



Uit

NORGES
ARKTISKE
UNIVERSITET

Fakultet for humaniora, samfunnsvitenskap og lærerutdanning

Lærerstudenters affekt av utforskende matematikk

En kvalitativ studie av lærerstudenters affekt av utforskende matematikk, før og etter å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis.

—

Rolf Bergvik og Øyvind Erichsen

Masteroppgave for lærerutdanning 5.-10. trinn

LRU-3903

November 2017



Sammendrag

Bakgrunn for denne studien var vår deltagelse på forskningsprosjekt ved Universitetet i Tromsø for styrking av matematikkpraksis for lærerstudenter. Vi har også selv en sterk personlig interesse for utforskende matematikk.

I denne studien undersøkte vi et utvalg lærerstudenters affekt av matematikk og studerte om det var noen relasjon til utforskende matematikk. Vi ønsket å se hvilken affekt av matematikk lærerstudentene hadde og om det kunne relateres til utforskende matematikk. Vi undersøkte dette gjennom et strukturert intervju før og etter studentene hadde deltatt i prosjekt ved Universitetet i Tromsø hvor dem underviste matematikk etter prinsippene for utforskende matematikk. Vi undersøkte dette gjennom en induktiv tilnærming hvor vi benyttes oss av tematisk analyse og *in vivo* koding.

Vi har i dette forskningsarbeidet presentert fem av totalt ni lærerstudenter som deltok i prosjektet. Dette grunnet manglende kapasitet for oppgaven. Våre funn for lærerstudentene som gruppe er at det var fem svært ulike affekter av matematikk, både før og etter å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis. Mer inngående beskrivelser av hver enkelt lærerstudents affekt med hensyn til utforskende matematikk presenteres i kapittel 6. Empiri og drøfting.

Forord

Utforskende matematikk er en undervisningsmåte som er aktuelt innen flere områder innen matematikkdiraktisk forskning, i likhet med studier av affekt. Til tross for en bred enighet om at matematikk er noe mer enn å fortelle og pugge algoritmer, er vår erfaring at en stor del av matematikkundervisningen i grunnskolen av denne undervisningsformen. Vår interesse av utforskende matematikk trigget en nysgjerrighet på om det er en relasjon mellom kommende læreres affekt av matematikk, og prinsippene for utforskende matematikkundervisning. Vi ønsker at denne forskningsrapporten kan gi et lite innblikk og forstå i et lite utvalg kommende læreres affekt av matematikk før og etter selv å ha prøvd utforskende matematikk i praksis.

Utforskende matematikkundervisning er også svært relevant innen matematikkdiraktisk forskning. Flere pågående og nylig avsluttede matematikkprosjekt er utarbeidet med hensyn til å utvikle en utforskende form for matematikkundervisning, slik som PRIMAS, TRU-math og Fibonacci-prosjektet (Artigue & Blomhøj, 2013). Vi tror dette er en undervisningsform som kan være svært aktuell for vår fremtidig praksis som lærere i matematikk. Affektive studier innen matematikkdiraktisk forskning er også av økende interesse. Det eksisterer ulike studier innen oppfatning som fokuserer på lærere, lærerstudenter eller elever. I denne oppgaven vil vi fokusere på lærerstudenter som studerer matematikk.

Vi ønsker å takke en rekke personer for deres bidrag til dette forskningsarbeidet.

Vi vil rette en takk til informantene som tok seg tid i en hektisk studiehverdag for å delta i forskningsprosjektet og ga oss verdifullt datamateriale.

Vi ønsker å takke lærere og veileder fra Universitetet i Tromsø som har bidratt med konstruktive tilbakemeldinger og gode refleksjoner.

Vi ønsker også å takke våre samboere som på hjemmefronten har bidratt med støtte og tilbakemeldinger gjennom forskningsarbeidet.

Tromsø, november 2017

Øyvind Erichsen og Rolf Bergvik.

Innhold

1	Innledning.....	1
2	Forskningsspørsmål og oppgavens struktur.....	3
3	Teori.....	5
3.1	Affekt.....	5
3.1.1	Hva er oppfatning?.....	6
3.1.2	Endring av oppfatning.....	7
3.1.3	Kunnskap og verdier.....	8
3.1.4	Følelser.....	9
3.2	Utforskende matematikk.....	9
3.2.1	Historisk bakgrunn.....	9
3.2.2	Hva er utforskende matematikk?.....	10
3.2.3	Intellektuelt behov.....	11
3.2.4	Måter å tenke på og måter å forstå.....	13
3.2.5	Legge til rette for tilgang til matematisk innhold.....	15
4	Metode.....	17
4.1	Modell for empirisk forskning.....	17
4.1.1	Paradigme.....	18
4.1.2	Forskningsdesign.....	18
4.1.3	Påkoblet forskningsprosjekt.....	19
4.2	Innsamling av data: standardisert intervju.....	20
4.3	Operasjonalisering av affekt.....	21
4.3.1	Intervjuguide.....	22
4.3.2	Betydning av kontekst.....	24
4.4	Utvalg.....	25
4.5	Analyse.....	26

4.5.1	Struktur analyse.....	26
4.5.2	Del 1 analyse	27
4.5.3	Del 2 analyse	28
4.5.4	Eksempel på koding	29
4.5.5	Sammenfattet drøfting.....	30
5	Etikk	31
5.1	Kvalitet i forskningsarbeidet	31
5.1.1	Validitet og reliabilitet.....	31
5.1.2	Generalisering	33
6	Empiri og drøfting.....	34
6.1	Arne, 5.-10.....	34
6.2	Bendik, 8.-13.....	39
6.3	Dina, 5.-10.....	45
6.4	Grete, 5.-10.....	51
6.5	Inge 8.-13.....	58
7	Mønster for gruppen lærerstudenter: drøfting og funn.....	65
7.1	Usammenhengende koder og utsagn.....	65
7.2	Har vi funnet ut det vi har?.....	66
7.3	Ulik affekt for hver informant - en selvfølge ved induktiv tematisk analyse?.....	67
8	Avslutning	68
8.1	Konklusjon	68
8.2	Veien videre	69
9	Litteraturliste	70
9.1	Nettsider	71

1 Innledning

Hva du gjør teller, ikke hva du sier du gjør (Schoenfeld, 2015, s. 397). Hvorfor er studier av hva menneskers affekt viktig? Noen av grunnene for at vi valgte en slik studie er for å endre eller utvikle praksis er det viktig å forstå hvilken affekt man har av matematikk. Videre var det interessant å undersøke om et utvalg kommende matematikklærer og hvilke elementer av matematikk de anser som viktige innen utforskende matematikk.

Utgangspunktet for denne studien var som nevnt å undersøke et utvalg lærerstudenters oppfatning av utforskende matematikk. Etter å ha samlet inn data og begynt analyseprosessen konkluderte vi med at det ikke var tilstrekkelig grunnlag for å kunne avgjøre om data kunne representere lærerstudentenes oppfatning. Det er et omfattende arbeid å skille eksempelvis oppfatninger fra kunnskap, verdier og holdninger. Vi mener det krever mer inngående data som også burde kombineres med for eksempel observasjon av praksis for å kunne avgjøre om data kunne representert lærerstudentenes oppfatning. Vi valgte dermed å kategorisere besvarelsene som affekt, ettersom dette kan betraktes som et samlebegrep for følelser, oppfatninger og kunnskaper¹. Dette vil vi redegjøre nærmere i kapittel 3. Teori. Det er viktig å presisere at ettersom oppfatning var utgangspunkt for dette forskningsarbeidet, vil fortsatt teori om for eksempel hvordan man endrer oppfatning og operasjonalisering av oppfatning utgjøre en sentral del av vår forståelse av affekt.

En annen følge av kategoriseringen av lærerstudentenes besvarelser som affekt, fokuserte vi denne oppgaven på det matematiske innholdet i besvarelsene. Fenomenet vi ønsket å undersøke var lærerstudentenes affekt av utforskende matematikk. Ettersom utforskende matematikk er en omfattende undervisningsform, har vi fokusert på en spesifikk del av utforskende matematikk. Innen denne formen å undervise matematikk var det *intellectuall need* og *ways of thinking* og *ways of understanding* som er fenomenene vi ønsket å undersøke mer spesifikt. Dette fordi disse elementene av utforskende matematikk etter vår erfaring og litteraturen bryter med en form for tradisjonell matematikkundervisning (Harel, 2013; Harel, 2008a, 2008b). I litteraturen er det også bred enighet om at matematikk er mer enn å fortelle (Stein, Engle, Smith, & Hughes, 2008) (Harel, 2013; Harel, 2008b). Mange elever opplever

¹ Se kapittel 3.1 Affekt

også skolematematikken som meningsløs, hvor matematikken i beste fall gir mening etter hvert (Harel, 2013). Teorien om intellektuelt behov omhandler å skape mening med matematikken. Måter å tenke på og måter og forstå på omhandler å fokusere på å utvikle elevenes måter å tenke på i matematikken. Dette er noen sentrale momenter for hvorfor vi har valgt å fokusere på disse aspektene innen utforskende matematikk.

Utforskende matematikk fokuserer også i korte trekk på en elevsentrert undervisning og innehar sterke relasjoner til et konstruktivistisk paradigme og kognitiv epistemologi. Dette preget vår utarbeidelse av vårt forskningsdesign. Dette vil vi redegjøre nærmere i kapittel 4. Metode. Vi vil ikke gå i dybden på eventuelle endringer i denne studien, men vil utgjøre en del av vårt teoretiske begrepsapparat for å drøfte noen mulige årsaker for eventuelle endringer av lærerstudenters affekt, før og etter å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis.

2 Forskningsspørsmål og oppgavens struktur

Gjennom en lang arbeidsprosess ble flere varianter av forskningsspørsmål vurdert. Det var flere hensyn som ble tatt i betraktning: kapasitet, interesse, aktualitet samt hensyn til tema innen utforskende matematikk og affekt. Vi har endt med følgende forskningsspørsmål:

Hvilken affekt har lærerstudenter av matematikk før og etter gjennomføring av utforskende matematikk i praksis?

For det første innehar forskningsspørsmålet en problemstilling knyttet til lærerstudentens affekt av matematikk. Denne delen av problemstillingen var utfordrende å formulere og trenger videre utdypning. I dette forskningsarbeidet forsøkte vi å undersøke et utvalg lærerstudenters oppfatning av matematikk, med hensyn til utforskende matematikk. Det vil si at intervjuguide var utformet med den hensikt å forsøke å se om hvilken oppfatning lærerstudentene hadde av matematikk. Det betyr at vi måtte avgrense og se på en spesifikk del av hva vi som forskere mener var mest aktuelt og relevant å undersøke innen utforskende matematikk². Som tidligere nevnt var konkluderte vi at det ikke var tilstrekkelig med data for å avgjøre om det var lærerstudentens oppfatning. Vi har dermed valgt å studere lærerstudentenes affekt, som kan betraktes som et samlebegrep³.

Siste del av forskningsspørsmålet er rettet mot et påkoblet forskningsprosjekt som lærerstudentene deltok i ved Universitetet i Tromsø⁴. I korte trekk deltok lærerstudentene i et forskningsprosjekt hvor man forsøker å styrke lærerstudentens praksis i matematikk gjennom blant annet refleksjon, samtale og utprøving av undervisning i matematikk utformet av rammeverket TRU-math.

Vi valgte en induktiv tilnærming for å besvare vårt forskningsspørsmål og benytte oss av en tematisk analyse⁵. Ved denne formen for forskning ligger det mye ansvar på forsker ved analyse og utarbeidelse av koder. Vi har derfor valgt å presentere fem lærerstudenter av totalt ni som deltok i prosjektet. Årsaken til dette valget var at vi mener at data må presenteres

² Se begrunnelse kapittel 3 Teori og 4 Metode.

³ Se kapittel 3.1 Affekt

⁴ Se nærmere beskrivelse i kapittel 4.1.3 Påkoblet forskningsprosjekt.

⁵ Redegjøres nærmere i kapittel 4 Metode.

grundig for hver informant slik at lesere kan følge stegene og valgene som er gjort i analyseprosessen. Dette er særskilt viktig ved en induktiv tilnærming til data. En presentasjon av ni informanter i sin helhet ville derfor krevd for mye i plass for denne oppgaven. I lignende studier utført av Beswick (2012) og Cooney (1998) presenteres også et utvalg informanter med funn og rike beskrivelser. I resultat og empiri vil derfor de fem lærerstudentene presenteres i sin helhet, med beskrivelser av deres besvarelser før og etter deltagelse på prosjekt. Vi har forsøkt å skape et nyansert bilde av hver informant ved bruk av *in vivo* koding⁶. Det vil si at kodene for hver student tok utgangspunkt i hva lærerstudentene svarte. Resultat og drøfting vil også presenteres etter hver student, før vi presenterer funn for studentene som gruppe.

⁶ Se kapittel 4.5.3 Del 2 analyse.

3 Teori

Hensikten med dette kapittelet er å presentere teori som senere vil benyttes i analyse og drøfting for å svare på vårt forskningsspørsmål. Teorien for denne oppgaven er i hovedsak todelt. Kapittel 3.1 omhandler teori i tilknytning til redegjøring av begrepet affekt. Del to omhandler redegjøring av relevante begreper innen utforskende matematikk for denne oppgaven. I kapittel 3.2 er teori utviklet kontinuerlig gjennom innsamling av data og analyse og kan betraktes som et teoretisk begrepsapparat⁷.

Vi ønsket i dette forskningsarbeidet å forstå lærerstudentenes affekt av utforskende matematikk. Vi har valgt å definere og redegjøre for begrepet affekt, men også tilhørende begreper som oppfatning, kunnskap og verdier. Dette for å forsøke å skape en klar kontekst og forståelse av begrepet i forskningsarbeidet. For vårt forskningsprosjekt vil oppfatning utgjøre en sentral del av vår forskningsarbeid og vil derfor nærmere redegjøres. Vi har derfor også valgt å redegjøre for hvordan oppfatninger endres samt sentrale utfordringer knyttet til mulig endring av oppfatning. Dette vil benyttes i drøfting av eventuelle endringer av lærerstudentenes affekt fra før til etter å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis.

Flere av begrepene dette kapittelet vil overlape hverandre. Det betyr at noen av begrepene vil benyttes ved flere ulike definisjoner. Vi vil i løpet av kapittelet definere aktuelle begreper hver for seg.

3.1 Affekt

Affekt kan sees på som et samlebegrep for de forskjellige formene for følelser og tanker en kan ha om en idé eller en ting, der det skilles mellom hvor kognitive og hvor intense de er (Philipp, 2007). Affekt kan med andre ord betraktes som et kompromiss av følelser, holdninger og oppfatninger (Philipp, 2007, s. 259). Følelser kan betraktes som mindre kognitiv enn holdninger og oppfatning. Følelser kan oppleves veldig intense, og det er lettere for at de endres hos en person enn både holdninger og oppfatninger. Holdninger er det en tenker er riktig om noe og de følelser og tanker rundt dette. Affektive studier innen matematikdidaktikk kan fokusere på følelser og motivasjon for matematikkfaget, eller mer kognitive aspekter som oppfatning og holdninger ved undervisning og læring av matematikk.

⁷ Nærmere begrunnelse kapittel 4.1.1 Paradigme, og 4.5.2 Del 1 analyse.

I studier mellom interaksjon mellom kognitive tankeprosesser og affekt innen matematikk utarbeidet Gòmes (2000) en todelt modell av affekt; lokal og global affekt. Lokal affekt referer til endringer av følelser eller emosjonelle endringer i arbeidet med matematikk (Gómez-Chacón, 2000, s. 150-151). Global affekt referer til konseptet om selvfølelse og oppfatninger om matematikk og læring et individ holder. Gómez-Chacòn (2000) karakteriserer global affekt som et resultat av veien man velger gjennom lokal effekt.

I understand by global affect the result of the routes followed (in the individual) in the local affect, which continually contribute to the construction of general structures of the concept of oneself and of beliefs about mathematics and its learning (Gómez-Chacón, 2000, s. 151)

På den måten kan en persons oppfatning og globale affekt ut fra Gómez-Chacòns (2000) arbeid betraktes som en konstruksjon over tid av lokal affekt. På den måten vil følelser og tid i samspill påvirke og skape en persons oppfatning av matematikk og læring. Denne oppgaven vil ikke forsøke å skille mellom global og lokal affekt, men vil være en viktig premiss for vår forståelse av hvordan affekt konstrueres.

Oppsummerende kan affekt betraktes som en samling av en persons følelser, holdninger og oppfatninger (Gómez-Chacón, 2000, s. 159). Vi vil i neste delkapittel redegjøre for en sentral del av affekt: oppfatning.

3.1.1 Hva er oppfatning?

Oppfatning har en nær relasjon til beslektede begreper som kunnskap og verdier⁸. Det eksisterer også ulike definisjoner innen ulike fagdisipliner. På tvers av fagdisipliner er det imidlertid bred enighet om følgende definisjon av oppfatning:

Across disciplines of anthropology, social psychology, and philosophy, one finds general agreement in viewing beliefs as “psychologically held understandings premises, or propositions about the world that are felt to be true (Richardson, 1996, s. 103, sitert i Philip 2007, s. 266)

Oppfatning kan betraktes å være av kognitiv karakter og sterkt relatert til kontekst (Philipp, 2007). Oppfatning kan beskrives som en mental og abstrakt konstruksjon som er nært

⁸ Se delkapittel 3.1.3 Kunnskap og verdier.

beslektet begreper som kunnskap, verdier og holdninger. En oppfatning vil altså i denne oppgaven kunne defineres som en psykologisk hold forståelse av omverden som en person mener er sant.

3.1.2 Endring av oppfatning

Endring av oppfatning er krevende og foregår over tid. Guskey (1986, s. 9-10) konkluderte med i sitt arbeid at observasjon alene ikke var tilstrekkelig for å endre en oppfatning.

