende oppgave. Dette skyldes i stor grad at slike spørsmål ofte blir stilt til elever i individuelle veiledningssituasjoner, der lærere må hjelpe mange elever samtidig. Videre krever spørsmål fra disse områdene økt oppfølging, ettersom de ofte blir stilt for å utfordre eleven eller for å uttrykke nysgjerrighet rundt elevenes tenkemåter. Dette kan gjøre at lærere ofte velger raskere og enklere løsninger, noe vi også ser i forskningen til Ferguson og Krange (2020). I vår forskning hadde særlig informant 2 det travelt med å rekke over alle elevene som trengte veiledning. Derfor mener vi at dette kan være en mulig årsak til det lave forbruket av område C og D.

5.3.3 IRE/F sekvenser og testing av elevenes forståelse

Vår analyse av spørsmålene som ble stilt fra informantene, avdekket en interessant tendens i form av en betydelig andel spørsmål som ble stilt med orienterende hensikt. Mer spesifikt ble 41,1 % av spørsmålene registrert med orienterende hensikt, der 23,5 prosent av spørsmålene er registrert i område A, som indikerer at læreren kjenner til svaret, mens 17,6 % av de totale spørsmålene ble dokumentert fra område C, som indikerer at læreren ikke kjenner til svaret. Vi vil nå presentere våre tolkninger av en mulig årsak til hvorfor informantene brukte orienterende spørsmål i stor grad.

Som tidligere nevnt, definerer vi spørsmål fra område A som testspørsmål. Cazden (2001) mener at slike spørsmål kan knyttes til IRE/F modellen da en ønsker å få kontroll over elevenes kunnskaper. Gjennom vår analyse ser vi at informantene ofte tar i bruk spørsmål som har til hensikt å teste elevens matematiske kunnskap, slik Boaler & Brodie (2004) kaller for «gethering information». En mulig årsak til våre informanters høye bruk av slike spørsmål kan være et ønske om å utøve en form for kontroll for å etablere gitte rammer for elevene. Informantenes hyppige bruk av orienterende spørsmål kan skyldes behovet for å skaffe seg innsikt i elevenes kunnskapsnivå. Dette kan være en bekreftelse på om elevene er klare for å fortsette til neste trinn i læringsprosessen eller om ytterligere læringsressurser er nødvendige for å støtte deres kunnskapsutvikling. Vi ser derfor at dette kan være en mulig forklaring for våre informanters hyppige bruk av spørsmål som er av orienterende hensikt.

5.3.4 Ulike tilnærminger til undervisning og lærerens mål for timen

Gjennom våre funn har vi registrert at det forekommer flere spørsmål med en påvirkende hensikt (51,4%), sammenlignet med de andre områdene i modellen. Det kan eksistere flere mulige årsaker til denne observasjonen, og vi vil nå drøfte hvilke mulige årsaker vi tenker er essensielle for overvekt av spørsmål med påvirkende hensikt.

Antallet spørsmål med en påvirkende hensikt mener vi kan skyldes en intensjon blant våre informanter om å styre elevene mot et bestemt mål (Mellin-Olsen, 1989). Blant annet kan hensikten være å hjelpe elevene til å forstå oppgaven som er gitt eller opparbeide seg innsikt i elevenes faglige resonnement. Dette er i tråd med Kazemi og Hintz (2014) sine to første prinsipper om hvordan organisere en matematisk samtale og Ball et al. (2008) sitt begrep om spesialisert kunnskap. En mulig årsak til at funnene våre viser overvekt av denne type spørsmål, kan handle om at vi påkrevde at informantene skulle ha problemløsningsoppgaver i undervisningen. Noe av kjernen i en problemløsningsoppgave er å finne en eller flere løsninger på en ukjent oppgave (Olafsen og Maugesten, 2015), og vi ser det naturlig for lærere å stille spørsmål for å veilede elevene i en bestemt retning. Derfor ser vi at problemløsningsoppgaver kan forårsake en overvekt av påvirkende spørsmål fra informantene.

En annen mulig årsak til hvorfor vår analyse viser informantenes hyppige bruk av påvirkende spørsmål, kan være deres like forståelse for undervisning og elever. Begge informantene presiserte i intervjuet at de var opptatt av å ha en god relasjon til elevene, som vil skape et trygt miljø for samtale. Denne type spørsmål kan redusere redsel for at elevene svarer feil, da begge områdene har som mål å skape en samtale som er trygg og forutsigbar (Solem & Ulleberg, 2013). Elevrelasjon er blant annet en av Ball et al. (2008) sine viktige argumenter for å skape et godt læringsmiljø og undervisning av kvalitet. Drageset (2015) poengterer i sin studie at læring påvirkes av kvaliteten på kommunikasjonen, altså den gjensidige samtalen mellom lærer og elev.