Observasjon i kombinasjon med andre aktiviteter som refleksjon over egen praksis ble foreslått for å lykkes med betydningsfull endring. Mewborn (1999, s. 9-10) identifiserte senere i sitt arbeid fem elementer som hun anså som kritiske for å suksessfullt hjelpe for eksempel lærerstudenter å bli reflekterte om læring og undervisning av matematikk og dermed i sin tur kunne oppnå endring: a) Opplevelser i felt eller praksis tilnærmes fra et utforskende perspektiv; b) studentene, læreren og universitetslærere deltok i et likeverdig samfunn av lærere; c) samfunnet var ikke-evaluerende ; d) lærerstudentene var gitt tid til å reflektere; og e) praksis var fagspesifikt. Dette var steg som lærerstudentene gjennomførte ved deltagelse av forskningsprosjekt i regi av Universitetet i Tromsø

I følge Cooney (1999, s. 167) er det to betydningsfulle hindringer for å endre oppfatninger blant kommende og eksisterende lærere. Det første er det sterke ønsket om å være en omsorgsfull lærer. Ved å undervise i tråd med utforskende matematikk ønsker man å skape et intellektuelt behov eller kognitivt krav hos elevene. Dette kan oppleves som kognitivt krevende og ubehagelig for elevene. En konsekvens vil kunne være at lærere ønsker å fjerne dette ubehaget gjennom ønske om omsorg for elevene (Philipp, 2007, s. 281). Dette er sterkt relatert til et begrep som vil redegjøres senere i oppgaven; produktivt strev.

For det andre er de aller fleste matematikklærere enige om at læring er mer enn å fortelle. Likevel finner de fleste lærere det utfordrende å undervise uten å fortelle hva elevene skal gjøre, spesielt når de sitter fast (Cooney, 1999, s. 167). Problemløsningsoppgave er et eksempel på en arbeidsform hvor det ikke er en klar løsning på svaret, og fremgangsmåter kan variere. Det vil for flere lærere oppleves som ubehagelig når elever sitter fast og ikke kommer videre. En steg-for-steg undervisning vil dermed være mer ryddig og oversiktlig og kunne skape mindre ubehag for læreren (Cooney, 1999). Samme fenomen trekkes frem av Smith (1996) i form av lærerens behov for følelse av effektivitet i undervisningen. Dette kan for eksempel bekreftes gjennom oppfatninger av at matematikk i skolen må behandles som et sett

prosedyrer som elevene må læres gjennom en effektiv instruksjon gjennom steg-for-steg innlæring.

En mulig utfordring er tradisjoner og kulturer for undervisning ved den enkelte skole (Gregg, 1995, s. 464). Dette vil i et bredere perspektiv forklare en av årsakene til at nye reformer ikke lykkes. For de fleste lærere eller lærerstudenter vil man ikke lykkes med betydningsfulle endringer av oppfatninger dersom man ikke utfordrer samfunnets, skolens og klasserommets sosiale obligasjoner som karakteriserer matematikklærere (Gregg, 1995, s. 463). Endring av oppfatning vil med andre ord kunne bli påvirket av møte gjennom ulike sosiale kontekster og kulturer.

3.1.3 Kunnskap og verdier

Kunnskap kan defineres som en oppfatning som holdes i slik grad at det kan betraktes som sannhet eller sikkert (Philipp, 2007, s. 259). Ut fra dette perspektivet kan dermed kunnskap for en person være en oppfatning for en annen. Et konsept eller en ide som er en oppfatning for en person, vil som regel kunne respektere at det er fornuftige og alternative oppfatninger knyttet til samme konsept. For en person som betrakter det som kunnskap, vil en som regel ikke respektere andre betraktninger nettopp fordi det holdes i en grad av sikkerhet (Ambrose, Clement, Philipp, & Chauvot, 2004). Dette er et av argumentene for at det ikke bare er viktig å finne hvilken oppfatning noen har om noe, men hvordan man holder dem (Philipp, 2007, s. 268). For studenter som studerer matematikk er de oppfatninger de bærer vel så viktige som deres kunnskap om matematikk. Dette fordi oppfatningene våre kan sees på som de linser vi ser verden med (Philipp, 2007).

Verdier kan betraktes som oppfatninger som holdes dypt. Hvor oppfatninger assosieres med sant eller usant dikotomier, assosieres verdier med ønskelig eller ikke ønskelig dikotomier (Philipp, 2007, s. 258). Det er bred enighet i litteraturen om at verdier er av mer kognitiv karakter, i likhet med oppfatninger (Bishop, Seah, & Chin, 2003, s. 725-726). Verdier anses i midlertid i større grad som kontekstuavhengig, i motsetning til oppfatninger (Philipp, 2007). Hvor oppfatninger holdes i ulik grad, anses verdier å være dypt internaliserte og dermed vanskeligere å endre (Philipp, 2007, s. 264-266). Samtidig er det ikke sikkert man kan hverken operasjonalisere eller observere betydelige forskjeller mellom oppfatninger og verdier (Philipp, 2007, s. 725). Med andre ord kan man definere begreplige forskjeller, men det er vanskelig å registrere i praksis.

3.1.4 Følelser

Det er få studier som innen matematikdidaktisk forskning integrerer kognitive og følelsesmessige faktorer innen affekt (Philipp, 2007, s. 262). Ettersom det er lite forskning innen matematikdidaktikk og hvordan operasjonalisere følelser, vil som nevnt oppfatninger utgjøre en mer sentral del i dette forskningsarbeidet. På en annen side vil vi ikke utelukke at lærerstudentene kan ha følelser tilknyttet sine besvarelser. Derfor har vi kategorisert deres besvarelser som affekt. Følelser utgjør en del av affekt og kan betraktes som mindre kognitive enn affekt (Philipp, 2007, s. 259). Følelser betraktes å kunne endres mer hyppig, men kan oppleves mer intenst enn oppfatninger og holdninger.

Følelser kan fremkomme i besvarelser hvor man kanskje ikke har gjort seg en oppfatning, eller har kunnskaper om noe. Et svar her vil kunne referer til; »jeg mener eller føler...». Dette var en av årsakene til at vi mente at følelser var nødvendig å integrere i denne studien.

Vi vil i neste delkapittel redegjøre for utforskende matematikk.

3.2 Utforskende matematikk

Oppfatninger og affekt kan betraktes som disposisjoner eller en forståelse av et fenomen (Philipp, 2007, s. 258). Fenomenet vi ønsker å studere er lærerstudentene oppfatning av er utforskende matematikk. Hensikten med dette kapittelet er å redegjøre for hva utforskende matematikk er. Vi vil også redegjøre for elementene innen utforskende matematikk som vi fokuserer på i denne oppgaven: intellektuelt behov og måter å tenke på og måter å forstå på. Disse begrepene vil utgjøre vårt teoretiske begrepsapparat som vi vil bruke til å analysere lærerstudentenes besvarelser. Vi vil først i neste delkapittel redegjøre for historisk bakgrunn for utforskende matematikk for å skape en forståelse av dens opphav. Vi deretter redegjøre for begrepene vi vil fokusere på i dette forskningsarbeidet innen utforskende matematikk: intellektuelt behov, og elevers måter å tenke på og måter å forstå.

3.2.1 Historisk bakgrunn

Historisk sett vil utforskende matematikk ha sitt opphav fra blant annet Rousseau (1712-1778) og Dewey (1859-1952) (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 798). Rousseau og Dewey var blant utdanningsfilosofene som representerte et skifte innen epistemologien fra å betrakte kunnskap forbeholdt et utvalg mennesker, til at kunnskap var noe som kunne oppnås gjennom tenkning, refleksjon og forskning. Deweys arbeid står historisk sett sterkt i tilknytning til

utforskende matematikk gjennom sitt arbeid om tenkning, refleksjon og utforskende arbeid. Dette er imidlertid en bredere betraktning innenfor læring og undervisning generelt (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 798). Generelt sett omhandler skiftet om en undervisning hvor man betrakter kunnskap som noe individet må konstruere, fremfor at lærer overfører kunnskap

Utforskende matematikk har de siste tiår i økende grad dukket opp i matematikdidaktisk litteratur (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 797). Politisk sett har man i Europa opplevd en form for »sputnik sjokk« og ønsker en heving av interesse og kvalitet i matematikundervisningen. Begrepet utforskende matematikk har sitt utspring fra blant annet de mer generelle betegnelse *Inquiry Based Teaching* (IBT) og *Inquiry Based Learning* (IBL). IBL referer til et elevsentrert perspektiv for læring av matematikk som promoterer en kultur for å arbeide lignende som forskere og matematikere arbeider (Maaß & Artigue, 2013, s. 782). IBT referer på sin side til samme perspektiv for læring av matematikk, men omhandler i større grad lærerens praksis for utforskende matematikk. Utforskende matematikk vil inneholde elementer fra både IBT og IBL, men i denne oppgaven vil vi fokusere mer på lærerens perspektiv.

3.2.2 Hva er utforskende matematikk?

Utforskende matematikundervisning kan i korte trekk sammenlignes med en undervisningsform hvor læreren legger til rette for at elevene får muligheten til å jobbe som matematikere eller forskere (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 797). Utforskende matematikk er en undervisningsform som fokuserer stor grad av aktive elever. For elevsentrert, utforskende undervisning er det utarbeidet av *National Science Education Standards* (NSES) 5 essensielle undervisningsaktiviteter i utforskende undervisning som fokuserer på eleven og lignende måter som forskere arbeider på (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 801):

- Elevene lager sine egne forskningsorienterte spørsmål.
- Elevene vektlegger bevis i besvarelser av spørsmål.
- Elevene formulerer forklaringer basert på bevis.
- Elevene kobler forklaringer til forskningsbasert kunnskap.
- Elevene kommuniserer og rettferdiggjør sine forklaringer

Eksempler på undervisningsopplegg fra rammeverket TRU-math (TRU-math, 2015) forsøker man i korte trekk å introdusere nye tema gjennom delvis åpne problemer. På den måten kan elevene tilnærme seg problemet på forskjellige måter. Læreren fungerer som veileder uten å fjerne matematiske problem (Schoenfeldt, 2014). Dette har også til hensikt for å forsøke å skape et intellektuelt behov⁹. Til slutt kan elevene kommunisere og rettferdiggjøre sine forklaringer, hvor det er ønskelig med utgangspunkt i bevis¹⁰. Vi vil i senere delkapittel nærmere redegjøre med inngående disse ulike elementene av utforskende matematikkundervisning.

I neste delkapittel vil vi gå nærmere inn på et sentralt begreper innen utforskende matematikk som også vil være et fokusområde for denne oppgaven: intellektuelt behov.

3.2.3 Intellektuelt behov

De fleste elevene i skolen ser sjeldent nytten og det intellektuelle behovet som kreves av hva som undervises i matematikk (Harel, 2013). En utfordring i skolen er at nye temaer, ideer eller begreper i matematikken blir ofte introdusert uten at den intellektuelle fordelene med det kommer fram. Da kan det oppstå en uheldig konsekvens; læreren svarer på spørsmål som ikke er stilt, men også som ingen elever har tenkt på å stille. Som regel vil det i skolen dominere et *affektivt* behov (Harel, 2013, s. 146). Et affektivt behov i skolen omhandler at læring skjer med utgangspunkt sosiale og kulturelle normer. Dette vil i praksis si at et affektivt behov omhandler at elever engasjeres i et matematisk problem «fordi man er på skolen for å lære» eller andre lignende sosiale og kulturelle normer som dikterer at man skal lære. Utsagn som kan underbygge denne påstanden kan være at matematikken i skolen ikke trenger å gi mening.

En grunnide for intellektuelt behov er at innen læring har man et syn på at alle mennesker har en iboende kapasitet til å utvikle en lyst til å bli utfordret og lære seg mentale konstruksjoner for å løse disse utfordringene (Harel, 2013; Harel, 2008b). Ved at elevene blir utfordret gjennom problemer de ikke kan løse med deres eksisterende måte å tenke på, vil det kunne aktiveres et behov for å utvikle deres måte å tenke på. Dette fører oss videre til et annet viktig premiss for intellektuelt behov. Premisset omhandler at kunnskap i matematikk består av alle

⁹ Redegjøres i delkapittel 3.2.3 Intellektuelt behov.

¹⁰ Viktigheten av bevis redegjøres senere i delkapittel 3.2.4 Måter å tenke på og måter å forstå.

måter *ways of understanding* og *ways of thinking*¹¹ som har blitt institusjonalisert gjennom historien (Harel, 2008b, s. 894). Elevene vil ha forskjellige måter å forstå på og dermed forskjellige måter å tenke på. Et sentralt poeng i teorien for intellektuelt behov er at målet med matematikkundervisningen bør da være på å utvikle elevens måte å tenke på gjennom de måter å forstå på. Utdypende vil det si at matematikkundervisningen bør inneholde elementer som; kritisk tenkning, resonnering, eksperimentering, bevisføring og argumentering (Blomhøj, 2004). Særskilt bevis og bevisføring er en viktig aktivitet. Et konkret bevis vil være en elevs måte å forstå på. En elevs kollektive kjennetegn på de bevisene han produserer vil være elevens kognitive beviskjema, og igjen være elevens måter å tenke på (Harel, 2013, s. 124).

Et eksempel på en praksis i henhold til utforskende matematikkundervisning vil være at elevene vektlegger bevis i sine matematiske beskrivelser og formulere forklaringer basert på bevis. Dette kan generelt betraktes som ulike *mental acts*, eller mentale handlinger i matematikken (Harel, 2008a, 2008b). Bevis og bevisføring kan i følge Harel (2013) betraktes som den viktigste aktiviteten i matematikk; «Since reasoning deductively is the single most central way of thinking in mathematics, mathematical proof should be a central focus of mathematics curricula» (Harel, 2008a, s. 488)

Teorien om intellektuelt behov beskriver altså hvordan man kognitivt kan skape mening av matematikken (Harel, 2013). Harel (2013) forklarer at intellektuelt behov er sterkt linket til at matematikken skal gi mening i seg selv, og har også tette bånd til problemløsning. «The notion of intellectual need is inextricably linked to the notion of epistemological justification... Intellectual need is inextricably linked to problem solving» (Harel, 2013, s. 119). Det vil si at intellektuelt behov er sterkt knyttet til å skape mening med kunnskapen man lærer i matematikk.

Introduksjon gjennom et problem vil være en måte å kunne skape et intellektuelt behov i matematikken. Et *problem* i matematikken referer i stor grad til problemløsning. Problemløsning kan generelt defineres som hele prosessen som omfatter å håndtere et ukjent problem og prosessen knyttet til å løse det (Blum & Niss, 1991, s. 38). En annen formulering

¹¹ Måter å tenke på og måter å forstå vil redegjøres nærmere i delkapittel 3.2.4.

innehar elementer som omhandler å utvikle mer produktive måter å tenke på gjennom å møte matematiske problemer.

A task or a goal-directed activity, becomes a problem (or problematic) when the »problem solver« (which may be collaborating group of specialists) needs to develop a more productive way of thinking about the given situation (Lesh & Zawojewski, 2007, s. 782)

Harel (2013, s. 122) beskriver oppsummerende intellektuelt behov gjennom følgende scenario: Dersom vi antar at K er kunnskap og S er en problematisk situasjon og tar i betraktning ovennevnte underliggende premisser om kunnskap om matematikk og subjektivitet, eksisterer det S hvor K oppstår. Situasjonen hvor S oppstår og før K konstrueres, og det ikke oppstår assimilering, kan beskrives som en situasjon hvor et individs intellektuelle behov oppstår. Det oppstår et behov for likevekt gjennom å tilegne seg ny kunnskap for å løse et problem (Harel, 2013). For en matematikklærers perspektiv er det sentralt i introdusere nye tema gjennom et problem som kan skape et intellektuelt behov.

Vi vil i neste delkapittel redegjøre for måter å tenke på og måter å forstå på og dens rolle i utforskende matematikkundervisning.

3.2.4 Måter å tenke på og måter å forstå

Når elevene får engasjert seg i matematiske problemer der deres eksisterende måte å tenke på ikke er tilstrekkelig for å forstå miljøet eller problemet, vil det oppstå en kognitiv ubalanse mellom deres måte å tenke på og miljøet eller problemet rundt. Eleven vil da kunne føle et behov for å søke en tilstand der det er balanse mellom deres måte å forstå på og miljøet rundt som for eksempel et matematisk problem. For at det skal oppstå en kognitive konflikt i følge Harel (2013) for eleven er det en nødvendighet at de får engasjert seg i matematiske problemer. Kognitiv konflikt omhandler å skape en form for ubalanse eller konflikt for å skape et behov for å lære noe (Harel, 2013). Når elevene søker likevekt mellom deres måte å forstå miljøet på, vil det kunne oppstå spørsmål hos eleven som er viktig at undervisningen tar utgangspunkt i. Spørsmål som; «Er det virkelig sånn?», «Hvorfor er det sånn», «Hvordan henger dette sammen med det jeg har lært før?», «Hvordan får jeg formidlet dette til læreren eller mine medstudenter?» (Harel, 2013).

Ut i fra at elevene engasjerer seg i matematiske problemer og det aktiveres et intellektuelt behov som stimuleres, vil det kunne legges til rette for et produktivt strev hvor læring skjer (Schoenfeld, 2014). Et produktivt strev omhandler at eleven kan arbeide med et problem på en produktiv måte. Det vil i praksis innebære at lærer legger til rette og veileder dersom det behøves, men uten å fjerne potensiell matematisk læring.

Dersom elevene har engasjert seg i et problem som er delvis ukjent og ikke passer med eksisterende kunnskap, eller assimilering, vil eksempelvis behovet for sikkerhet kunne aktiveres. Et eksempel for å sikre at noe er sant eller for å vite hvorfor noe er sant i matematikken kan i praksis være bevis og bevisføring. Usikkerhet og kognitiv konflikt vil kunne være essensielle utgangspunkt for å skape et intellektuelt behov for bevis, eller vite at noe med sikkerhet er sant og hvorfor det er sant:

Another role for proof in mathematics is explaining why a mathematical statement is true given certain assumptions. Often mathematicians undertake a proof because they are personally convinced of the truth or validity of a mathematical assertion, having explored it empirically and through its structure (Zaslavsky, Nickerson, Stylianides, Kidron, & Winicki-Landman, 2011, s. 216)

I følge Zaslavsky et al. (2011) vil bevis kunne ha flere roller i matematikken. Disse rollene vil kunne være å validere, utforskende, forklarende og kommuniserende (Zaslavsky et al., 2011, s. 216). Bevis innehar også redskaper, metoder og strategier som henger tett sammen med problemløsning som tidligere nevnt også en sentral aktivitet i utforskende matematikk.

Ved at eleven akkomoderer sin måte å forstå på gjennom å besvare de spørsmålene som oppstår, vil det opprettes likevekt eller balanse mellom ens måte å forstå på og miljøet rundt. Gjennom å akkomodere sin måte å forstå forskjellige ideer og begreper for å løse problemet og oppnå likevekt med miljøet rundt, vil for eksempel begreper assimileres hos eleven og dermed utvikles elevens måte å tenke på. Dette understreker viktigheten av at eleven selv får utforme spørsmål i undervisningen som kommer fra hans måte å forstå og tenke på. I utforskende matematikkundervisning ønsker man dermed både å ta hensyn til elevens både måter å tenke på og elevens måter å forstå, og ikke bare sistnevnte som ofte er tilfellet (Harel, 2013)

Oppsummerende er en sentral del av utforskende matematikkundervisning å bygge undervisningen på elevens måter å forstå på, for å utvikle deres måter å tenke på. Vi vil i neste

delkapittel redegjøre for noen sentrale utfordringer for å legge til rette for intellektuelt behov og bygge på elevenes måter å forstå.

3.2.5 Legge til rette for tilgang til matematisk innhold.

En utfordring i undervisningen kan være at det bare blir lagt til rette for intellektuelt behov og måter å forstå for et fåtall elever i en klasse (Stein et al., 2008, s. 313). Det kan være at i undervisningen er det gode faglige diskusjoner ut i fra gode matematiske problemer, der lærer stiller gode spørsmål, men som møter en mindre del av klassens elever der de er. Man kan da risikere at en liten del av klassen får tilgang til det matematiske innholdet og oppleve et produktiv strev (Schoenfeldt, 2014).

Utforskende matematikk har til hensikt å legge til rette for alle elevene kan være med å delta gjennom åpne problemløsningsoppgaver som kan løses på forskjellige måter, på forskjellige matematiske nivåer hvor de samme matematiske grunnideene ligger bak (Stein et al., 2008, s. 313). Ved å bruke åpne oppgaver som kan løses på forskjellige måter, vil hver enkelt elev kunne prøve å løse den ut i fra sin måte å forstå på, og som igjen kan aktivere et intellektuelt behov¹².

En annen utfordring for læreren vil være å finne oppgaver som ligger på elevenes nivå og som kan løses på forskjellige måter, men også at alle får legge fram sine måter å forstå på (WOU), noe som ofte ikke er tilfellet i undervisningen (Stein et al., 2008). Dette er viktig for at elevene skal få mulighet til å argumentere, bevise, resonnerer og forsvare sin måte å forstå på, eventuelt akkomodere sin måte å forstå på gjennom tilbakemeldinger fra lærer og andre elever (Stein et al., 2008). Her vil læreren ha en viktig oppgave i å skape normer og en kultur for at alle elevers resonnementer blir møtt. Læreren må her kjenne sine elevers styrker og svakheter slik at læreren vet når han kan trekke frem elevenes resonnementer i klassen. Ved at elevene får diskutere i mindre grupper hvor elevene må forklare og begrunne sin løsningsmetode, vil elevene få mulighet til å få tilbakemelding på deres måte å forstå på (WOU), og der de har mulighet til å bygge videre på andre elevers matematiske ideer, samtidig som deres behov for å kommunisere deres matematiske tankegang vil kunne stimuleres. Videre vil læreren

¹² Redegjort i delkapittel: 3.2.4 Intellektuelt behov

gjennom å legge til rette for kommunikasjon en god mulighet til å kartlegge hvordan elevene forstår og tenker ved å høre og snakke med elevene slik at de matematiske resonnementene kommer fram (Schoenfeld, 2010, s. 17). Målsetningen er at læreren skal i undervisningen kunne trekke frem forskjellige løsningsforslag som baserer seg på samme matematiske grunnide (Stein et al., 2008). På denne måten vil elevene ha mulighet til å vurdere løsningene opp mot sin måte å forstå på, som igjen vil kunne styrke elevenes måter å tenke på¹³.

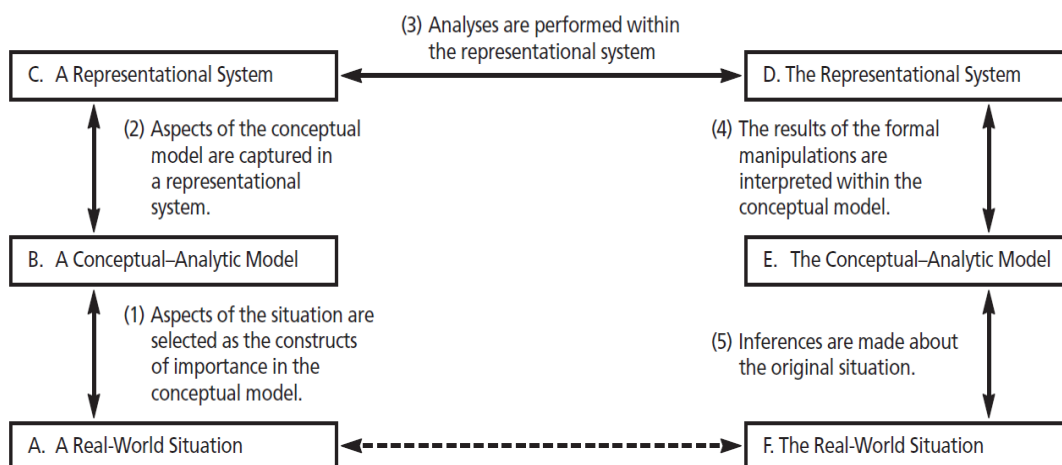
¹³ Se delkapittel: 3.2.5 Måter å tenke på og måter å forstå på.

4 Metode

Hensikten med dette kapittelet er å redegjøre for metodisk arbeid for vårt forskningsprosjekt. Vi vil i dette kapittelet beskrive og redegjøre for bruk av Schoenfelds (2007) modell for empirisk forskning, paradigme, forskningsdesign, påkoblet forskningsprosjekt, innsamling av data gjennom standardisert intervju, operasjonalisering av affekt, betydning av kontekst og utvalg. Siste del av kapittelet omhandler analyse. Analysen var i hovedsak todelt og vil presenteres som helhet, og mer inngående hva del 1 og del 2 omhandlet.

4.1 Modell for empirisk forskning

Utgangspunktet for vårt forskningsdesign var Schoenfelds (2007, s. 73) modell for prosessene ved empirisk forskning (figur 1). I grove trekk omhandler prosessen for empirisk forskning å samle data for å tolke et problem fra «den virkelige verden». Med den virkelige verden menes ett paradigme for hvordan man eksempelvis betrakter kunnskap, sannhet og mennesker. Videre vil man måtte utarbeide et system for representasjon av data samt hvordan fortolke data (Schoenfeld, 2007, s. 82). Modellen ble ikke fulgt steg for steg men var et nyttig hjelpemiddel for å strukturere forskningsprosessen. I denne prosessen måtte vi finne ut: Hvilket paradigme arbeider vi innenfor? Hvilke implikasjoner vil det ha for metode, innsamling og analyse av data? Hvilken sammenheng har forskningens paradigme, forskningsdesign og metode? Vi vil i neste delkapittel forsøke å klargjøre noen av disse spørsmålene.



Figur 1: Skjematisert representasjon av prosessen for empirisk forskning (Schoenfeld, 2007, s. 73).

4.1.1 Paradigme

Vårt studie er ikke en rendyrking av et design eller paradigme, men innehar elementer som det store bildet følger konstruktivistisk tradisjoner. Vårt paradigme eller forståelse av verden og kunnskap er i stor grad nedfelt fra et konstruktivistisk paradigme, som ofte benyttes innen kvalitative studier av oppfatning (Creswell, 2013, s. 8-9). Kjennetegn fra et konstruktivistisk paradigme er at individet søker mening for sine omgivelser i møte med fenomen. Denne virkelighetsforståelsen betraktes som subjektiv og kompleks. Det vil si at fra et konstruktivistisk paradigme søker en ofte etter individets subjektive, komplekse forståelse av et fenomen. Ut fra et konstruktivistisk paradigme utvikler man derfor ofte induktivt teori for å forstå individets forståelse av et fenomen (Creswell, 2013). Med utgangspunkt i et konstruktivistisk paradigme er det derfor vanlig at man samler data gjennom åpne intervju for å fange kompleksiteten av individets virkelighetsforståelse (Creswell, 2013). Paradigmet dannet videre grunnlag for utforming av forskningsdesign.

4.1.2 Forskningsdesign

Med utgangspunkt for vårt konstruktivistisk paradigme og dens implikasjoner for virkelighetsforståelse og vårt forskningsspørsmål, innehar vår forskning elementer fra fenomenologisk forskningsdesign (Creswell, 2013, s. 14). Fenomenologisk forskningsdesign har sterk relasjon til tradisjoner innen psykologi og filosofi. Et annet viktig kjennetegn er at forsker beskriver individets forståelse av et fenomen med utgangspunkt i individets beskrivelse av fenomenet. Innen fenomenologisk forskningsdesign vil en derfor ofte samle data gjennom intervju, hvor man fokuserer på individet, men til slutt trekker ut mønster for gruppen. Dette vil vi redegjøre nærmere i detalj i kapittel 4.4 Analyse.

Design underordnet fenomenologi er blant annet *grounded theory* og *design case studies* (Creswell, 2013, s. 14). Grounded theory kan i korte trekk beskrives som et forskningsdesign som ofte benyttes i kvalitativ forskning hvor generering av ny teori er et av hovedmålene, og hvor man tilnærmer seg feltet induktivt (Strauss & Corbin, 1997, s. vii). Design case studies kan i korte trekk beskrives som studier hvor man designer eksempelvis undervisningsopplegg, undersøker effekt og utvikler teori. Vår forskning vil ikke være en rendyrking av grounded theory og design case studies, men inneha elementer fra begge tradisjonene. Eksempelvis utviklet vi teori ettersom vi samlet inn data fra lærerstudentene. Det vil si at vi hadde et teoretisk utgangspunkt for oppfatning og utforskende matematikk,

men det ble også utviklet underveis. Samtidig deltok lærerstudentene i et påkoblet prosjekt som gjør at vår forskning innehar elementer fra case studier. Eksempelvis gjennomførte lærerstudentene designede undervisningsopplegg med utgangspunkt i utforskende matematikk i praksis mellom før- og etterintervjuene.

Vi vil i neste delkapittel redegjøre mer inngående hva påkoblet forskningsprosjekt ved Universitetet i Tromsø hadde av betydning for vårt forskningsarbeid.

4.1.3 Påkoblet forskningsprosjekt.

I vårt forskningsprosjekt er vi påkoblet et pågående forskningsprosjekt ved Universitetet i Tromsø som følger prinsippene etter *design based research* (DBR). Det er to kjerneaktiviteter som kjennetegner DBR. Det første kjennetegnet er designing av læringsredskaper eller omgivelser som omgis elevene, slik som undervisning, lærebøker og dataprogram (Bakker & van Eerde, 2015, s. 430). Påkoblet forskningsprosjekt har som formål å blant annet styrke matematikkstudenters praksis, samt styrke sammenhengen mellom teoriundervisningen på lærerutdanningen og praksisopplæringen. I dette prosjektet ble det designet undervisningsopplegg som studentene skulle gjennomføre. Disse undervisningsoppleggene ble utformet etter rammeverket TRU-math (Tru-math, 2015). Når lærerstudentene hadde undervisning, filmet de seg selv, og i etterkant gjennomførte de refleksjonssamtaler i gruppe med utgangspunkt i undervisningen. Etter at de hadde gjennomført refleksjonssamtaler, utformet de selv undervisningsopplegg som var i tråd med de samme prinsippene fra TRU-math som var lik de oppleggene de gjennomførte tidligere, før lærerstudentene igjen gjennomførte refleksjonssamtaler.

For det andre er sammenhengen mellom designet av læringsomgivelser eller redskaper og utvikling av teori pågår kontinuerlig. Dette skiller DBR fra andre metoder som for eksempel bare tester og retester undervisningsopplegg eller lærebøker, som aksjonslæring. DBR vil dermed ikke bare fokusere på å bevise hva som fungerer, men søke innsikt i hva og hvorfor noe fungerer (Bakker & van Eerde, 2015, s. 435). Dette vil eksempelvis gjelde undervisningsopplegg hvor man ikke bare ønsker å teste et gitt design, men også hvorfor det fungerer eller ikke. Påkoblet prosjekt justerte og testet også teori underveis i mens prosjektet pågikk.

Grunnet kapasitetsmangel for vårt forskningsprosjekt vil ikke vår forskning i denne oppgaven omfatte hele prosessen gjennom DBR og påkoblet prosjekt. Metodologien vil derimot påvirke

vårt arbeid. Eksempelvis vil de designede oppleggene som lærerstudentene gjennomførte i prosjektet være i henhold til prinsippene for utforskende matematikk. Disse undervisningsoppleggene var ikke designet av oss, men vil kunne påvirke lærerstudentenes oppfatning av utforskende matematikk.

Et annet sentralt moment med påkoblet prosjekt og DBR er at det har til hensikt å endre lærerstudentenes oppfatning og eventuelt se hvorfor oppfatningene endres. Vi i vårt prosjekt var ikke ute etter å forklare *hvorfor* en eventuell endring skjer, men heller forsøke i best mulig grad forstå *hvordan* studentenes affekts holdes og hva den inneholder med hensyn til vårt avgrensede område innen utforskende matematikk.

4.2 Innsamling av data: standardisert intervju

Det var flere hensyn som påvirket valg av metode for å samle inn data. For det første måtte vi benytte en metode for å samle inn data hvor vi som forskere i minst mulig grad påvirket informantene. Dette blant annet for å forsøke å fange lærerstudentenes affekt av matematikk, uten påvirkning av forskere. På samme tid var rike data viktige, som kunne best mulig gi et nyansert bilde av hver enkelt lærerstudents affekt av utforskende matematikk. På samme tid var det ikke kapasitet til å både samle data gjennom flere ulike kilder, som eksempelvis observasjon av praksis og intervju.

Vi valgte å benytte standardisert intervju som metode for å samle inn data. Et standardisert intervju kjennetegnes ved planlagte, fastsatte tema og spørsmål (Cohen, Manion, & Morrison, 2013, s. 352). Spørsmålene stilles også i en fast rekkefølge, både før og etter.

Gjennomføringen av intervjuene tar som regel kortere tid, er mer fokuserte og konsentrerte enn eksempelvis ustandardiserte intervju i form av eksempelvis åpen samtale (Cohen et al., 2013).

Et standardisert intervju kjennetegnes også ved at intervjuer ikke deltar i form av samtale eller på noen annen måte deltar i besvarelsen av spørsmålene. Dette er som nevnt sentralt for vårt forskningsarbeid (Cohen et al., 2013, s. 352). For vår del innebar det at vi som intervjuer stilte spørsmål, og lærerstudentene svarte. Unntaksvis var det hensiktsmessig å stille oppfølgingsspørsmål i form av: «Kan du utdype det? Kan du forklare det nærmere?» Eller hvis en lærerstudent ikke skjønnte spørsmålet som ble stilt.

Ved et kvalitativt intervju vil spørsmålene kunne gi rike beskrivelser gjennom ulike typer spørsmål. Ettersom vi er ute etter å forstå et utvalg lærerstudenters affekt om utforskende matematikk, er spørsmålene også formulert slik at lærerstudentene kan svare med egne ord. En fordel med dette er rike og detaljerte svar, i motsetning til for eksempel spørreundersøkelser med forhåndsgitte svar. En annen fordel gjennom intervju er at lærerstudentene kan gi historisk informasjon, i motsetning til observasjon hvor man registrerer i nåtid. Eksempelvis lærerstudentenes oppfatning av matematikk da de gikk i grunnskolen.

Utfordringer knyttet til kvalitative intervju er flere. Konteksten kan spille en betydelig rolle. Konteksten av intervjuet vil også kunne prege lærerstudentenes svar, hvor man ønsker å svare korrekt (Schoenfeld, 2007). Rike besvarelser vil også kunne være utfordrende å analysere¹⁴. Eksempelvis vil transkriberte intervju være utfordrende å fortolke uten å lytte til båndopptak fra intervju. Vi vil i senere delkapittel gå nærmere inn på intervjuguidens utforming for å svare på noen av disse utfordringene. En annen utfordring kan være at spørsmålene ikke er godt nok formulert og dermed ikke gir rike nok besvarelser. En informant vil heller ikke nødvendigvis ha gjort seg en formening om alle emnene/spørsmålene, slik av svarene blir mindre utfyllende.

Oppsummerende forsøkte vi å skape en sammenheng mellom vårt paradigme, utvikling av teori, innsamling og fortolkning av data og til slutt presentasjon av funn og konklusjon med utgangspunkt i Schoenfelds modell (2007, s.73)¹⁵. Schoenfelds (2007, s. 73) modell ble benytte som et verktøy for å strukturere forskningsprosessen og var en viktig del av for å kvalitetssikre forskningsarbeidet¹⁶. For vårt forskningsarbeid ble vårt utgangspunkt et konstruktivistisk paradigme, som følger fenomenologisk tradisjoner for forskningsdesign. Videre ble et strukturert intervju benyttet for å samle data.

4.3 Operasjonalisering av affekt

Vi vil i dette delkapittelet redegjøre for hvordan vi operasjonaliserte og forsøkte å måle lærerstudentenes affekt. Dette tok særlig utgangspunkt i teori om hvordan man kan forsøke å

¹⁴ Redegjøres nærmere i delkapittel 4.7 Analyse.

¹⁵ Se kapittel 4, figur 1.

¹⁶ Kvalitet i forskningsarbeidet redegjøres nærmere i kapittel 4.7

måle oppfatninger. Vi vil i dette delkapittelet derfor redegjøre for operasjonalisering av oppfatning.