Videre kan en annen mulig årsak til at informantene stilte flest spørsmål med en påvirkende hensikt, være knyttet til kravet om at lærere skal tilpasse undervisningen til den enkelte elev. Påvirkende spørsmål kan ha til hensikt å gi læreren bedre kontroll over elevenes progresjon i forhold til Csikszentmihalyis sin flytmodell (2000). Dette samsvarer med Chapin et al. (2009) sine synspunkter om at matematisk samtale kan øke lærernes forståelse av elevenes faglige nivå. Ved å veilede elevene gjennom spørsmål som er tilpasset deres individuelle nivå og behov, kan læreren bidra til å sikre at elevene opplever en passende utfordring i læringsprosessen. Vi ser dermed at dette kan være en mulig årsak til informantenes bruk av område B og D.

6. Avslutning

I denne masteroppgaven har vi utforsket hvilke type spørsmål lærere stiller i matematikkundervisning på ungdomsskolen og drøftet mulige årsaker til deres bruk. Problemstillingen vi har undersøkt gjennom denne masteroppgaven har vært "*Hvilke type spørsmål stiller lærere i matematikkundervisning som initierer til matematisk samtale, og hva kan mulige årsaker til deres bruk være?*".

Funnene vi har dokumentert og drøftet viser at våre informanter i stor grad benytter seg av spørsmål hvor de allerede har kjennskap til svaret. Vi har drøftet disse områdenes mulighet til å initiere til matematiske samtaler. Etter våre erfaringer, mener vi at spørsmål i område A, som vi forbinder med testspørsmål og lukkede spørsmål, i liten grad har mulighet til å initiere til matematisk samtale. Dette mener vi fordi spørsmålene stort sett er lukkede spørsmål og kan besvares med få ord. På denne måten vil det være vanskeligere å sette i gang samtaler. Område B derimot, mener vi har stort potensial til å initiere til matematiske samtaler. Våre funn viser at informantene våre foretrekker å bruke spørsmål som inneholder ordene «hvorfor», «hvordan» og «på hvilke måter». Ved å benytte slike formuleringer, skapes det en mulighet for at det ikke finnes et enkelt og entydig svar, og dette kan igjen åpne opp for dialog.

Analysen bekrefter at våre informanter også tar i bruk område C og D, men i noe mindre grad. Disse spørsmålene, som også er åpne spørsmål, har vist seg å kunne initiere matematiske samtaler, på samme måte som område B. Våre funn tyder derfor på at åpne spørsmål har større potensial for å initiere til matematiske samtaler, mens lukkede spørsmål har en mer begrenset evne til å gjøre det. For å sikre effektiv matematikkundervisning og bidra til relasjonell forståelse, mener vi at et balansert bruk av både lukkede og åpne spørsmål er nødvendig.

Vår hypotese var at matematikklærere stiller flest spørsmål uten å tenke gjennom hensikten bak dem. Vi opplever at våre informanter har en bevisst hensikt bak sine spørsmål og at de stiller ulike type spørsmål i varierende grad. Gjennom vår drøfting av mulige årsaker til informanters bruk, har vi blant annet diskutert om informantenes behov for kontroll kan ha påvirket utfallet av hvilke spørsmål de stilte. I tillegg har vi drøftet om tidsbegrensning i undervisningsøkter kan påvirke lærerens valg av spørsmål. Videre har vi også drøftet om bruk av problemløsningsoppgaver kan gjøre at læreren stiller seg mer forberedt til undervisningen og dermed stiller flere spørsmål som læreren kjenner til. Avslutningsvis har vi diskutert om læreres tilnærming til undervisning og elevene kan være en mulig årsak til våre informanters bruk av spørsmål.

Videre forskning

I vår studie har vi utforsket og analysert de ulike områdene i Ulleberg og Solems spørsmålsmodell (2018) som har en innvirkning på initieringen av matematiske samtaler. Videre har vi presentert våre tolkninger av mulige årsaker til informantenes bruk av disse områdene. Vi anser det som interessant å ytterligere undersøke hvilke læringsresultater elevene oppnår gjennom de identifiserte spørsmålstypene. Vi mener at slike funn kan være verdifulle ressurser for å forbedre undervisningspraksis og øke lærernes kompetanse innen matematikkundervisning. En annen mulig utvidelse av vår forskning kan være å utforske informantenes egne perspektiver på årsakene til deres bruk av hvert enkelt område. Dette kan oppnås ved å anvende intervju som hovedmetode for å få dypere innsikt i informantenes intensjon bak spørsmålsformuleringene.