For det første kan en oppfatning operasjonaliseres ut fra en *readiness to respond* (Allport, sitert i Philip 2007, 270) og en *dispositions to action* (Rokeach 1968, sitert i Philip 2007, s. 270). Dette betyr for å kartlegge oppfatninger må en utforme spørsmål i intervjuguide hvor lærerstudentene allerede har gjort seg en formening innen matematikk, og læring og undervisning innen matematikk. For intervjuguiden ville det si at vi måtte knytte enkelte spørsmål til en kontekst. For eksempel vil et spørsmål være: “Kan du beskrive en ideell undervisningsøkt i matematikk?» men også “hvordan vil du introdusere tema areal?»). Tema areal ble valgt ettersom de fleste lærerstudenter 3. år eller senere i utdanningen vil kunne ha kjennskap til, altså *readiness to respond* og *disposition to action*.

For å best mulig kartlegge en oppfatning er det i tidligere studier utviklet ulike former for intervju eller spørreskjema som ofte trianguleres sammen med observasjon av praksis, intervju og lignende, avhengig av studiets formål, ressurser og tidsperspektiv (Philip, 2007, s. 268). For vår oppgave var som tidligere nevnt kapasitet en utfordring. Vi fokuserte dermed på å utforme en intervjuguide som ga rike data i form av en spørsmål- og svar del, et sett påstander og en konkret oppgave som kartla lærerstudentenes oppfatning. Dette valgte vi å prioritere ettersom vi ønsker å forstå lærerstudentenes oppfatning, fremfor å eksempelvis forklare sammenheng mellom oppfatning og praksis, eller forklare hva som skaper mulig endring av oppfatning.

I neste delkapittel vil vi redegjøre for intervjuguiden som var helt sentral i operasjonaliseringen av lærerstudentenes oppfatning.

4.3.1 Intervjuguide

Utforming av intervjuguide inneholdt elementer av tidligere arbeid av Ambrose et al. (2004) for utforming av spørreundersøkelse for å kartlegge oppfatning av kommende lærere innen matematikk. Ambrose (2004, s. 62-64) mener at ved utforming av intervjuguide og kartlegging av oppfatning innen matematikdidaktisk forskning er det viktig å knytte spørsmål til kontekst, arbeid i team for å utforme spørsmål og eventuelle kategorier, og være bevisst på formulering. Betydningen av kontekst har som tidligere nevnt en sentral betydning i studier av oppfatning. Derfor var flere av spørsmålene innen intervjuguiden knyttet mot en kontekst for matematikkundervisning i skolen. Videre utarbeidet vi som forskere

intervjuguide i samarbeid med påkoblet forskningsprosjekt. På denne måten kunne man utarbeide flere utkast hvor vi hele tiden forsøkte å formulere spørsmål på best mulig måte. Ved å arbeide i team fikk vi flere perspektiver og ulike betraktninger av spørsmål som man alene kan overse.

Videre bestod intervjuguidens overordnede struktur bestod av tre deler. Del en inneholdt tre kategorier: Matematikk, læring og undervisning, med tilhørende spørsmål. Kategoriene læring og undervisning inneholdt spørsmål knyttet til læring og undervisning i matematikk. For å dekke kategoriene ble spørsmålene utformet med flere ulike spørsmål i form av deskriptive spørsmål, normative spørsmål, erfarings spørsmål og spørsmål knyttet til matematisk kontekst (Cohen et al., 2013, s. 358-359). For eksempel var et av spørsmålene under kategori undervisning¹⁷: «Når er det hensiktsmessig å arbeide med problemløsning i matematikk?». For det første er spørsmålet rettet mot en kontekst som de fleste lærerstudenter i matematikk kan være kjent med, og dermed sannsynligvis en oppfatning om. For det andre er introduksjon til et nytt tema gjennom problemløsning for å skape intellektuelt behov for elevene en sentral del av utforskende matematikk¹⁸.

For å forsøke å innhente mest mulig rike data, ble ulike spørsmål benyttet. Det vil si at spørsmål rettet mot en kontekst var av særskilt betydning og ble vektlagt i analysen, men andre spørsmål var viktig for å kartlegge helheten av informantens oppfatning.

Del to av intervjuguiden inneholdt fire påstander om skolematematikk. Her skulle lærerstudentene avgjøre hvilken påstand de var mest enig i og hvorfor. Enkelte lærerstudenter var usikker på om dette var et normativt eller deskriptivt perspektiv. Vi ba lærerstudentene svare på begge perspektivene.

Tredje og siste del av intervjuguiden var en oppgave utformet etter prinsippene for utforskende matematikk fra rammeverket TRU-math (TRU-math, 2015). Oppgavens hensikt var å stille lærerstudentene spørsmål knyttet til en konkret oppgave, altså kontekst for læring og undervisning i matematikk. Oppgavens hensikt var også for vårt prosjekt rettet mot lærerstudentenes oppfatning av en oppgave som inneholdt sentrale elementer for utforskende matematikk, med særskilt hensyn til problemløsning, kommunikasjon og intellektuelt behov .

¹⁷ Se vedlegg 1 intervjuguide

¹⁸ Se delkapittel 3.2.3 Intellektuelt behov og problemløsning.

Selv om intervjuguiden ble delt i kategorier, antok vi at det kunne være en relasjon mellom lærerstudentenes oppfatning på tvers av kategoriene og intervjuguidens tre deler. Målet var å samle rike data som kunne fortelle mest mulig om lærerstudentens oppfatning, slik at vi kunne i best mulig grad forstå dem (Braun & Clarke, 2006). Selv om intervjuguiden var delt i tre deler, hang hver del sammen. Eksempelvis ville spørsmål om matematikk fra del en, henge sammen med påstander om matematikk i del to, og matematikkoppgaven i del 3. På denne måten kunne vi senere analysere om det er en relasjon mellom besvarelsene, noe som vil kunne ha betydning om hvilken oppfatning lærerstudentene har, og hvordan dem holdes.

Intervjuguidens spørsmål er også utformet i samarbeid med påkoblet prosjekt. Det vil si at noen spørsmål kunne være overflødige for vårt forskningsarbeid. På samme tid kunne det gjennom innsamling av rike data dukke opp interessante besvarelser som kunne benyttes for å besvare vår problemstilling.

4.3.2 Betydning av kontekst

Affekt og særskilt oppfatning vil som oftest knyttes til en kontekst (Philipp, 2007, s. 265). Dette har to implikasjoner for datainnsamling. For det første vil det ha betydning for måling av oppfatning, altså utforming av intervjuguide. Det vil si at vi som forskere må stille spørsmål som er knytte til en kontekst når hvor man ønsker å avdekke en oppfatning¹⁹. Derfor er eksempelvis ett av spørsmålene fra intervjuguiden: »Hvordan ville du introdusert tema areal?». Tema areal ble valgt ettersom lærerstudentene på universitetsnivå vil sannsynligvis være kjent med konteksten og undervisning av areal.

Kontekst vil også ha betydning for det «tverrsnittet» vi gjør av lærerstudentenes affekt på et gitt tidspunkt. Her vil ulike elementer som prioriteringer kunne påvirke lærerstudentenes affekt. Philip (2007, 275) eksemplifiserer at en lærer gjennom semesteret primært kan være av en oppfatning at problemløsning av ukjente problemer er hensiktsmessig, men på slutten av semesteret endres prioriteringer mot eksamen og mengdetrening prioriteres i større grad. Dette illustrerer en vesentlig utfordring av å kartlegge oppfatning over kortere perioder. På en annen side antar man at oppfatninger er relativt stabile og utfordrende å endre (Philip, 2007, 276-277). Det vil si at vi kan anta at det er mulig til en viss grad å måle oppfatninger, selv om

¹⁹ Betydning av kontekst også redegjort i kapittel: 3.1 Oppfatning

det er svært utfordrende. På samme tid er eksempelvis følelser under mer hyppig endring²⁰. Kontekst av eksempelvis opplevelser i praksis i tilknytting til å gjennomføre utforskende undervisning vil eksempelvis kunne påvirke lærerstudentenes besvarelser.

4.4 Utvalg

Vi vil i dette delkapittelet beskrive vårt utvalg. Vi vil også redegjøre for to sentrale utfordringer i henhold til utvalg: hvorfor ble lærerstudenter valgt, og teoretisk metning ved lignende kvalitative studier innen affekt.

I vårt forskningsprosjekt deltok 9 studenter fra 3. og 4. år på lærerskolen, henholdsvis 5.-10. og 8.-13. lektorutdanning i Tromsø. Utvalget bestod av 6 gutter og 3 jenter i alderen 22-29. De ulike studieretningene innehar ulik fagkombinasjon. 5.-10.-trinnstudentene gikk på 3. år av 5-årig lærerutdanning og har matematikk i tillegg til to andre fag. Matematikk vil være deres masterfag eller fag nummer 2. For 8.-13.-trinnstudentene vil deres kombinasjon bestå av to fag, hvor matematikk er ett av dem.

Lærerstudentene for 5.-10. og 8.-13. gjennomførte ulike praksisperioder. Det vil si at lærerstudentene for 5.-10. trinn gjennomførte førintervju i oktober 2016 og etterintervju mars 2017. 8.-13. studentene hadde annen praksisstruktur, slik at det mellom før- og etterintervju var 7-8 uker. Dette kan medføre at lærerstudentene har gjennomgått en større endring, grunnet lengre periode mellom før- og etterintervjuene.

Grunnet påkoblet prosjektets målgruppe var styrking av praksis for matematikkstudenter, ble lærerstudentene vår målgruppe. Alternativt kunne lærere fra grunnskolen utgjort vårt utvalg av informanter og ikke deltatt i påkoblet prosjekt. Et utvalg bestående av lærere ville sannsynligvis vært en mer heterogen gruppe med hensyn til fagkombinasjoner, alder, erfaring ol. Det ville dermed antakelig vært behov for et større utvalg. Vi fant dermed ingen betydelig grunn til å skulle endre vårt utvalg fra lærerstudenter til lærere og fant påkoblet prosjekts utvalg faglig interessant og hensiktsmessig for vårt tema vi ønsket å undersøke.

²⁰ Se delkapittel 3.1.4 Følelser.

Ulike studier vil inneha ulike former for når og hvordan man oppnår teoretisk metning. Vårt studie innehar som tidligere nevnt elementer fra *grounded theory* og *design case studies*. Vårt studie har ikke til hensikt å generalisere funn for en større gruppe, men heller forsøke å gå i dybden på et utvalg informanter. Forskningen er også nært knyttet til data. Innen lignende forskningsdesign vil det være særskilt to hensyn for å validere teoretisk metning. For det første tok vi utgangspunkt i antall informanter i lignende studier innen matematikdidaktisk forskning. Lignende studier av lærere og lærerstudenters oppfatning har inneholdt et størrelsesutvalg av informanter på 9 stykker (Beswick, 2012) mens andre studier inneholdt 4 (Cooney et al., 1998) avhengig av forskningsdesign og tidsperspektiv. Vi antok at et størrelsesutvalg på 9 lærerstudenter ville være et passende utvalg for å oppnå teoretisk metning med utgangspunkt i våre ressurser til rådighet. For det andre oppdaget vi etter å ha intervjuet våre 9 lærerstudenter at besvarelser som etterhvert ble analysert gikk igjen ved flere anledninger og at det dukket opp færre nye besvarelser. Vi kunne dermed i ettertid anta at vi hadde for dette utvalget oppnådd en form for metning ettersom flere lignende besvarelser kunne si noe om utvalget for akkurat denne gruppen.

Vi vil i neste delkapittel redegjøre for analyse av data.

4.5 Analyse

I dette delkapittelet skal vi forklare hvordan vi har analysert data og hvorfor vi har valgt å gjøre det slik. Analysen inneholdt flere elementer. Vi vil redegjøre for analysen som generell som helhet, og deretter hva det innebar i detalj.

4.5.1 Struktur analyse

Analyseprosessen inneholdt flere nivå. Denne formen for ulike nivå i analyseprosessen innehar likhetstrekk med nivåinndelingen fra kliniske intervju (Clement, 2000). Nivå en var for vår forskning transkriberte data. Neste nivå var en form beskrivelser av intervju. Siste nivå av abstraksjon var i stor grad fortolkning med utgangspunkt i teoretisk begrepsapparat av hvordan oppfatningene var holdt og hvilken relasjon dem hadde til utforskende matematikk.

Analysen som helhet vår var en form for personsentrert innholdsanalyse. Det si at vi analyserte hver enkelt lærerstudent som helhet med utgangspunkt i lignende studier (Beswick, 2012). Det vil si at hver enkelt student ble analysert og presenteres hver for seg. Dette er i tråd

med vårt paradigme hvor hvert enkelt individ har en egen subjektiv betraktning av fenomener, i dette tilfellet matematikk²¹.

Analysen for hver student var i hovedsak todelt. Del 1 omhandler i hovedsak sammendrag av beskrivelser fra transkripsjonene til lærerstudentene. Del 2 omhandler videre kodingen av besvarelsene hvor vi benyttet oss av vårt teoretiske begrepsapparat. Vi vil i neste delkapittel redegjøre for analysen i detalj for del 1 og del 2.

4.5.2 Del 1 analyse

Etter å ha gjennomført intervjuene transkriberte vi lydopptak, utarbeidet vi beskrivelser av hver lærerstudent innen kategoriene matematikk, læring og undervisning. Denne prosessen kan overordnet sammenlignes med en tematisk analyse (Beswick, 2012). Cross beskriver lignende tilnærming (sitert i Engeln, Euler, & Maass, 2013):

Thematic analysis was employed for analysis of the data. Specifically, using Strauss and Corbin's (1990) open coding technique, the participants' narratives from the transcribed interviews were examined for statements relevant to their beliefs about mathematics. From the open coding, I observed certain patterns among the codes from which categories were developed. The development of categories and refining of the categories was an ongoing iterative process that was repeatedly re-evaluated to ensure they reflected the participant's descriptions of their experiences. Each transcript was read multiple times to verify that for the codes and categories developed the "empirical reality fit the emerging theoretical framework"

Det vil si at rike beskrivelser var utgangspunktet for del 2 av analysen og senere koding. Et annet kjennetegn på en tematisk analyse er at man utvikler et teoretisk begrepsapparat kontinuerlig mens vi gjorde oss kjent med data²² (Braun & Clarke, 2006). Disse begrepene eller tema ble kontinuerlig evaluert og revaluert. Det teoretiske begrepsapparatet var ikke utarbeidet i et "epistemologisk vakuum" (Braun & Clarke, 2006, s. 84). Det vil si at vi analyserte i en viss grad "*bottom-up*" og utvikler teori med hensyn til hva informantene svarer, men på samme tid hadde et visst teoretisk grunnlag som utgangspunkt. Denne

²¹ Se delkapittel 4.1.1 Paradigme og 4.1.2 Forskningsdesign

²² Se også induktiv utvikling av teori: 4.1.1 Forskningsdesign

spesifikke formen for tematisk analyse kan karakteriseres som en induktiv, tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006, s. 83-84). Dette kan betraktes som en motsetning til en deduktiv tilnærming. I en deduktiv tilnærming vil man operere med forhåndsdefinerte kategorier og kategorisere besvarelser. Vi valgte en induktiv tilnærming for å forsøke å fange hver enkelt lærerstudents besvarelser på en mest mulig nyansert måte.

Lignende studier innehar utfyllende presentasjoner, sammendrag eller beskrivelser av informanter, grunnet blant annet rikt datamateriale. Presentasjon av analyse og drøfting vil derfor bli noe utfyllende. En rik og detaljert beskrivelse er også et tiltak for å styrke validitet i lignende studier (Creswell & Miller, 2000). Resultat av analysen presenteres med lærerstudentene gjennom pseudonymer. Dette var et tiltak for både å gi leser best mulig beskrivelse av kontekst, men også for å bevare lærerstudentenes anonymitet.

4.5.3 Del 2 analyse

Del 2 av analysen omhandler en mer spesifikk koding av lærerstudentenes besvarelser. Del to For det første gikk vi ut ifra beskrivelsene av hver enkelt lærerstudent fra del 1. Deretter kodet vi data hvor kodene var nært knyttet transkripsjoner. Dette gjorde vi for å hele tiden være så nær data som mulig. Denne prosessen i analysen tok utgangspunkt i kriterier for god tematisk analyse (Braun & Clarke, s. 96-97). Særs viktig var kriteriene for transkripsjon og nærhet til data, kontinuerlig sjekk at koding stemmer med data og sjekke at data har blitt analysert fremfor ren beskrivelse (Braun & Clarke, 2006, s.96):

A code in qualitative inquiry is most often a word or short phrase that symbolically assigns a summative, salient, essence-capturing, and/or evocative attribute for a portion of language-based or visual data.

Proessen hvor vi kategoriserte kodene med utgangspunkt i hva lærerstudentene sa i besvarelser av spørsmål innehar elementer for koding i henhold til grounded theory gjennom *in vivo coding*, hvor man beskriver koden så direkte som mulig ut hva informantene sier (Straus & Corbin, 1990). Et eksempel på *in vivo* koding med utgangspunkt i lærerstudent Bendik fra spørsmålet «Er matematikk meningsfylt i seg selv eller et verktøy i andre fag?» svarer Bendik: «Personlig så synes jeg at matematikk er et verktøy. Det er jo en logisk struktur, og uten å kunne legge den her strukturen på noe... er den unyttig.» Ut fra Bendiks besvarelse, kategoriserte vi dette som en kode av matematikk som: Er et verktøy.

Videre plasserte kodene for hver enkelt lærerstudent tabell for å strukturere analysen og skape oversikt. Kodene innen kategoriene matematikk, læring og undervisning presenteres i tabell både før og etter, ettersom vi også undersøker mulig endring.

Ved kvalitative studier er det mye ansvar på fortolkningsarbeidet for forsker. Derfor er det hensiktsmessig å utarbeide en form for analytisk skjema for å strukturere analyseprosessen (Chen & Leung, 2015). Vi valgte derfor å plassere hvert utsagn som svarte på relevante spørsmål i en tabell. Denne tabellen ble videre delt etter kategoriene fra intervjuguide: matematikk, og læring og undervisning i matematikk. Videre inneholdt tabellen en kolonne for koder eller utsagn fra førintervju, og en kolonne for utsagn ved etterintervju. Dette var også et tiltak for å styrke analysens validitet (Chen & Leung, 2015). Skjema vi benyttet var en enkel form for tabell hvor vi plasserte utsagn fra intervjuene før og etter. Utsagnene ble kategorisert under kategoriene matematikk, og læring og undervisning i matematikk. Tabellene vil presenteres i kapittel 6 Empiri og drøfting.

Ved tematisk koding vil ikke nødvendigvis alle utsagn vies like mye oppmerksomhet (Braun & Clarke, 2006, s. 82). Det vil si at ikke alle spørsmålene var relevante for å svare til vårt forskningsspørsmål. Heller ikke alle besvarelser var like utfyllende, og gav dermed lite data for videre analyse. Vi vil i neste delkapittel vise til et eksempel på hvordan vi kom frem koder eller utsagn i tabellene til studentene.

4.5.4 Eksempel på koding

Vi vil i dette avsnittet gi et eksempel på hvordan vi kom frem til utsagn eller koder i tabellene som i kapittel 6 presenteres for hver student.

Eksempelvis fra intervjuguidens første spørsmål: «Hva er matematikk og hvordan vil du beskrive matematikk som felt? » Svarer Arne: «Matematikk er et eget språk ... et eget språk du må kunne lese og forstå matematikk og tall og bokstaver». Denne besvarelsen plasserte vi i tabellen for koder eller utsagn som: Matematikk er et eget språk. Ved spørsmål 4 i intervjuguiden: »er matematikk meningsfylt i seg selv eller et verktøy i andre fag?» svarer Arne: «...vil kanskje si at det brukes mest som et verktøy i andre fag». Dette utsagnet ble

kategorisert til: Matematikk er et verktøy. For å forenkle kodene ble disse kodene satt sammen til: Matematikk er et eget språk og et verktøy²³.

Beskrivelsene fra del 1 av analysen vil altså kunne gi et bilde av hva lærerstudentene svarte og hvordan vi kom frem til kodene eller utsagnene i tabellen for hver enkelt lærerstudent. Beskrivelsene vil også kunne supplere utsagnene for å gi et mer nyansert bilde, dersom enkelte utsagn var veldig like, men hadde noe ulik betydning.

4.5.5 Sammenfattet drøfting

Avslutningsvis drøftet vi de generelle mønstrene for utvalget som helhet, med utgangspunkt i analysene fra hver enkelt lærerstudent. Her tok vi for oss eventuelle endringer som fant sted, og på hvilken måte. Dette var av den hensikt for å se om det som gruppe var noen mønster som gikk igjen for flere studenter. Denne prosessen innehar likhetstrekk for en tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006), hvor man først søker etter tema for individet, og deretter ser på samlede tema som gruppe.

²³ Se tabell 1. Arnes affekt av matematikk, læring og undervisning

5 Etikk

I dette kapittelet vil vi redegjøre for forskningsetiske og kvalitetsfremmende utfordringer knyttet til vårt forskningsprosjekt.

Vår datainnsamling inneholdt ikke sensitiv informasjon, men data ble lagret digitalt. Vi meldte derfor i samarbeid med påkoblet forskningsprosjekt inn til NSD i samarbeid med påkoblet prosjekt. For å bevare datamaterialets sikkerhet, ble lydopptak overført umiddelbart til sikker digital lagring; også dette i samarbeid med påkoblet prosjekt.

Lærerstudentene signerte også samtykkeskjema og hadde til enhver tid mulighet til å trekke seg fra studiet. Selv om datainnsamling ikke inneholdt sensitiv informasjon, inneholdt data lærerstudentenes oppfatning. Det vil si eksempelvis personlige erfaringer. Vi presenterer derfor hver lærerstudent gjennom pseudonym. Dette for å presentere data på en hensiktsmessig måte, men også bevare lærerstudentenes anonymitet.

Ved studier av oppfatninger skal man være forsiktig med å konkludere med «manglende oppfatning», men heller at man eventuelt ut fra innsamlet data og gjennom metoden man samlet data ikke fant bevis for en oppfatning (Schoenfeld, 2007, s. 270).

5.1 Kvalitet i forskningsarbeidet

Kvalitet i kvalitativ forskning referer ofte til validitet og reliabilitet. Kvalitet i forskningsarbeidet vårt vil ta utgangspunkt i disse parameterne samt generaliserbarhet. Vi vil fokusere på validitet og dens betydning for å kvalitetssikre arbeidet, ettersom reliabilitet innenfor vårt forskningsdesign kan betraktes som en følge av validitet. «Since there can be no validity without reliability, a demonstration of the former [validity] is sufficient to establish the latter [reliability;]» (Lincoln & Guba, 1985, s. 316)

5.1.1 Validitet og reliabilitet

For å styrke forskningens validitet tok vi blant annet utgangspunkt i *Validity Procedures Within Qualitative Lens and Paradigm*, som beskriver tiltak med utgangspunkt i paradigme (Creswell & Miller, 126-129). Her er det særskilt tre tiltak som innenfor et konstruktivistisk paradigme som kan styrke gyldighet. For det første vil det være hensiktsmessig å triangulere data. Triangulering i valideringsprosessen for lignende studier omhandler ofte å samle data fra flere kilder, eksempelvis gjennom observasjon og intervju eller spørreundersøkelser (Creswell

& Miller, 2000). Som tidligere nevnt var det grunnet kapasitetsbegrensning ikke i dette studiet inkludert andre former for datainnsamling foruten om intervju. En annen prosess som har likhetstrekk med triangulering innenfor lignende forskningsdesign, omhandler å søke etter å “motbevise» egne funn (Creswell & Miller, 2000, s.127). Dette kan være en krevende prosess ettersom man på den ene siden ønsker å søke etter bevis, mens man på den andre siden også skal vurdere om dette stemmer (Creswell & Miller, 2000, s. 127). Det vil si eksempelvis at vi i utgangspunktet for studiet hadde en tilnærming hvor vi kunne finne en relasjon mellom oppfatningene til utforskende matematikk, men også ingen relasjon. Dette var en kontinuerlig prosess, men var særskilt viktig da vi analyserte data. Denne prosessen innebar også når vi kodet data, kontinuerlig sjekket om dette var representativt for den aktuelle lærerstudenten.

For det andre kan tid i felt øke validitet. For vår forskning innebar det relativt kort tid i felt hvor vi intervjuet lærerstudentene. Ved større kapasitet kunne man alternativt gjennomført flere intervju over en lengre tidsperiode for å i enda større grad ha styrket gyldighet til datainnsamling.

For det tredje er det av særskilt betydning å gi rike detaljerte beskrivelser av data for at eksterne lesere skal kunne følge analyse og videre konklusjon (Creswell & Miller, 2000, 128-129). Schoenfeld (2007, s. 83) beskriver forklaringens kraft og i hvilken grad man beskriver hvorfor og hvordan et fenomen fungerer slik det gjør. Eksempelvis vil en rik og detaljert beskrivelse av lærerstudentenes besvarelser være avgjørende for å sikre pålitelighet ved eventuelle påstander om en form for oppfatning om utforskende matematikk. Dette er som tidligere nevnt et av argumentene for at vi har i denne oppgaven valgt å fokusere på to lærerstudenter.

Innen tematisk analyse er det også ulike tiltak for å styrke validitet og reliabilitet i forskningsarbeidet. Vi tok også utgangspunkt i 15-punkts sjekklister av kriterier for en god tematisk analyse (Clarke & Braun, 2006, s. 96). Denne sjekklisten inneholder 15 kriterier for prosessen transkripsjon, koding, analyse, generelle sjekkpunkter for rapport som helhet og til slutt ferdig rapport. Særskilt punktene for rike data, koding som tok utgangspunkt til besvarelser, kontinuerlig sjekk av koder og beskrivelser var sentrale. Ved vårt studie innehar forsker stort ansvar med mye fortolkningsarbeid. Derfor var denne sjekklisten viktig for å strukturere analysen hvor man i utgangspunktet hadde som forsker mye ansvar gjennom fortolkning. Det var også nødvendig å ha nærhet til data. Det vil si at vi som forskere ikke går

direkte fra transkripsjoner til fortolkninger og konklusjoner, men gradvis analyserer data mot en fortolkning (Cohen et al., 2013, s. 341).

I henhold til konstruktivistisk paradigme er verden sammensatt og kompleks (Creswell & Miller, 2000). Ved vårt studie hvor vi forsøker operasjonalisere lærerstudentenes oppfatning skal en være varsom med å konkludere med «alt eller ingenting» (Philip, 2007). Det vil si at vi i vårt analysearbeid enten finner bevis som kan antyde for eksempel at lærerstudent A holder oppfatning B. Det er også viktig å presisere at flere andre faktorer kan spille inne på hva lærerstudentene svarer. Dermed skal man som forskere være forsiktige med å avkrefte eller bekrefte at lærerstudentene holder visse oppfatninger, men heller anta. Vi forsøkte dermed på best mulig måte å forklare hvilken relasjon lærerstudentene hadde mellom sine oppfatninger og relasjon til utforskende matematikk.

For å styrke reliabilitet og validitet for intervju gjennomførte vi prøveintervju. Dette for å kalibrere hvordan lærerstudentene ville misforstå spørsmål og dermed burde omformulere spørsmål. Videre bidro piloteringen at vi kunne forsøke å kode data slik at spørsmålene som ble stilt ga oss rike og detaljerte data. Ved studier av oppfatning er det viktig at forsker ikke påvirker informantenes besvarelser (Cohen et al., 2013, s. 150). Dette gjorde vi gjennom å gi uttrykk for at det ikke er ett rett svar og at vi verdsetter alle besvarelser like mye. Vi ga også beskjed om at dersom lærerstudentene ikke forstod et spørsmål eller dens formulering, måtte de si ifra slik at vi kunne oppklare best mulig for dem.

5.1.2 Generalisering

Ulike typer studier vil ha ulike former av generalisering. I studie av matematisk kreativitet utført av Lithner (2008) var ikke hensikten å generalisere for en større gruppe, men best mulig svare til det utvalget man undersøker. I likhet med Lithners studie fremkommer vår grad av generalisering gjennom en klar beskrivelse av forskningsdesign og kontekst av studie. Det vil si at det kan være en viss mulighet for lignende funn, gitt lik kontekst, rammefaktorer og lignende. For vårt forskningsarbeid som går i dybden på et lite antall lærerstudenter, vil det i midlertid ikke være en målsetning i seg selv å uttale seg om lærerstudenters oppfatning av matematikk f.eks. i Tromsø. Vårt arbeid har den hensikt å forstå et utvalg lærerstudenter ut fra vår kontekst.

6 Empiri og drøfting

6.1 Arne, 5.-10.

Matematikk

Før

Arne beskriver matematikk som et eget språk som beskriver ting rundt oss: «Matematikk er et eget språk ... et eget språk du må kunne lese og forstå matematikk og tall og bokstaver». Det er i følge Arne en forskjell mellom matematikk og skolematematikk. Skolematematikken handler mer om å pugge regler, enn matematikk hvor man i større grad selv må finne ut hva man skal gjøre og hvordan: «skolematematikken ... (4) virker mer sånn at her skal du bare lære deg regler». Arne mener at skolematematikken er slik at en skal pugge et sett regler for å ha et verktøy i hverdagen. Videre mener Arne at matematikk er mest et verktøy i andre fag enn det er meningsfullt i seg selv og på den måten er viktig for verden: «...vil kanskje si at det brukes mest som et verktøy i andre fag». Av påstandene Arne er mest enig er nummer to: *Matematikk er en interessant og kreativ prosess, men først trenger elevene en del grunnleggende ferdigheter.*

Etter

Arne forklarer matematikk som et universelt språk som beskriver ting rundt oss: «Jeg ser på matematikk som et eget språk på en måte.. på et universelt språk som alle kan forstå, og matematikk er for eksempel det samme uansett hvilket land du er i liksom». Videre mener Arne at skolematematikken bør være kreativ og meningsfull i seg selv, blant annet fordi da vil elevene utvikle seg selv og finne glede i å utforske og skape mening av matematikken: «jeg tenker at en elev som er flink i matematikk klarer å finne glede i å jobbe med det (matematikken)». Arne mener at matematikken er viktig i seg selv. Matematikk kan være viktig nok bare for å utvikle matematikken og poengterer at noen ting vil man bare gjøre i matematikk bare for å gjøre det. Arne er mest enig i påstand nummer fire: *Skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å se på matematikk som interessant og en kreativ prosess.*

Læring og undervisning

Før

En elev som er flink i matematikk og jobber godt med matematikk kjennetegnes ved at de er i interessert og fokusert i det de gjør: «nei... han er interessert.. først og fremst.. at han viser interesse for matte.. han ønsker å jobbe med det, og synes det er interessant». Videre har eleven en god forståelse og ikke bare god hukommelse. Arne mener at en lærer seg matematikk forskjellig. Noen lærer ved å lese, andre ved å høre og noen ved å kanskje tegne eller se på grafer.

For Arne er en ideell undervisningsøkt en økt der elevene er interesserte og der elevene får lov til å være aktive. Læreren skal ikke gjøre utfordringene lettere når elevene sliter, og ellers er læreren sin oppgave å tilrettelegge for elevene på forskjellige nivåer. Arne trekker fram at for å få alle elevene med i undervisningen bør en ha flere praktiske oppgaver. Arne svarer likevel at han ville introdusert temaet areal ved og vist elevene hva og hvordan en regner ut areal.

Arne mener at problemløsning er hensiktsmessig når man kan litt om temaet, slik at man kan bruke det man har lært i problemløsningen. For temaet areal ville Arne introdusert undervisningen ved å knytte areal til fysiske objekter og sammenlignet areal: «jeg tror jeg ville prøvd å sett på litt ting i klasserommet og vist at de hadde forskjellige areal.. og så sammenlignet dem litt med forskjellige ting». I forhold til oppgaven i intervjuguiden sier Arne at han likte den, fordi det er en oppgave som man må forstå og ikke bare kan regne ut. Konsistent med det Arnes besvarelse om problemløsning, mener Arne at en burde bruke en slik oppgave når elevene hadde en del bakgrunnskunnskaper. Arne ville også gjennom oppgaven lagt til rette for kommunikasjon:

Man må helst ha som utgangspunkt at elevene har litt bakgrunnskunnskaper om temaet, og begynne med det, sånn at dem forstår hva dem skal gjøre, og hvordan dem skal jobbe med den oppgaven... men jeg tenker kanskje at man kunne brukt litt grupper, så dem kunne diskutert litt med hverandre.

Etter

Elever som er flinke og jobber godt med matematikk klarer å finne glede i matematikken i følge Arne. En spesiell egenskap som går igjen hos flinke elever er resonnering: «En elev som gjerne klarer å tenke litt kritisk og resonnerer seg fram til svaret..» Resonneringen kjennetegnes ved at eleven klarer å resonnerer seg alene eller sammen med andre fram til hva og hvordan man skal løse matematiske problemer. Dette er konsistent med hvordan Arne

mener at en lærer matematikk. En løser et matematisk problem gjennom å resonnerer seg fram til nye kunnskaper for å løse problemet ifølge Arne.

Arne beskriver en ideell undervisningsøkt der elevene finner glede ved matematikken gjennom mestringsfølelse av å løse matematiske problemer på forskjellige måter: «Det er jo en undervisningsøkt der du har engasjerte elever, som viser glede over faget, og som får mestringsfølelse gjennom å løse problemene på forskjellige måter som gjør at de kommer seg videre». Læreren sin viktigste jobb ifølge Arne er å legge til rette for elevene på forskjellige nivåer og være en veileder for dem når de jobber med problemløsningsoppgaver. Arne sier at det er viktig at læreren ikke gjør oppgavene lettere, men i stedet prøver å bevisstgjøre elevene på deres måte å tenke på, slik at de kan utvikle måten å tenke på. For at alle elever kan være med i undervisningen bør læreren gi oppgaver eller problemer som kan løses på forskjellige nivåer.

Problemløsning burde man i følge Arne bruke i introduksjon av et tema for å skape et behov hos elevene for å lære seg nye ting i matte, også slik at de kan se nytten i det de lærer. Dette går igjen når han beskriver hvordan han ville introdusert areal, og når han besvarer spørsmålene om oppgave fra intervjuguide. Arne ville introdusert areal ved å la elevene finne ut hvor stor pulten deres var ved å bruke uformelle måleenheter, for deretter og tatt det i plenum med utgangspunkt i metodene til elevene. Dette fordi at elevene skal kunne se at en kan gjøre det på mange forskjellige måter, og da se at samme matematiske grunnide lå bak. Arne sier videre at oppgaven i intervjuguiden får elevene til å tenke på forskjellige måter: «Men så lærer dem også at det er mange forskjellige måter man kan løse oppgaven på. Mange forskjellige prosesser og komme fram til samme svar.. og det vil gi dem muligheter til å utvikle de prosessene videre». Arne ville brukt oppgaven i intervjuguiden i sin egen undervisning som introduksjon til vinkler eller prosent slik at de hadde sett behovet for å kunne regne med vinkler og prosent.

Tabell 1. Arnes affekt av matematikk, læring og undervisning.

Før	Etter
-----	-------

Matematikk	Matematikk er et eget språk og et verktøy.	Matematikk er et universelt språk og er meningsfullt i seg selv.
	Skolematematikken handler om å pugge og skiller seg fra matematikk generelt	Skolematematikk bør være som matematikk: meningsfull i seg selv.
Læring og undervisning	Elever lærer matematikk forskjellig, viktig at det skapes interesse.	Læring skjer ved at man arbeider med problemer, og løser disse ved resonnering og lærer av det
	En ideell undervisningsøkt kjennetegnes av aktive elever.	En ideell undervisningsøkt skal ta utgangspunkt i elevene
	Læreren skal i undervisningen tilrettelegge for alle elever.	Læreren skal tilrettelegge for at alle kan være med gjennom oppgaver/problemer som kan løses på forskjellig nivåer
	Læreren skal fungere som veileder.	Læreren skal være en veileder.
	Introduksjon av areal gjennom å vise og forklare.	Introdusere areal i ved å la elevene finne ut hvor stor pulten sin var ved å bruke uformelle måleenheter
	Problemløsning hensiktsmessig etter å ha lært "noe"	Problemløsning ved introduksjon av tema, for at elevene skal se meningen med det de lærer

Drøfting Arne

Utsagn som; «Elever lærer matematikk forskjellig» og «viktig at det skapes interesse» kan tolkes på flere måter. På den ene siden er prinsippet om at elever tenker ulikt sentralt for utforskende matematikk. Dette er et av årsakene for å legge til rette med oppgaver som kan tilnærmes og løses på flere ulike måter for å utvikle elevenes måte å forstå på²⁴. På en annen side kan denne besvarelsen tolkes mot en mer generell betraktning hvor man etter vår oppfatning ofte refererer til miljøet rundt elevene; for eksempel noen elever lærer best gjennom praktisk arbeid, noen gjennom å lese, andre gjennom å lytte ol. Dette utsagnet kunne

²⁴ Se delkapittel 3.2.4 Måter å tenke på og måter å forstå.

vært av interesse å fått en mer utdypet besvarelse fra Arne for å kunne mer større sikkerhet avgjøre hva betydningen bak besvarelsen mer spesifikt er.