7. Litteraturliste

Aguirre, J., Ingram, J. K., & Martin, D. B. (2013). *The impact of identity in K-8 mathematics: Rethinking equity-based practice*. VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Aizikovitsh-Udi, E & Star, J. (2011). *The skill of asking good questions in mathematics teaching. Procedia - Social and Behavioral Sciences.* 15. 1354-1358. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.291

Alexander, R. (2008). *Culture, dialogue and learning*: Notes on an emerging pedagogy. I N. Mercer & S. Hodgkinson (red.), *Exploring talk in school*. Sage Publications.

Alrø, H., & Skovsmose, O. (2004). *Dialogic learning in collaborative investigation*. Nordisk matematikkdidaktikk. 9(2), 39-62.

Andersson-Bakken, E. (2015). *Læreres bruk av spørsmål og responser i helklasseundervisning på ungdomstrinnet* (Doktorgradsavhandling). Universitetet i Oslo, Oslo. Hentet fra https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/51881/PhD-Andersson-BakkenDUO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ball, D, L. (2003). *Mathematical Proficiency for all students: Toward a strategic research and development program in mathematics education*. U.S Department of Education.

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). *Content knowledge for teaching: What makes it special.* Journal of Teacher Education, 59(5), 389-407. https://doi.org/10.1177/0022487108324554

Barden, L. M. (1995). *Effective questioning and the ever-elusive higher order question*. The American Biology Teacher. 57 (7), 423–426.

Befring, E. & Befring, E. (2020). *Sentrale forskningsmetoder: med etikk og statistikk* (2. utg.). Cappelen Damm akademisk.

Boaler, J. & Brodie, K. (2004*). The importance, nature and impact of teacher questions*. Proceedings of the twenty-sixth annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.

Botten, G. (2016). Matematikk med mening: mening for alle. Caspar forlag.

Brousseau, G. (1984). *The crucial role of the didactical contract in the analysis and construction of situations in teaching and learning mathematics*. Theory of Mathematics Education, 1, 45-65.

Brown, G. A., & Wragg, E. C. (2003). *Questioning in the secondary school*. Routledge.

Carpenter, T. P., Franke, M. L., Levi, L., & Ball, D. (2003). *Thinking mathematically: Integrating arithmetic & algebra in elementary school*. NH: Heinemann.

Cazden, C. B. (2001). *Classroom discourse : The language of teaching and learning* (2nd ed.). Heinemann.

Chapin, S. H., O'Connor, M. C., & Anderson, N. C. (2009). *Classroom discussions: Using math talk to help students learn, Grades K-6*. Math Solutions.

Chapin, S., O'Connor, C., & Anderson, N. (2013). *Classroom discussions in math: A teacher's guide for using talk moves to support the common core and more, grades K-6* (3. Utg.). Math Solutions.

Check, J., & Schutt, R. K. *(2011). Research Methods in Education (1st ed.). SAGE Publications.* https://doi.org/10.4135/9781452218403

Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt forlag.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research methods in education* (7. utg.). Routledge.

Csikszentmihalyi. M. (2000). *Beyond boredom and anxiety*. Jossey-Bass.

Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving*. Gyldendal akademisk.

Drageset, O. G. (2015). *Different types of student comments in the mathematics classroom*. The Journal of Mathematical Behavior, 38, 29–40. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.01.003

Dysthe, O. (2003). *Sosiokulturelle teoriperspektiv på kunnskap og læring. Dialog, samspel og læring*. Abstrakt forlaget.

Fauskanger, J. (2016). *Matematikklærerens oppfatninger om ingrediensene i god matematikkundervisning*. Acta Didactica Norge, 10(3), 1-18.

Featherstone, H., Crespo, S., Jilk, L. M., Oslund, J. A., Parks, A. N., & Wood, M. B. (2011). *Smarter together! Collaboration and equity in the elementary math classroom.* National Council of Teachers of Mathematics.
Ferguson, L. E. & Krange, I. (2020). *Hvordan fremme kritisk tenkning i grunnskolen?* Forskningsbaserte forslag. Norsk pedagogisk tidsskrift, 104(2), 194-205.
Florian, L. & Beaton, M. (2018). *Inclusive pedagogy in action: getting it right for every child.* International journal of inclusive education, 22(8), 870-884.
Franke, M.L. & Kazemi, E. & Battey, D. (2007). Mathematics teaching and classroom practice. *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. 225-256.
Gee, J. P. (1984). *Literacy, discourse, and linguistics: Introduction.* Journal of Education, 166(2), 175–184. DOI: https://doi.org/10.1177/002205748917100101
Halvorsen, K. (1989). *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (2. utg.). Bedriftsøkonomens forlag.
Hoover, M., Mosvold, R., & Fauskanger, J. (2014). C*ommon tasks of teaching as a resource for measuring professional content knowledge internationally*. Nordic studies in Mathematics Education. 19. 7–20. https://doi.org/10.5617/adno.2560
Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Macmillan.
Kazemi, E., & Hintz, A. (2014). *Intentional talk: How to structure and lead productive mathematical discussions.* Stenhouse Publishers.
Krumsvik, R. J. (2014). *Forskingsdesign og kvalitativ metode:* ei innføring. Fagbokforlaget.
Kvale, S., Brinkmann, S., Anderssen, T. M. & Rygge, J. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Gyldendal akademisk.
Lampert, M., & Blunk, M. L. (1990). *Talking mathematics in school: Studies of teaching and learning.* Cambridge University Press.
Larsen, A. K. (2017). *En enklere metode: Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode (2. utg.)*. Fagbokforlaget
Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U., & Bruder, R. (2016). *Problem Solving in Mathematics Education*. DOI:10.1007/978-3-319-40730-2_1
Ma, L. (2010). *Knowing and teaching elementary mathematics.* Lawrence Erlbaum Associates.
Mason, J. (2000). *Asking mathematical questions mathematically*. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *31*, 111 - 197. DOI:10.1080/002073900287426
Mason, J., & Davis, J. (1991). *Fostering and sustaining mathematics thinking through problem solving.* Deakin University Press.
Mellin-Olsen, S. (1989). *Kunnskapsformidling: virksomhetsteoretiske perspektiver*. Caspar forlag.
Myhill, D. & Dunkin, F. (2005). Questioning learning. *Language and education*, *19*(5), 415-427.
Nilssen, V. & Høynes, S-M. (Red.). (2020). *Samtaleorientert matematikk – Et samspill mellom didaktiske og adidaktiske situasjoner*. Bergen: Fagbokforlaget.
Niss, M. A., & Jensen, T. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark.* Undervisningsministeriet.
Nystrand, M., Gamoran, A., Kachur, R. & Prendergast, C. (1997). *Opening dialogue: understanding the dynamics of language and learning in the English classroom*. Teachers College Press.
O'Connor, C., & Michaels, S. (2015). *Conceptualizing Talk Moves as Tools: Professional Development Approaches for Academically Productive Discussions.* American Educational Research Association (AERA).
Olafsen, A. R. & Maugesten, M. (2015). *Matematikkdidaktikk i klasserommet* (2. utg.). Universitetsforlaget.
Pólya, G. (1945). *How to Solve It*. Princeton University Press.
Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
Rowland, T., Huckstep, P., & Thwaites, A. (2005). *Elementary teachers mathematics subject knowledge:* the Knowledge Quartet and the case of Naomi. Journal of Mathematics Teacher Education, 8, 255–281 (2005). DOI:10.1007/s10857-005-0853-5
Rubin, H. J. & Rubin, I. (2012). *Qualitative interviewing : the art of hearing data* (3rd ed.). Sage