Påstanden fra Arne om at det er viktig at det skapes interesse i undervisningen kan også tolkes på ulike måter. På den ene siden er det å skape et intellektuelt behov noe som kan betraktes som en form for interesse. På den andre siden kan Arnes betydning av interesse omhandle mer sosialt og kulturelt betinget interesse; for eksempel matematikken er gøy, eller gjennom variert undervisning kan vi interessere ulike elever - en mer affektiv form for interesse.

Innen utforskende matematikk er aktive elever viktig. Koden «en ideell undervisningsøkt kjennetegnes av aktive elever» vil ikke nødvendigvis være motstridende utforskende matematikk, ettersom stor grad av elevaktivitet er sentralt i utforskende arbeid²⁵. Vi tolker Arnes besvarelser slik at det menes med elevaktivitet og ikke et fokus på den kognitive aktiviteten.

Før å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis, ser Arne ut til å skille i større grad mellom matematikken i skolen og matematikk generelt. Matematikk generelt beskriver Arne før som en kreativ prosess og som et eget språk, men at skolematematikken handler mer om å gi elevene et sett grunnleggende ferdigheter. Etter sier Arne at; «matematikk i skolen burde være som matematikk generelt, meningsfull i seg selv.»

Arnes besvarelser ser også ut til å ha litt ulik relasjon fra før til etter. Eksempelvis mener både før og etter at læreren burde være en veileder i undervisningen. På samme tid kan det se ut til å være en affekt før som bærer preg av at det er et skille mellom matematikken generelt og skolematematikken, hvor for eksempel tema areal burde introduseres gjennom å vise, og problemløsning er mest hensiktsmessig etter å ha lært “noe”. Etter ser Arnes affekt ut til i større grad å mer gjennomgående omhandle problemløsning gjennom introduksjon og som et sentralt element for en ideell undervisning. På den måten vil betydningen av “lærer som veileder” fra før til etter ha ulik betydning, selv om det er samme besvarelse.

Funn Arne

Før

²⁵ Se delkapittel 3.2.2 Hva er utforskende matematikk?

Slik vi tolker det ut fra vårt teoretiske begrepsapparat ser Arne ut til å ha affekt om matematikk som ikke samsvarer i stor grad med utforskende matematikk. Temaet areal ville Arne introdusert gjennom å vise og instruere, og problemløsning er hensiktsmessig etter å ha lært “noe”. Disse to utsagnene indikerer en affekt av matematikkundervisningen hvor lærer instruerer en måte å tenke på, og elevene skal følge denne måten. Her mener vi at elevenes muligheter for å oppleve et intellektuelt behov og et produktivt strev vil kunne reduseres.

Etter

Etter å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis har Arne en affekt av matematikk som samsvarer i større grad med utforskende matematikk. Dette mener vi på grunnlag av utsagn fra Arne som omhandler at matematikken gir mening i seg selv, problemløsning kan benyttes som introduksjon av tema, og en ideell undervisningsøkt tar utgangspunkt i eleven. Felles for disse utsagnene er at alle i større grad kan relateres til å skape intellektuelt behov og undervise med utgangspunkt i elevenes måter å tenke på og forstå på. Oppsummert ser Arne ut til å ha en affekt av matematikk som innehar flere elementer som kan relateres til utforskende matematikk etter å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis.

6.2 Bendik, 8.-13.

Del 1 - matematikk, læring og undervisning

Matematikk

Før

Lærerstudent Bendik beskriver matematikken som en logisk struktur som omhandler å manipulere mengder: «Personlig så synes jeg at matematikk er et verktøy. Det er jo en logisk struktur, og uten å kunne legge den her strukturen på noe... er den unyttig.» Bendik mener at matematikken kan betraktes som den eneste virkelige kunnskapen vi har, og at sammenhenger er naturlig og logisk. Bendik mener at skolematematikken er en redusert variant, og at matematikken generelt er for komplisert for grunnskolen: «så skolematematikken er generelt sett mye mer.. altså det er en redusert variant». Bendik beskriver matematikk som et verktøy i

andre fag og som et verktøy generelt. Dette understrekes også senere ved å poengtere at matematikk er viktig for samfunnet, spesielt for faget fysikk: «Ja altså.. i fysikk bruker man matematikk til å beskrive så mye man kan. Så.. uten matematikk har man ikke fått røntgenapparatet eller medisin eller noe av det der, så.. for samfunnet er jo matematikk særdeles nødvendig.»

Bendik var mest enig i påstand 3 om matematikk: *skolematematikk handler om å løse problemer, og få elever til å lære seg de ferdighetene de trenger i hverdagen sin*. Bendik svarer konsistent med tidligere besvarelser for betydningen av matematikk som verktøy og betydningen av matematikk i hverdagen. Eksempelvis for videre utdanning innen håndverk, og referere til et problem knyttet til manglende matematikkunnskaper innen blant annet denne retningen.

Etter

Bendik mener matematikken er en logisk struktur som omhandler mengder: «Ja, matematikk er på en måte en logisk struktur som omhandler en mengde.. det kommer jo fra at man, altså at matematikk begynte med at man telte ting». Matematikken er et redskap i fysikk, og Bendik presiserer på senere spørsmål om at matematikken er et redskap i andre fag. Bendik mener at det i skolen ikke alltid er like åpenbart hvorfor ting er slik de er, men at det kan gi mening etter hvert:

...slik at det er ikke nødvendigvis at når man lærer ting, så trenger man ikke nødvendigvis å lære seg hvorfor det er slik, altså »hvordan fant man ut at det var slik?», man trenger bare å vite at det er sånn og sånn skal du gjøre med det, og da finner man ut sånn... så selv om man ikke nødvendigvis får hele bildet med en gang, så får man på en måte en progresjon til å forstå

Videre presiserer Bendik at man ikke nødvendigvis behøver å vite hvorfor i matematikken: «...man får en progresjon der man lærer seg grunnleggende ting og bygger videre på dem uten nødvendigvis å vite alt om alle ting, for det er generelt sett unødvendig». Bendik er mest enig i påstand nummer tre; *skolematematikk handler om å løse problemer, og få elevene motivert til å lære seg de ferdighetene de trenger i hverdagen sin*. Bendik begrunner svaret med at elever vil ha store problemer i hverdagen dersom man ikke behersker matematikk: «...hvis en elev ikke håndterer matematikk så kommer han til å få store problemer i livet, i sitt daglige liv».

Læring og undervisning

Før

Bendik beskriver at det som kjennetegner en flink elev i matematikk er evnen til abstrakt tankegang og se mønstre i figurer: «Altså de som er flink i matematikk er jo som regel flink i abstrakt tankegang, altså hvis man er flink i matematikk så er man flink til å se mønstre i .. figurer og så videre». Ved spørsmålet om hvordan man lærer seg matematikk gir Bendik et utfyllende og detaljert svar. Bendik mener man begynner med å lære seg tall. Deretter på en måte få en forståelse av at tall som et abstrakt begrep kan manipuleres gjennom algebraiske uttrykk. Bendik trekker også frem at det betyr ikke nødvendigvis at man trenger å være flink i en matematisk disiplin, fordi man er flink i en annen. Bendik tegner to sirkler på et ark hvor det i den ene står; begreper, og i den andre; regnetekniske ferdigheter. Dette mener Bendik er utgangspunktet for å lære seg matematikk. Bendik fortsetter besvarelsen med å si at det er litt vanskelig å svare på fordi man lærer på forskjellige måter, hvor noen for eksempel lærer gjennom å tenke. Bendik beskriver videre, «Jeg vil tro at noen lærer seg mye bedre ved å se på en grafisk fremstilling av tallene, en visuell ting. Og andre er mer klar på abstrakte begreper, og tekniske ting, tror jeg.»

Bendik beskriver at en ideell undervisningsøkt innebærer at elevene stiller flere spørsmål, enten svarer eller lager dem, og aktive elever: «Så jeg tror at en ideell matematikk økt vil være en økt der elevene er aktive, dem stiller spørsmål, dem svarer på spørsmål fra læreren, for da får man på en måte innsikt i hvordan tenker dem om »akkurat det her.«». Dette for at læreren kan få en bedre ide av hvordan elevene tenker. Videre beskriver Bendik at man kan få til dette ved å legge opp til diskusjonsoppgaver. Lærerens viktigste jobb i en matematikktime er i følge Bendik å formidle kunnskap, og beskriver kunnskapsformidling som selve jobben for læreren.

Det blir jo å formidle kunnskap.. men det er jo det som.. er hele jobben, på en måte... jeg vil tro at den viktigste jobben i matematikktimene er å sørge for å presentere begrepene (peker på tidligere nevnte illustrasjon: begreper og regneferdigheter) måten de er koblet sammen med det regnetekniske på en måte som elevene forstår, på en måte som er tilpasset til; »hvordan er det disse elevene tenker?»

Ved spørsmålet «hvordan ville introdusert tema areal?», svarer Bendik konsistent med sitt syn på lærerrollen gjennom å formidle fremgangsmåten på en tydelig måte. Bendik mener at

problemløsning skal benyttes til slutt eller senere i undervisningen, og at elevene må kunne ”noe” før man arbeider med problemløsning. I forhold til oppgaven i intervjuguiden mener han den oppgaven knytter sammen noe av det elevene kan spesielt om areal og geometri. Han ville brukt den ved å prate om hvordan areal og geometri kunne henge sammen.

Etter

Ved spørsmålet hva som kjennetegner en elev som er flink i matematikk trekker Bendik fram betydningen av logisk resonnering:

Jeg vil tro at dem har en enkel måte å på en måte lage logiske resonnementer.. for at man skal være flink i matematikk så må man skjønne hvorfor ting er slik, hvorfor for eksempel... man kan finne.. hvordan man kan lage en graf av et uttrykk, da må man skjønne hvordan stigningstallet påvirker grafen, hvordan konstantleddet påvirker grafen, da må man resonnerer seg fram til, altså mellom funksjonen og grafen, med funksjon som et eksempel, man må kunne se en sammenheng mellom de to.

For å lære seg matematikk mener Bendik at man må begynne med det regnetekniske. Videre trekker Bendik paralleller til tidligere besvarelse om at matematikk omhandler mengde, slik at man kan bruke det som et godt utgangspunkt for å lære seg matematikk. Bendik mener en ideell undervisningsøkt kjennetegnes ved at elevene har en forståelse av hva som skal læres, og trekker fram et eksempel fra egen praksis og undervisning av areal:

...som for eksempel hvis jeg gikk gjennom areal så må alle elever skjønne både hva areal er, og hvordan man regner ut areal, hvordan man går frem for å finne det.. og det er ikke nok at dem bare kan bruke formelen, men må skjønne hvorfor.

Lærerens viktigste jobb i en matematikktime er i følge Bendik å være kunnskapsformidler:

...å presentere tema på en slik måte at elevene forstår, at elever klarer å se sammenhenger gjennom å visualisere eller hvordan de nå lærer ting.. på en slik måte at de forstår hva det er som er gått igjennom og så må elevene klare å svare på spørsmål som fremmer det... så jeg tror presentasjon og spørsmålsbesvarelse er en viktig del.

For at så mange elever som mulig skal kunne være med i undervisningen må læreren forklare så nøyaktig som mulig. Ved introduksjon av areal mener Bendik det er viktig å sørge for at elevene ikke forvirrer areal av rektangler med areal av kvadrat. Bendik forklarer også at

dersom man fokuserer på å gange sammen sidene, vil elevene ikke nødvendigvis forstå areal, men lære å gange sammen to tall.

Bendik mener at problemløsning ikke burde benyttes som introduksjon av nytt tema, men heller benyttes som repetisjon. Blant annet ettersom det krever god forståelse for å løse sammensatte problemer. Om oppgaven i intervjuguiden sier Bendik at elevene lærer å knytte sammen forskjellige begreper og ideer sånn som areal, vinkler og prosent. Videre ville han brukt den i undervisningen ved å forklare hvordan disse begrepene henger sammen.

Tabell 2 - Bendiks affekt av matematikk, læring og undervisning.

	Før	Etter
Matematikk	Matematikk er en logisk struktur som omhandler å manipulere mengder.	Matematikk er en logisk struktur som omhandler å manipulere mengder.
	Matematikk er et verktøy.	Matematikk er et verktøy.
	Skolematematikken er en redusert variant av matematikk.	Skolematematikk gir kanskje ikke mening først, men det er heller ikke nødvendig.
Læring og undervisning	Læring skjer gjennom tallforståelse: begreper og regnetekniske ferdigheter.	Læring skjer gjennom regnetekniske ferdigheter.
	I en ideell undervisningsøkt er elevene aktive ved å stille spørsmål og ved å svare på spørsmål fra læreren.	En ideell undervisningsøkt kjennetegnes av at elevene har god forståelse
	Lærer som kunnskapsformidler	Lærer som kunnskapsformidler
	Flinke elever tenker abstrakt	Flinke elever lager logiske resonnement.
	Læreren skal legge til rette for at alle kan være med i undervisningen ved at alle kan lage spørsmål til læreren	Læreren skal forklare på en nøyaktig måte for at alle elever kan få utbytte av undervisningen
	Problemløsning etter å ha forståelse.	Problemløsning etter å ha lært begreper og regneteknikker.

Drøfting Bendik

Bendiks affekt av matematikk før og etter ser ut til å være i liten grad relatert til de begreper vi har definert som utforskende matematikk. På den andre siden er det besvarelser som kan tolkes på flere måter. Eksempelvis mener Bendik både før og etter at en burde benytte seg av problemløsning etter å ha lært noe, eller mer spesifikt regnetekniske begreper og regneteknikker. På den ene siden er det ikke i samsvar med utforskende matematikk at man benytter problemløsning etter å ha lært en regnemetode eller en måte å tenke på²⁶. På den andre siden kan man ikke gi elevene problemer som er for langt unna deres måte å tenke på og deres måte å forstå på. Altså legger til rette for et produktiv strev, men med mulighet for flere ulike måter å tenke på

Bendik ser som nevnt ut til å ha en ganske identisk affekt av matematikk før og etter å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis. Dette kan være en følge av flere årsaker. For det første kan Bendik ha en ganske sterk oppfatning av hvordan man lærer og underviser matematikk. På den måten vil det følgelig være mindre sannsynlig å endre en sterkt hold oppfatning på relativt kort tid. En annen årsak kan være at Bendik ikke anser denne formen for undervisning nyttig og dermed ikke et behov for å endre sin affekt av matematikk. Mer inngående data ville vært nødvendig for å grundigere kunne forklart hvorfor noen av studentene endret sin affekt, mens andre studenter som Bendik tilsynelatende endret sin affekt i liten eller ingen grad.

Funn Bendik

Før

Det ser ut til at Bendik har en affekt av matematikk som skiller seg fra prinsipper om utforskende matematikk. Utsagn som: matematikk er et verktøy, lærer som kunnskapsformidler og problemløsning etter å ha lært noe, er alle utsagn som indikerer en affekt hvor det ikke tas utgangspunkt i at matematikk er meningsfull i seg selv og at elevene skal føle et intellektuelt behov. Bendik mener at elevene bør være aktive, men da på den måten at elevene svarer på spørsmål som læreren stiller. Da vil ikke undervisningen ta

²⁶ Se kapittel 3.2.3 Intellektuelt behov og 3.2.4 Måter å tenke på og måter å forstå

utgangspunkt i elevenes måte å forstå på, som er en viktig del av utforskende matematikk, slik at elevene kan utvikle sine måter å tenke på²⁷.

Etter

Bendik ser ut til ha en relativt lik affekt av matematikk etter praksis, som før. Flere av utsagnene er tilnærmet identiske, som blant annet; matematikk er et verktøy og lærerens viktigste jobb er som kunnskapsformidler. Bendik sier i tillegg i etterintervjuet at for at alle elever skal få utbytte av undervisningen er det viktig at lærer forklarer så nøyaktig som mulig. Dette utsagnet samsvarer veldig med Bendiks affekt at lærerens viktigste oppgave er å formidle kunnskap, og forsterker vår påstand om at Bendiks affekt ikke er i særlig grad samsvarende med utforskende matematikk. Det er fordi matematikken ikke vil ta utgangspunkt å skape mening av matematikken for elevene.

6.3 Dina, 5.-10.

Del 1 – Matematikk, læring og undervisning

Matematikk

Før

Dina beskriver matematikk generelt som tall og tallforståelse. Dina mener at skolematematikken er en form for ferdighet eller redskap. På spørsmål om å utdype svarer Dina i tråd med foregående svar: «Ja for eksempel når man lærer seg om klokken på skolen, så er det slik at man beregner tid, hvor lang tid tar det å gå til busstoppet, hvor lang tid bruker bussen».

Dina er mest enig i påstanden om skolematematikk som en interessant og kreativ prosess:

Skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å se på matematikk som interessant og en kreativ prosess. For hvis dem ser på det som

²⁷ Se delkapittel 3.2.4 Måter å tenke på og måter å forstå

interessant så vil dem kanskje velge realfag som et videre løp da, og den er veldig viktig.. så, kanskje den.