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press
Schoenfeld, A. H. (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics*. I D. Grouws (Ed.), Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning (ss. 334-370). MacMillan.
Silverman, D. (2011). *Interpreting qualitative data*. SAGE.
Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. Mathematics
Smith, M. & Stein, M. K. (2011). *5 Practices for Orchestrating Productive Mathematics Discussions*. NCTM.
Solem, I. H. & Ulleberg, I. (2013). *Hva spør lærere om?* I H. Christensen & I. Ulleberg (Red.), *Klasseledelse, fag og danning*. Gyldendal akademisk.
Solem, I. H. & Ulleberg, I. (2020). *Hva spør lærere om*? I H. Christensen & I. Ulleberg (Red.), *Klasseledelse, fag og danning* (2. utg.). Gyldendal.
Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: *Five practices for helping teachers move beyond show and tell.* Mathematical Thinking and Learning, 10(4), 313–340. https://doi.org/10.1080/10986060802229675
Streitlien, Å. (2009). *Hvem får ordet og hvem har svaret?: om elevmedvirkning i matematikkundervisningen*. Universitetsforlaget.
Strømskag, H. (2020). *Teorien for didaktiske situasjoner i matematikk.* I V. L. Nilssen & S.-M. Høynes (Red.), *Samtaleorientert matematikk: et samspill mellom didaktiske og adidaktiske situasjoner* (1.utg.). Fagbokforlaget.
Svare, H. (1997). *I Sokrates fotspor.* Filosofi- og vitenskapshistorie. Pax Forlag A/S. teaching, 77(1), 20-26.
Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse : En innføring i kvalitative metoder* (5. utg.) Fagbokforlaget.
Thiel, A. H. (2014). *Matematikkens kjerne*. Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS
Tomm, K. (1989). *Interventive interviewing: Part III. Intending to ask lineal, circular, strategic, or reflexive questions? Family process*, *27*(1), 1-15. DOI: 10.1111/j.1545-5300.1988.00001.x
Trochim, W. M. K., Donnelly, J. P. & Arora, K. (2016). *Research methods: The essential knowledge base (2. utg.).* Cengage Learning.
Ulleberg, I. (2020). *Kommunikasjon mellom lærer og elev* (1. utg.). Fagbokforlaget.
Ulleberg, I. & Solem, I. H. (2015). *Hvordan kan lærere bidra til deltakelse og matematisering i klassesamtalen i matematikk*? I H. Christensen & R. S. Stokke (Red.), *Samtalens didaktiske muligheter* (s. 104-122). Gyldendal akademisk.
Ulleberg, I., & Solem, I. H. (2018). *Which questions to ask in classroom talk in mathematics?* Presentation and discussion of a questioning model. Acta Didactica Norge, 12(1), 1-18. https://doi.org/10.5617/adno.5607
Utdanningsdirektoratet. (2012). *Rammeverk for grunnleggende ferdigheter.* Kunnskapsdepartementet
Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i matematikk.* 1-10. trinn. (MAT01-05). Hentet fra https://www.udir.no/lk20/mat01-05/kompetansemaal-og-vurdering/kv19
Vingdal, I. M. & Birch, J. E. (2014). *Fysisk aktiv læring*. Gyldendal akademisk.
Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Harvard Universty Press.
Warfield, V. M. (2006). *Invitation to didactique*. Springer Science & Business Media.
Watson, A., Mason, J., (1998) *Questions and prompts for mathematical thinking*. Association of Teachers of Mathematics.
Wells, C. G. (1999). *Dialogic inquiry: towards a sociocultural practice and theory of education.* Cambridge University Press. Doi: 10.1017/CBO9780511605895
Wimer, J. W., Ridenour, C. S., Thomas, K., & Place, A. W. (2001). *High order of teacher questioning of boys and girls in elementary mathematics classrooms*. Journal of Educational Research, 95(6), 84–93.
Yin, R. K. (1984). *Case study research: Design and methods*. Sage Publications.

8. Vedlegg

Vedlegg 1: Sikt godkjennelse

30.04.2023, 14:07 Meldeskjema for behandling av personopplysninger

Sikt

Meldeskjema / Hvilke type spørsmål tar lærere i bruk i undervisning med fokus på pr... / Vurdering

Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer	Vurderingstype	Dato
345229	Standard	05.10.2022

Prosjekttittel
Hvilke type spørsmål tar lærere i bruk i undervisning med fokus på problemløsning for å initiere til matematisk samtale?

Behandlingsansvarlig institusjon
NLA Høgskolen AS

Prosjektansvarlig
Christian Salvesen

Student
Maren Horne Nilsen

Prosjektperiode
15.08.2022 - 10.07.2023

Kategorier personopplysninger
Alminnelige

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

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 10.07.2023.

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.

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.

DEL PROSJEKTET MED PROSJEKTANSVARLIG
For studenter er det obligatorisk å dele prosjektet med prosjektansvarlig (veileder). Del ved å trykke på knappen «Del prosjekt» i menylinjen øverst i meldeskjemaet. Prosjektansvarlig bes akseptere invitasjonen innen en uke. Om invitasjonen utløper, må han/hun inviteres på nytt.

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

https://meldeskjema.sikt.no/62fcf8a1-ca93-4442-a763-212ee3e24938/vurdering 1/2

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/fylle-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!

Vedlegg 2: Informasjonsskriv

Vil du delta i forskningsprosjektet «Hvilke type spørsmål tar lærere i bruk i undervisning med fokus på problemløsning for å initiere til matematisk samtale?»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor vi skal analysere spørsmålene lærere stiller i matematisk samtale. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

I dette masterprosjektet vil vi finne ut hvilke spørsmålskategorier lærere vanligvis tar i bruk for å initiere til matematisk samtale innenfor problemløsning. Vi ønsker å ha et intervju i etterkant av observasjonen fra matematikkundervisning der du driver en matematisk samtale innenfor problemløsning.

<u>I intervjuet etter undervisning vil vi for eksempel stille deg spørsmål som:</u>
Hvilken erfaring har du innen matematisk samtale?
Når du har en matematisk samtale, er spørsmålene dine planlagte eller spontane?
Hva var hensikten bak «dette» spørsmålet? (Henviser til et konkret spørsmål fra observasjon)

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NLA Høyskole Bergen

Veileder: Christian Salvesen

Telefon: 55536998

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi spør deg om å være med, fordi du er en erfaren og ivrig matematikklærer og vi tror at din kompetanse innen problemløsning og matematisk samtale vil bli nyttig for vårt masterprosjekt. Vi tror at sammen vil vi skape et prosjekt av god kvalitet som kan være et godt verktøy for alle parter.

Hvis du ønsker være med i vårt forskningsprosjekt, ønsker vi at du gir oss en tilbakemelding.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du blir intervjuet en gang og i tillegg blir observert i en matematikkundervisning. Temaet må være problemløsning med fokus på den matematiske samtalen. I intervjuet ønsker vi å ta lydopptak, og i undervisningen ønsker vi å notere hva vi observerer. Observasjonen 45-60 minutter og intervjuet etter undervisningen 20 minutter.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan 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.

- Vi vil bare bruke informasjon om den informasjonen du gir oss og hva vi observerer. Navnet og kontaktopplysningene dine vil bli erstattet med en kode som lagres på egne navneliste adskilt fra øvrige data. Prosjektet vårt ser på lærerperspektivet og ikke elevperspektivet, og er derfor ikke påvirket over hvor mange elever som deltar i undervisningen din.
- Lydopptakene fra intervjuet blir anonymisert og vil bli slettet 7 uker etter innlevering (22. mai 2023).
- Vi følger loven om personvern og tar det på alvor.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes 22. mai 2023. Etter sensur vil datamaterialet med dine personopplysninger slettet.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NLA høgskole 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:

- NLA Høgskolen ved Christian Salvesen *(veileder)*, mail: christian.salvesen@nla.no, telefon 55 53 69 98.
- Maren Horne Nilsen *(masterstudent)*, mail: marenhnilsen@gmail.com, telefon: 41 18 01 18
- Anna Ekkje *(masterstudent)*, mail: anna-dj2010@hotmail.com, telefon: 40 01 79 34
- Vårt personvernombud: Inger-Johanne Gamlem Njau, mail: Inger-Johanne.Njau@nla.no, telefon: 55 54 07 49

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

- Personverntjenester på mail: personverntjenester@sikt.no eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

Maren Horne Nilsen
Anna Ekkje
(Maren Horne Nilsen og Anna Ekkje /Christian Salvesen)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *[sett inn tittel]*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- ☐ å delta i *kvalitativ metode med observasjon og intervju*
- ☐ *lydopptak under intervju*

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3. Intervjuguide

Intervju

Innledning til intervjuet;

• Gir en forklaring på hensikten med intervjuet

Generelle spørsmål:

- Hvor lenge har du vært matematikklærer?
- Har du alltid jobbet på ungdomsskolen?
- Hvilke kvaliteter vil du si at du har som matematikklærer? Er det noe du brenner ekstra for?

1. Kan du fortelle noe spesielt som du husker fra undervisningen knyttet til problemløsing/matematisk samtale?
2. Hvilke refleksjoner har du gjort deg rundt spørsmålsstilling i matematikktimene?
3. Hvordan forbereder du kommunikasjonen mellom deg og elevene i en matematikktime
4. Var det spørsmål du hadde tenkt å stille som du ikke stilte? Hvilke og hvorfor?
5. I spørsmålsstillingen: vil du si at du har størst fokus på å hjelpe elevene videre eller er fokuset på å forstå argumentasjonen og hva elevene tenker?
6. Hvordan vil du si at miljøet i klassen påvirker responsen en får i matematiske samtaler?
7. Hvordan varierer du spørsmålene dine til den enkelte elev? (Nivå)
8. Hvordan får du elevene dine til å delta i samtaler?
9. Hvilke erfaringer har du med problemløsing i matematikkundervisning?

Spesifikke spørsmål: Vi stiller spørsmål som ble stilt i undervisningen:

- Vet svaret eller ikke, intensjon bak spørsmålet
- Hvordan opplevde du responsen på disse spørsmålene?
- Hva tenkte du når du stilte det spørsmålet? Hva var tanken bak det?