Etter

Dina mener at matematikk er en måte å uttrykke problemer som oppstår med tall: «Jeg ser på matematikk som... å kunne på en måte.. uttrykke problemer som oppstår med tall og bokstaver og, ja... Jeg føler det er på en måte er å forstå ting på en annen måte». I beskrivelsen av matematikk som felt uttrykker Dina usikkerhet, men at det kanskje er et område hvor man videreutvikler det man allerede har. Forskjellen mellom matematikk og skolematematikk, er at matematikken generelt er mer abstrakt.

Av påstandene fra intervjuguiden er Dina mest enig i påstand nummer tre: *Skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å lære seg de ferdighetene de trenger i hverdagen sin*. Dina mener påstand fire hvor matematikk beskrives som en interessant og kreativ prosess kan være utfordrende for elever som ikke er motiverte og sliter med matematikk.

Læring og undervisning

Før

I karakteristikken av hva som kjennetegner en elev som er flink i matematikk svarer Dina at det er en elev som er strukturert, har god forståelse og kan kommunisere sin forståelse på ulike former. Dina mener at en lærer seg matematikk forskjellig og at det varierer: «...noen leser tekst, noen andre konkretiserer, noen bruker lang tid på å få det gjort. Det er veldig mange som kanskje er praktisk anlagt liksom, at de må bruke praktiske ting og konkrete for forstå matematikken mens andre er veldig teoretisk»

På spørsmålet om å beskrive en ideell undervisningsøkt svarer Dina: «Jeg tror jeg vil si at så lenge det er ei bra undervisningsøkt så lenge elevene forstår det man gjør og jobber bra og.. har det på en måte fint da og.. at dem tenker at dette er bra». Dina mener at for å legge til rette for at alle elevene kan være med i undervisningen bør man gi forskjellige oppgaver med ulik vanskelighetsgrad

Dina mener at lærerens viktigste jobb er å være kunnskapsformidler: «Jeg føler at den viktigste jobben er både å formidle og presentere, på en måte, nye tema men fortsatt at man gir rom for at elevene skal kunne bruke det man holder på med til å forstå noe». Konsistent

med spørsmål om lærerens viktigste jobb, svarer Dina på spørsmålet om hvordan introdusere tema areal:

Jeg tror jeg hadde begynt med... måleenheter, kvadratcentimeter, kvadratmeter osv. og forklare hva det er for noe, og det tallet vi får. For eksempel hvis vi får 25 kvadratmeter så betyr det at vi får 25 kvadratmeter inn i en figur.

Dina mener at problemløsning er hensiktsmessig å benytte etter at elevene har lært noe: «Jeg føler problemløsning burde man jobbe med når dem har en forståelse. For ellers blir dem bare å plages». Med utgangspunkt i oppgaven fra intervjuguide mener Dina at elevene kan lære seg å tenke logisk samt å kommunisere sine tanker. Hun ville brukt den i sin egen undervisning ved å la elevene jobbe i par slik at de hadde fått diskutert seg imellom og da hørt hverandres tanker.

Etter

Dina beskriver en elev som er flink i matematikk som en som har en forståelse, og viser sin forståelse eller regnestrategi. Dina svarer dette om hvordan man lærer seg matematikk: «Jeg tror at man må finne ut den måten man lærer mest på, men jeg tror at alle lærer best på å utforske matematikken selv, og på den måten få forståelse.» Dina beskriver dette gjennom et eksempel:

Vi har arbeidet litt i praksis med det å innføre bokstaver istedenfor tall, og da synes jeg at.. hvis at dem ikke får forklart med ord av læreren at slik og slik skal du gjøre det, men heller få en oppgave som legger opp til at dem selv kan komme frem til et svar som er logisk for dem også, så kan det føre til at de lærer mye mer enn ellers, og får en forståelse istedenfor å bare huske.

Dina mener en ideell undervisningsøkt i matematikk er en økt hvor elevene får en forståelse for matematikken. Dina mener lærerens viktigste jobb er å legge til rette slik at elevene kan utforske egen forståelse. Ved at alle elevene hadde fått utforske den samme oppgaven bare på forskjellig måter, kunne alle vært med i undervisningen.

Dina ville introdusert tema areal gjennom å forklare: «Først kanskje forklare dem hva for eksempel en kvadratmeter, kvadratcentimeter og hva det betyr og vise dem på en måte en... og hva har den å si i et kvadrat som har 25 kvadrater som areal». Dina mener at det er hensiktsmessig å arbeide med problemløsning hele tiden: «Jeg føler at

problemløsningsoppgaver kan vise forståelse og lage forståelse for matematikk og derfor er det lurt å gjøre det hele tiden.» I forhold til oppgaven i intervjuguiden sier Dina at oppgaven lærer elevene at man kan bruke flere forskjellige måter å tenke på for å løse oppgaven, så lenge det er samme tankegang bak. Dina sier hun ville brukt oppgaven som en ”grublis” i sin undervisning.

Tabell 4. Dinas affekt av matematikk, og læring og undervisning av matematikk før og etter

	Før	Etter
Matematikk	<p>Matematikk er tall og tallforståelse.</p> <p>Skolematematikk er generelt mer et verktøy.</p> <p>Påstand fire: <i>Skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å se på matematikk som interessant og en kreativ prosess.</i></p>	<p>Matematikk er å uttrykke problemer med tall.</p> <p>Matematikk generelt er mer abstrakt enn skolematematikk</p> <p>Påstand tre: <i>Skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å lære seg de ferdighetene de trenger i hverdagen sin.</i></p>

Læring og undervisning	Læring skjer på forskjellige måter En ideell undervisningsøkt der elevene forstår	Læring skjer best gjennom å utforske, for da får man forståelse
	Lærerens viktigste jobb er som kunnskapsformidler	En ideell undervisningsøkt er der elevene får en forståelse
	Flinke elever kjennetegnes av å ha en forståelse, struktur og kunne kommunisere sin forståelse.	Lærerens viktigste jobb å legge til rette for å utforske
	Legge til rette for at alle kan være med ved å gi forskjellige oppgaver	Flinke elever kjennetegnes av å ha en forståelse og kunne kommunisere den.
	Introdusere areal ved å forklart måleenheter	Legger til rette for at alle elevene kan være med i undervisningen ved å gi oppgaver som kan løses på forskjellige måter
	Problemløsning etter å ha lært «noe».	Introdusert areal ved å forklare de ulike måleenhetene
		Problemløsning hensiktsmessig hele tiden for å skape forståelse.

Drøfting Dina

Dina mener både før og etter at flinke elever kjennetegnes gjennom en god forståelse. På samme tid har Dina endret sine besvarelser om hva som for eksempel kjennetegner en ideell matematikkundervisning og hva lærerens viktigste jobb er. På den måten kan det tolkes dit hen at Dina har endret sin affekt av hvordan man oppnår en god matematisk forståelse. På den andre siden kan det også tenkes at Dina har en annen betydning av “god forståelse” fra før til etter.

I førintervjuet mener Dina at lærernes viktigste jobb er å være en kunnskapsformidler og hun ville introdusert det temaet areal ved å forklare. Disse to utsagnene er konsistente med hverandre, men er begge to utsagn som tyder på en affekt av matematikk hvor ikke meningen og motivasjonen matematikken kommer fra matematikken selv²⁸. Utsagnet om at problemløsning er mest hensiktsmessig etter at man har lært “noe” indikerer også en affekt om at elevene ikke mestrer å arbeide med mer åpne problemer og utforske selv. Dette kan ved

²⁸ Se delkapittel 3.2.3 Intellektuelt behov

at problemløsning bør benyttes som introduksjon av et nytt tema for å skape et intellektuelt behov og en mening med det nye man skal lære²⁹. Dina mener at en ikke burde benytte problemløsning før eleven har en “forståelse” og at elevene vil plages dersom de arbeider med problemløsning for tidlig³⁰. Dette tolker vi som en manglende tro på et produktivt strev, men at elevene trenger en tydelig forklaring på hvordan man for eksempel skal regne eller løse et problem, for deretter å pugge denne regnemåten.

Dina ser ut til i etterintervjuet å ha endret sin affekt av matematikk. Dinas affekt etter praksis mener vi har større fokus på at matematikken skal være utforskende. Blant annet sier hun; at lærerens viktigste jobb er å legge til rette for at elevene skal få utforske og man lærer best ved å utforske. Disse utsagnene kan følgelig relateres til de sentrale begrepene i utforskende matematikk³¹. Dette ved at gjennom rammeverket for god utforskende matematikk, lærer elevene best gjennom å utforske og oppdage selv.

Et utsagn som ikke har endret i særlig grad, er hvordan Dina ville introdusert temaet areal. Hun ville fortsatt introdusert temaet ved å forklare, selv om hun også mener at problemløsning kan benyttes hele tiden. Dette utsagnet kan tolkes på to måter. På den ene siden vil spørsmål som er knytta til kontekst føre til at vi vil ha en mulighet til å si noe om hennes oppfatning av problemløsning, mens når vi spør direkte vil det kunne være en følelse av hva som er riktig³². Likevel må vi her ta hensyn til hennes to besvarelser og tolke begge som affekter da affekt er som redegjort for i teorien et samlebegrep på følelser, kunnskap og oppfatninger. Den andre måten vi kan tolke det hun om hvordan introdusere er at hun i etterintervjuet har gjennomgående en affekt med fokus på at elevene skal utforske, og at når hun får et spørsmål tilknyttet kontekst har hun ikke kunnskaper nok til å forklare oss en utforskende tilnærming til introduksjon gjennom problemløsning.

Funn Dina

Før

²⁹ Se delkapittel 3.2.3 Intellektuelt behov

³⁰ Se delkapittel 3.1.2 Endring av oppfatning

³¹ Se kapittel 3. Teori

³² Se delkapittel 3.1.4 Følelser

Ut fra førintervjuet med Dina tolker vi hennes affekt om matematikk til å være lite konsistent med de begrepene som tilhører i dette forskningsarbeidet utforskende matematikk. Flere av Dinas utsagn i førintervjuet indikerer en affekt av matematikk og matematikkundervisning der det ikke er et fokus på at elevene skal føle et intellektuelt behov, få oppleve et produktivt strev og utvikle deres måter å tenke på. Dette er fordi flere av Dinas utsagn går på at læreren skal forklare, fremfor at elevene selv får utforske gjennom problemløsning. I følge vårt teoretiske rammeverk bør problemløsning benyttes som introduksjon av et nytt tema for å skape et intellektuelt behov og et produktivt strev og på den måten utvikle deres måter å tenke på³³.

Etter

Dina har i etterintervjuet endret sin affekt av matematikk. Dina sin affekt nå har større fokus på at matematikken skal være utforskende. Blant annet sier hun; at lærerens viktigste jobb er å legge til rette for at elevene skal få utforske og man lærer best ved å utforske. En konkret affekt hun ikke har endret i særlig grad, er hvordan hun ville introdusert temaet areal. Hun ville fortsatt introdusert temaet ved å forklare, selv om hun også mener at problemløsning kan benyttes hele tiden. Det kan være flere ulike årsaker til at det er en form for inkonsistens mellom Dinas besvarelser. Det kan være fordi hun ikke har kunnskaper nok om hvordan faktisk legge til rette for introduksjon av et nytt tema gjennom problemløsning, eller ikke har reflektert over sammenhengen mellom hvordan hun ville introdusert nytt tema.

6.4 Grete, 5.-10.

Del 1 – matematikk, læring og undervisning.

Matematikk

Før

Grete beskriver matematikk som et bredt felt, hvor blant annet Grete trekker frem matematikk som et redskap for å løse noe, og hvor det er flere metoder for å løse for eksempel et problem, men at det til slutt er et fasitsvar:

³³ Se kapittel 3. Teori

Matte er jo egentlig på en måte å finne svar på spørsmål og problemstillinger, og ja.. det er jo ikke, du kan jo bruke forskjellige algoritmer eller så kan du tenke det selv så det jo et fasitsvar men ikke en fasit på hvordan du skal gjøre det.. det er vel på en måte litt sånn tenking og regning.

Grete mener at det er en forskjell mellom matematikken i grunnskolen, skolen og universitet, og matematikk generelt. Eksempelvis på videregående nivå fulgte man i stor grad algoritmer, mens på universitet kan man finne andre måter å løse et problem på. I det virkelige liv kan man regne, tegne eller lage modeller.

Grete er litt usikker på om matematikk er meningsfylt i seg selv og mener at det er litt vanskelig å svare på. Etter betenkningstid er svaret: «Det er litt i seg selv for det er ikke alle fag eller alt du gjør som inngår i matte.. det er jo litt for seg selv også.. men det er jo masse (matte) i forskjellige sammenhenger».

Ved spørsmål om å velge mellom fire påstander om matematikk, svarer Grete seg mest enig i påstand nummer fire, og utdyper:

Jeg vil si egentlig.. det er jo egentlig litt rett i alle, men jeg er mest enig i den siste; *..løse problemer og få elever motivert til å se på matematikk som en interessant og kreativ prosess*. Man kan jo ha matematikk som en kreativ prosess, og det er jo det jeg vil som lærer at man skal tenke utenfor boksen og gjøre det litt annerledes, fordi hvis ikke blir elevene så demotiverte og gir opp.. egentlig den siste jeg er mest enig i.

Etter

Grete beskriver matematikk som å løse en problemstilling, enten med tall, bokstaver eller ord. Forskjellen mellom matematikk generelt og skolematematikk er at man i skolen vektlegger regneprosedyrer i stor grad, mens i virkeligheten skal man i større grad tenke selv, se på bilder og prøve ulike måter å løse et problem.

Grete mener matematikken er meningsfylt i seg selv: «fordi at du bruker jo veldig masse selv om en ikke tenker på det, så bruker en veldig masse matematikk i dagliglivet.. så jeg vil si at det er bra at det er et eget fag». Grete er mest enig i påstand nummer en, *skolematematikk handler om å lære seg grunnleggende ferdigheter som elevene trenger i hverdagen sin*, men mener også at påstand nummer tre er hensiktsmessig:

...det er jo på en måte, kanskje den første.. men jeg vil jo gjerne at det skal være nummer tre.. om å løse problemer og få elevene motivert, men man kan ikke få alle elevene motivert.. så det blir jo, den første.. for jeg ser jo på at det man lærer på skolen, burde man kunne for å klare hverdagen

Læring og undervisning

Før

Grete sier dette om hva som kjennetegner er en flink elev: «Jeg vil si at dem klarer å tenke hvordan dem skal løse en oppgave, uten at det står beskrevet. Fordi da blir det bare; vi gjør slik, og så får dem ikke noe oppfatning om hvorfor vi gjør slik, men at dem selv ser hva dem må gjøre.»

Grete trekker inn viktigheten av forståelse for hvorfor man gjør slik man gjør, når hun sier hvordan man lærer seg matematikk. Grete mener også at man må lære seg grunnleggende ferdigheter først, men at elevene må bli utfordret på å tenke selv for å lære seg hvorfor man gjør slik man gjør:

Jeg tror først man må lære det grunnleggende, som å gange, minus, pluss og sånt.. også få litt mer utfordring der man må prøve å se litt mer sammenhenger, for jeg føler at ikke lærer ordentlig hvis man bare gir; okey, du gjør det slik og slik, men at man må utfordre elevene og seg selv.. man lærer ikke bare med at; det gjøres slik, men man skal vite hvorfor man gjør det.

Grete mener at en ideell undervisningsøkt innebærer muntlig aktivitet fra elevene hvor man snakker om hvordan dem har tenkt og hvorfor de gjorde slik de gjorde. I besvarelsen av hva som er lærerens viktigste jobb, svarer Grete at læreren må legge til rette for elevene og være støttende. Grete mener at man må variere undervisningen for å legge til rette for at alle elever skal kunne delta i undervisningen og da er undervisningen også ideell. Grete ville introdusert tema areal ved å forklare:

Jeg tror første jeg ville.. forklart litt om areal og så vist det gjennom å måle forskjellige ting.. for spesielt med måling er jeg veldig glad i å ha forskjellige gjenstander en kan måle og finne ut av, slik at de får se at det ikke bare er noe tall men at man faktisk kan gjøre det i det virkelige liv.

Angående problemløsning og undervisning i matematikk uttrykker Grete en usikkerhet i sitt svar, men trekker frem som de fleste andre at man burde lære "noe" før man møter et problem: «jeg tror at en først må vite at dem kan litt, og så begynne med problemløsning, jeg vet ikke (ler).. det er spørsmål som man aldri tenker på».

I forhold til oppgaven i intervjuguiden sier Grete at elevene lærer å tenke for seg selv, i tillegg til brøk og prosent når de jobber med den oppgaven. Grete selv ville brukt oppgaven etter at elevene hadde jobbet med prosent.

Etter

Grete mener at det som kjennetegner en flink elev er at de ser sammenhenger, i tillegg til å kunne løse problemer. Grete mener at en lærer på forskjellige måter i matematikk, men det handler mye om at elevene skal se sammenhenger og oppdage dem selv for å lære. Grete mener en ideell undervisningsøkt er variert, og kobler inn besvarelser fra tidligere spørsmål:

Jeg vil si at det er ei som har de forskjellige.. de jeg forklarte i stad.. at man må variere litt på det og ikke bare ha tavleundervisning der du står og forteller.. men at du har litt rom at dem får sitte litt selv med det, og pønsker litt og finner ut.. og at man bruker verktøy, slik at man kan bruke nevene.. for alle lærer forskjellig så man.. ja kanskje ikke variere i en time men at man varierer timene.

Grete mener lærerens viktigste jobb er å gjøre en god vurdering av hvilken hjelp elevene trenger. Grete ville introdusert tema areal ved å gi elevene et målebånd og introdusert tema gjennom en praktisk tilnærming. Grete mener det er hensiktsmessig å arbeide med problemløsning hele tiden, for problemløsning er matematikk.

Grete sier at oppgaven i intervjuguiden lærer elevene prosent og brøk. Hun sier videre at hun ville brukt oppgaven for de som var litt umotivert i matematikk, fordi den var mer praktisk og det ville de umotiverte like.

Tabell 4. Gretes affekt av matematikk, og læring og undervisning av matematikk før og etter.