*Vi ønsker å gå gjennom "spesifikke spørsmål" som ble stilt i klasserommet for å unngå at vi tolker hensikten og intensjonen bak spørsmålene. På denne måten kan vi plassere spørsmålene riktig i modellen.

Vedlegg 4: Kategorisering av spørsmålene til informant 1

Grønn = område A

Rød = område B

Blå = område C

Oransje = område D

To forskjellige farger = flytende kategori

1. Hva snakket vi om i går?
2. Har vi lært alt om volum?
3. Hva gjør jeg nå (bygger en "boks" av ark)
4. Hva kaller vi bunnen? (grunnflate)
5. Grunnflaten, har den en høyde?
6. Når jeg bygget denne boksen, bygget jeg opp vegger, hva er volumet da?
7. Er volumet veggen?
8. Hva er inni denne klossen her?
9. Hva med denne (viser en klossen) hvordan forklarer vi volumet i den?
10. Hvordan kan vi regne ut volumet i klossen?
11. Hvorfor er dette et rektangel?
12. Hva er forskjell på disse figurene? Hva kaller du denne?
13. Et godt spørsmål, har noe firedimensjonalt?
14. Hvordan sier du,"navn", at vi regner ut denne figuren?
15. Det er dette som er grunnflaten, er det ikke?
16. Du sa det helt riktig og bra, hvorfor regner vi grunnflaten først?
17. Er det noen som er god i hoderegning, hva blir det? (vet ikke)
18. Hva skal jeg skrive her? dm eller cm?
19. Da kommer spørsmålet: hva er det vi har funnet? (terninger)
20. Hvor mange slike kuber skal det være her?
21. Hva er det som skjer?
22. Er det et mønster?
23. Hvordan skal vi finne ut hvor mange kammer de klarer å bygge på 100 dager?
24. Finnes det en formel for det?
25. Hvor mye honning kan et slikt kammer inneholde i liter?

26. Jeg har gjort det slik, vet ikke om dere ville gjort det sånn?
27. Hva betyr desimeter i 3?
28. Hvorfor skriver jeg 0,2? Tar jeg feil?
29. Hvordan kan man gjøre om 0,04 dm^3 til cm^3?
30. Hvor mange slike små kuber tror dere går inni denne store kuben
31. Hva er formelen … Du sa jo at du fant en formel?
32. Hva er n? (n(n+1) n = dager
33. Finn ut hvor mange voksrammer biene lager i løpet av 10 dager?
34. Hvor mange liter honning klarer biene å lage på 3 måneder?

Vedlegg 5: Kategorisering av spørsmålene til informant 2

Grønn = område A

Rød = område B

Blå = område C

Oransje = område D

To forskjellige farger = flytende kategori

1. Hva har vi arbeidet med nå nylig?
2. Hvorfor tror dere at det kalles 10er kart?
3. Hvor mange ruter er det da?
4. Ser dere to vertikale linjer?
5. Vertikal, hva betyr det?
6. Hva er en diagonal?
7. Hva ligger bak disse mønstrene?
8. Hva sammenheng kan det kartet ha med mønsteret å gjøre?
9. Hva er mønsteret her?
10. Hvorfor er det akkurat 100 ruter? Dette var et hint, for at de kan tippe det. Lure inn at det handler om dette.
11. Hva slags tall vil dette representere?
12. Hva skal stå i de hvite rutene tror du?
13. Vet du hvilke tall som kan ligge bak her?
14. Hvordan ville det sett ut om hver rute representerer et tall?
15. Hvilket tall vil denne ruten representere?
16. Er dette en gangetabell, tror du?
17. Er dere enig? Få elevene til å diskutere
18. Dette er basert på tallet 5, hvilket tall er dette basert på?
19. se på det første mønsteret, hvilket tall er der?
20. Hva tror du er oppskriften bak dette mønsteret?
21. Hva mener du med det?
22. Hva med dette nummeret her da?
23. Hva mener du når du sier 10,1? Få frem informasjon, prøvde å forstå, genuit spørsmål
24. Hvor tenker du at 11 er?

25. Hvis den er 10 og den er 11, stemmer det med mønsteret?
26. Da har du plassert alle tallene fra 1-100, hva med de som er fargelagt?
27. Hvilket tall kan være her da?
28. Hva er logikken bak det neste?
29. Dere har jo mønster her, hva er oppskriften på mønsteret?
30. Har du kommet frem til noe?
31. Hvis dette er 5, og dette er 10, hva er dette da?
32. Hva er oppskriften bak dette sjakk aktige mønsteret?
33. Hvilket tall skal ligge her?
34. Noen ruter er mørke, hvorfor? Hvordan vet vi det?
35. Hva er felles for alle de tallene som er inni de mørke rutene?
36. Hva er oppskriften, hvordan vet du hvilket mønster det er?
37. Hvordan gir dette mening?
38. Hva er tanken og plasseringen med den grå ruten?
39. Så det er 20 ruter til sammen?
40. Hva er felles med de rutene?
41. Okei, så du teller nedover? Hva hvis du heller teller slik?
42. Hvis det er et tall i hver rute, hvilket tall er felles for de grå rutene?
43. Hvor ligger 20?
44. Hvor er 50?
45. Hvilket tall ligger her, i den øverste?
46. 61? Hvorfor det?
47. Hvis den er 10 eller 11, hva blir neste da?
48. Hva er felles med de tallene som ligger der?
49. Hva er felles med alle tallene til sammen?
50. Er vi enig at dette er et loddrett mønster?
51. Det er flere måter å lage loddrett mønster på, hvordan kan vi gjøre det?
52. Så er spørsmålet, hvorfor er de loddrette?
53. Hva har du tenkt her?
54. De grå rutene, hva var de?
55. Har dere sett på dette før?
56. Har dere brukt 10er kart før? (Forklar at lærer kontrollerer og kan hende han ikke vet svaret)
57. Hva er neste tall?

58. hva gjorde du for å finne ut av neste? Lå du til noe?
59. Hvilken gangetabell?
60. Hvilke gangetabell blir det når du legger til fem?
61. Hvis du begynner heller her, hva får du da?
62. Hvorfor er det bare to og fem der?
63. Hva er felles med alle de tallene? 5 og 10..
64. Hva hvis jeg sier 5, 10, 15, 20? Hva heter det i gangetabellen?
65. Er det tre gangen da?
66. Hvilket tall er her? Hvilket tall tror du kommer her?
67. Det er fem, hva er dette da?
68. Hvis du fargelegger den, er det noe mønster der?
69. Hva kan denne være da?
70. Hvorfor er de vertikale?
71. Hvilken annen måte er det å lage en vertikal linje på?
72. Det finnes på et lavere tall, hva kan det være og hvorfor?
73. Dette kalles et firerkart, hvorfor tror dere det?
74. Og dette er et femmerkart, hvorfor?
75. Hvilke tall finnes i loddrett mønster?
76. Er det noen som har funnet flere loddrette møster i 10er kartet?
77. Fant du et til?
78. Hva har du gjort ?
79. Blir to gangen loddrett i alle kart?
80. Hvis det blir loddrett, hvorfor eller hvorfor ikke?
81. Blir to gangen alltid loddrett, hvis den blir det, hvorfor det? eller hvorfor ikke?
82. Er det et loddrett mønster eller?
83. Hva har du funnet ut? Hvordan ser det ut?
84. Når er to gangen loddrett og hva er spesielt med det kartet?
85. Hva kan du si er felles for de tallene?
86. Hvilken gangetabellen har du her?
87. Hva er sammenhengen når det er partall?
88. Hvorfor er de loddrette når det er partall?
89. Hva er sammenhengen mellom loddrett og vannrett?
90. Hvorfor er 5 vannrett?
91. Klarer du å finne noen loddrett mønstre i partallene?

92. Klarer dere å finne loddrette mønster i 5,7,8 og 9 kartet?
93. Hvorfor er det partall?
94. Hva kan vi finne ut?
95. Finnes det noen loddrette mønster som går igjen?
96. Hva med tregangen, hvor plasseres den?
97. Går det an å finne noen til disse to? Hva har det å si?
98. Hvorfor er det ikke riktig her da?
99. Hva har du tenkt da?
100. Vet dere hvorfor det heter loddrett?
101. Hvorfor er 2 og 5 loddrette i tierkartet?
102. Hva er spesielt med alle partallene?
103. Hvorfor er de to radene i tierkartet loddrett?

Vedlegg 6: Medforfattererklæring

Vi vil presentere hvordan vårt samarbeid under masteroppgaven har foregått i henhold til veiledningsheftet.

Gjennom vårt samarbeid har vi i første omgang delt oppgaver mellom oss innenfor hvert kapittel. Deretter har vi "rettet" hverandre sine tekster og gitt tilbakemeldinger. Avslutningsvis har vi lest gjennom hvert kapittel sammen og samkjørt tekstene våre. Dette har resultert i at begge har produsert hele manuset og at vi har produsert like mye innhold. Det er derfor ikke mulig å identifisere hvilke deler av oppgaven hver av oss har skrevet.

Maren Horne Nilsen
Anna Ekkje

Bergen, Mai 2023