	Før	Etter
Matematikk	<p>Er et bredt felt med flere metoder for å løse problemer, som har ett svar.</p> <p>Meningsfylt i seg selv, fordi man ikke kan bruke alt i matten til andre ting</p> <p>Påstand fire: <i>Skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å se på matematikk som interessant og en kreativ prosess.</i></p>	<p>Er å løse problemer.</p> <p>Meningsfylt i seg selv, fordi man bruker det masse uten å tenke over det</p> <p>Påstand en: <i>Skolematematikk handler om å lære seg grunnleggende ferdigheter som elevene trenger i hverdagen sin</i></p>
Læring og undervisning	<p>Man lærer gjennom å begynne med grunnleggende ferdigheter.</p> <p>En ideell undervisningsøkt er variert slik at alle elevene kan være med</p> <p>Lære skal utfordre eleven til å tenke selv.</p> <p>Legge til rette for at alle kan være med i undervisningen gjennom å variere</p> <p>Introdusert areal ved å forklare og vise med et målebånd</p> <p>Problemløsning etter å ha lært «noe»</p> <p>Flinke elever har en forståelse.</p>	<p>Man lærer ved å oppdage sammenhenger selv</p> <p>En ideell undervisningsøkt er variert, der elevene også får prøve selv</p> <p>Læreren skal utfordre eleven til å tenke selv.</p> <p>Legge til rette for at alle kan være med i undervisningen ved å variere</p> <p>Introdusert areal gjennom en praktisk tilnærming</p> <p>Problemløsning hensiktsmessig hele tiden, fordi problemløsning er matematikk.</p> <p>Flink elev har evne til å løse problemer og se sammenhenger.</p>

Grete ser ut til i førintervjuet å variere noe i besvarelsene sine internt, med hensyn til hva hun anser som matematikk, og hvordan hun mener man burde undervise matematikk. På den ene siden mener Grete før at matematikk er meningsfylt i seg selv, og sier seg mest enig i påstand fire fra intervjuguiden; *skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å se på matematikk som interessant og en kreativ prosess*. På den andre siden mener Grete at problemløsning burde benyttes etter å ha lært “noe”, og at læring skjer gjennom å begynne med grunnleggende ferdigheter. Dette er utsagn som vi mener ikke samsvarer helt med å se på matematikken som meningsfull i seg selv og en kreativ prosess. Problemløsning bør som nevnt i tråd med god utforskende undervisning benyttes for å skape et intellektuelt behov hos eleven, som igjen vil kunne føre til at eleven skaper mening av matematikken. Da bør problemløsning brukes ved introduksjon av et nytt tema eller element³⁴. Dette kan indikere at Grete mener at det er en forskjell mellom skolematematikk og matematikk generelt.

På samme tid mener Grete at lærerens viktigste jobb er å utfordre elevene til å tenke selv. Dette kan etter vår mening sterkt relateres til å ta utgangspunkt i elevers måte å forstå på, og som igjen vil føre til at elevene skaper mening av matematikken gjennom et produktivt strev. Dette utsagnet kan også tyde på en affekt av matematikk der en har til formål å utvikle elevenes måter å tenke på, og legge til rette til flere måter å tenke på³⁵. Det er usikkert om Grete mener at man skal utvikle elevenes måter å tenke på, gjennom å la dem tilnærme seg problemer gjennom ulike måter å forstå. Det kan dermed være en redusert form for å la elevene prøve selv, eller tenke selv, før lærer hjelper dem videre.

I etterintervjuet har Grete endret noen av svarene hennes. Grete er for eksempel mest enig i påstand nummer tre i etterintervjuet; *Skolematematikk handler om å lære seg grunnleggende ferdigheter som elevene trenger i hverdagen sin*. Der hun i førintervjuet var opptatt av at elevene skulle se på matematikken som en interessant og kreativ prosess i førintervjuet, er nå fokuset i dette utsagnet mer på de grunnleggende ferdigheter. Påstand tre er en påstand som samsvarer mindre med prinsipper om utforskende matematikk enn påstand fire. Å lære seg de grunnleggende ferdigheter som en man trenger i hverdagen sin utelukker ikke et fokus på å

³⁴ Se kapittel 3. Teori.

³⁵ Se delkapittel 3.2.4 Måter å tenke på og måter å forstå.

skape en mening av matematikken i seg selv, men den tyder heller ikke på det, som påstand nummer fire gjør.

Et annet interessant utsagn i etterintervjuet er at elevene lærer best gjennom å oppdage selv. Dette indikerer en affekt av matematikkundervisning hvor elevene kan oppleve at matematikken blir meningsfull i seg selv ved at de lærer ved at de selv oppdager nye ideer og sammenhenger gjennom å utforske. Ved at elevene selv får utforske og tenke selv vil de også få muligheten få muligheten til å oppleve et produktivt strev og utvikle sin måte å tenke på³⁶.

Grete sier etter å ha vært i praksis at problemløsning er noe som er hensiktsmessig hele tiden. I forhold til vår teori om utforskende matematikk er selvfølgelig problemløsning en viktig del av utforskende matematikk. Et utsagn om at problemløsning er hensiktsmessig hele tiden, vil være naturlig å tro at skal kunne forklares med vårt teoretiske begrepsapparat. Likevel er det utfordrende å beskrive dette utsagnet med intellektuelt behov, produktivt strev og måter å tenke på.

Funn Grete

Før

Gretes affekt av matematikk, læring og undervisning ser ut til å ikke være utelukkende relatert til utforskende matematikk eller ikke. Grete sier at matematikken er meningsfull i seg selv, men elementer for hennes affekt om undervisning og læring av matematikk legger ikke opp til at elevene skal føle et intellektuelt behov og skape mening av matematikken. Blant annet sier hun at problemløsning er mest hensiktsmessig etter å ha lært “noe” og hun ville introdusert temaet areal ved å forklare. Utsagnet om at «man lærer best gjennom å begynne med grunnleggende ferdigheter». Grete ser ut til å mene at matematikken er meningsfull, men vet kanskje ikke hvordan elevene skal få oppleve det.

Gretes affekt om at lærerens skal utfordre elevene til å tenke selv kan relateres til våre begreper innen utforskende matematikk ved at det er fokus på elevene sine måter å tenke på³⁷. Grete mener også at matematikk er en interessant og kreativ prosess, noe som sterkt kan relateres til utforskende matematikk.

³⁶ Se delkapittel 3.2.5 Legge til rette for matematisk innhold.

³⁷ Se kapittel 3. Teori

Oppsummerende ser Grete før ut til å ha en affekt av matematikk som ved noen utsagn kan relateres til utforskende matematikk, som matematikk som en kreativ prosess, og legge til rette for at elevene skal kunne tenke på ulike måter. Andre utsagn ikke kan i særlig grad relateres til utforskende matematikk, hvor betydningen av å skape et intellektuelt behov eller benytte problemløsning ved introduksjon av nytt tema eksempelvis ikke fremkommer i Gretes besvarelser.

Etter

Grete ser ut til i etterintervjuet å ha en affekt av matematikk, som preges av det samme som i førintervjuet, med noen få forskjeller. I etterintervjuet har hun en affekt som kan beskrives i noe større grad med vårt teoretiske begrepsapparat om utforskende matematikk. Grete ser for eksempel ut til å ha et større fokus på at matematikkundervisningen skal være mere utforskende og at elever lærer best gjennom å oppdage selv. Dette indikerer en affekt hvor elevene kan oppleve at matematikken blir meningsfull i seg selv ved at de selv oppdager nye ideer og sammenhenger gjennom å utforske. Ved at elevene selv får utforske og tenke selv vil de også få muligheten til å oppleve et produktivt strev og utvikle sin måte å tenke på. Likevel er Grete i etterintervjuet mest enig med påstand nummer tre; *Skolematematikk handler om å lære seg grunnleggende ferdigheter som elevene trenger i hverdagen sin*. Denne påstanden har mindre fokus på matematikk som meningsfull i seg selv enn påstand nummer fire; *skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å se på matematikk som interessant og en kreativ prosess*.

6.5 Inge 8.-13.

Del 1 - matematikk, læring og undervisning.

Matematikk

Før

Inge ser på matematikk som to ting. For det første er matematikk noe som beskriver ting og fenomener rundt oss, som for eksempel statistikk. For det andre sammenligner Inge matematikk med filosofi ved at matematikk søker etter ny kunnskap bare for å gjøre det:

Matematikk vil jeg si er å sette ting, verden, fenomener i struktur... representere de tingen med tall, grafer osv.... calculus er jo veldig på det her med graftolkning... men hva er matematikk?... det har en tendens til å være nesten litt som filosofi

Inge beskriver videre at forskjellen mellom skolematematikk og matematikk er at skolematematikk søker mer om man har rett svar eller ikke framfor matematikk der man må resonnerer i større grad, noe han mener gjør matematikken mer interessant. Inge mener skolematematikken bør være mer lik matematikken.

Hvis elevene bare sitter på skolen og lærer seg grunnleggende ferdigheter så vil det bli veldig kjedelig. Da er det jo ingen som vil ha lyst til å lære seg matematikk. Selv om de må kunne lære seg de grunnleggende ferdigheter som trengs for å kunne anvende matematikk.. så det burde være sånn at elevene ser på matematikken som en meningsfull og kreativ prosess slik at de er motivert for å lære seg de grunnleggende ferdighetene.

Inge er mest enig påstand nummer to: *Matematikk er en interessant og kreativ prosess, men først trenger elevene en del grunnleggende ferdigheter.* Inge påpeker at det ikke trenger å være slik, og at skolematematikken burde være mer: «Matematikken er jo grei sånn at man bare kan tenke selv, og at matematikk er jo logikk, og det går an å være kreativ innenfor matematikken med logikk. Skolematematikken handler om å lære seg grunnleggende ferdigheter som elevene trenger i hverdagen.»

Etter

Inge beskriver matematikk som et system for å representere virkeligheten. Inge mener at matematikken kan være et verktøy, men også meningsfull i seg selv: «Selv om det kan være et eksellent verktøy i andre fag, så er matematikk meningsfull i seg selv, både i måten du lærer logikk på og problemløse». Videre begrunner Inge at matematikken kan være meningsfull i seg selv for eksempel hvor folk prøver å finne ut av hva det høyeste primtallet er bare for å gjøre det.

Videre mener Inge at dette er noe av forskjellen på skolematematikk og matematikk, der man bare lærer regler og formler uten at det er noen annen grunn enn at læreplanen sier det. På

universitetet kan man bruke i større grad matematikken: «På grunnskolen handlet det mer om å øve inn regler, mens når man kommer på universitet å holdt på med skikkelig matematikk kan du bruke matematikken til å si noe om ting»

Inge sier konsistent med tidligere svar at matematikken kan være viktig gjennom å være et verktøy, men også viktig i seg selv, da det bidrar til å lære resonnering og problemløsning. Inge er mest enig i påstand nummer to: *Matematikk er en interessant og kreativ prosess, men først trenger elevene en del grunnleggende ferdigheter.*

Læring og undervisning.

Før

En elev som er flink i matematikk kjennetegnes ifølge Inge ved at han klarer å resonnerer seg fram til løsninger han ikke har blitt presentert for tidligere ved hjelp av kunnskap han har fra før. Videre sier Inge at man lærer seg matematikk trinnvis, men at elevene må ha en grunn til å lære seg det, ikke bare fordi man får bruk for det senere, men at matematikken må være meningsfull i seg selv.

Inge sier det er vanskelig å beskrive en ideell undervisningsøkt fordi elever lærer så forskjellig, men tar med mengdetrening som en viktig faktor. «Du kan ha mange forskjellige sprell i timen, men det har ingen effekt hvis du ikke har mengdetrening for elevene. Man skal jo regne med regler, så man må trene og trene på disse for at de skal sitte ordentlig.»

Lærerens viktigste jobb ifølge Inge er å være en veileder, selv om det kan være utfordrende for lærer da ikke alle elever vil bli veiledet: «Å virke som en veileder for elevene. Problemet her på ungdomskolen er det at det virker ikke som om alle elevene har lyst på en veileder». For å gi god tilbakemelding sier Inge at man kan stille elever spørsmål om hvordan dem har tenkt og bevisstgjøre dem på deres måte å tenke på opp mot en effektiv måte å tenke på.

Inge sier at for å legge til rette for at alle elever kan delta i undervisningen kan det være hensiktsmessig å rette fokuset mot strategiene framfor selve svaret, samt et godt klassemiljø: «skape et godt klassemiljø. Hvis man ikke føler seg trygg i klassen er det vanskelig å være med å bidra».

Inge ville tatt utgangspunkt i overflater i hverdagen når han skal introdusere temaet areal, og latt elevene få prøve seg derfra. Videre når Inge besvarer spørsmålet om når det er hensiktsmessig med problemløsning svarer Inge at det er når man holder på å lære seg noe. Dette fordi man da kan se meningen med det man holder på å lære og da får en aha-opplevelse.

Inge beskriver videre oppgaven i intervjuet som en problemløsningsoppgave der elevene blant annet lærer seg å argumentere logisk ut i fra matematikk. Når elevene jobber med oppgaven i intervjuguiden vil elevene lære at det er flere forskjellige måter å tenke på når man skal løse et problem mener Inge. Videre ville han selv brukt den når elevene hadde hatt litt forkunnskaper om prosent, da oppgaven handler mye om prosent

Etter

På spørsmål om hva som kjennetegner en som er flink i matematikk svarer Inge at det kan være alle. Videre sier Inge at man lærer matematikk ved å jobbe med problemer, fordi da lærer man seg å resonnerer og problemløse, noe som er matematikk.

Inge mener at alle kan lære seg å bli flink i matematikk, fordi matematikk handler om mere enn å bare regne. «Det går ant at selv om du er elendig å regne for eksempel, så kan det godt hende at du ser sammenhenger som ikke andre elever ser, bare fordi man er god å resonnerer.»

Inge mener det er vanskelig å beskrive en ideell undervisningsøkt fordi man lærer forskjellig, men at trygghet for at alle elever kan si det de tenker og mener er viktig for undervisningen. Inge mener videre at det å skape trygghet er lærerens viktigste oppgave, og at på den måten legger læreren til rette for at alle sine tanker og resonnementer kan være med i undervisningen.

Problemløsning er ifølge Inge hensiktsmessig å benytte seg av før man har lært seg det man skal lære: «kanskje nærmere slutten av et tema når dem har fått innlært forskjellige regler og formler. Da får dem lov å prøve ut det dem har lært». Når man arbeider med problemet kan man da se hva man trenger å lære, og på den måten lære seg det. Inge ville Introdusert areal ved å la elevene finne ut hvor stor pulten deres var, uten å nødvendigvis bruke formelle måleenheter for deretter kommet frem til løsninger.

Tabell 5. Inges affekt av matematikk, læring og undervisning før og etter

	Før	Etter
Matematikk	<p>Matematikk beskriver fenomener rundt oss</p> <p>Mest enig i påstand to: <i>Matematikk er en interessant og kreativ prosess, men først trenger elevene en del grunnleggende ferdigheter</i></p> <p>Matematikk er kunnskapssøkende og resonnerende fordi det er meningsfullt i seg selv, men også et verktøy</p>	<p>Matematikk representerer virkeligheten rundt oss</p> <p>Mest enig i påstand to: <i>Matematikk er en interessant og kreativ prosess, men først trenger elevene en del grunnleggende ferdigheter</i></p> <p>Matematikk er meningsfullt i seg selv</p>
Læring og undervisning	<p>Læring skjer trinnvis, og mengdetrening er viktig</p> <p>I en ideell undervisningsøkt bør Elevene ha en grunn til å gjøre matematikk, som kommer i fra matematikken</p> <p>Læreren viktigste jobb er som veileder, hvor han skal hjelpe til med å effektivisere elevenes tenkning.</p> <p>Å være flink i matematikk er å være god til å resonnerer seg fram til løsninger på problemer</p> <p>For å få alle elevene med i undervisningen bør man fokusere på strategiene framfor resultatet</p> <p>Introdusere areal ved å la elevene tatt utgangspunkt i flater og utforske selv</p> <p>Problemløsning bør benyttes når man holder på å lære seg noe, fordi man da kan se meningen med det man lærer.</p>	<p>Læring skjer ved at man arbeider med problemer, fordi man lærer resonnering og problemløsning.</p> <p>Trygghet viktig i en ideell undervisningsøkt slik at alle sine tanker og resonnementer kommer fram.</p> <p>Læreren sin viktigste jobb er å skape trygghet</p> <p>Flinke elever kjennetegnes ved at de kan resonnerer.</p> <p>Ved å skape trygghet kan alle elevene være med i undervisningen</p> <p>Introdusere areal ved å la elevene finne ut hvor stor pulten deres var, uten å nødvendigvis bruke formelle måleenheter</p> <p>Problemløsning bør skje når man holder på lære seg noe, slik at man ser meningen med det</p>

Drøfting Inge

Inges utsagn om at matematikk er kunnskapssøkende og resonnerende, fordi det er meningsfullt i seg selv, er et interessant utsagn i forhold til vår problemstilling. Her kommer

det direkte frem at Inge har en affekt av matematikk som meningsfull i seg selv. Dette gir et interessant utgangspunkt for Inges affekt av matematikk i forhold til utforskende matematikk. Inge er mest enig i påstand nummer to; *Matematikk er en interessant og kreativ prosess, men først trenger elevene en del grunnleggende ferdigheter*. Påstanden Inge er mest enig kan både sies og være i samsvar med Inges utsagn om matematikk som meningsfullt i seg selv, men også vikende. På den ene siden bør matematikken være interessant og kreativ for å være meningsfull i seg selv. På den andre siden kan delen av påstanden; *men først trenger elevene en del grunnleggende ferdigheter*, være i strid med meningsfull matematikk. Med dette mener vi at en viktig betingelse for at matematikken skal oppleves som meningsfull i seg selv, er at elevene må ha fått muligheten til å oppleve et intellektuelt behov³⁸. For at det skal aktiveres et intellektuelt behov hos eleven bør eleven ha muligheten til oppdage kunnskap selv gjennom produktivt strev gjennom problemløsning. Ideelt sett skal elevene erverve seg de grunnleggende ferdighetene gjennom problemløsning. Det er usikkert hva som ligger i delen av påstanden; *men først trenger elevene en del grunnleggende ferdigheter*, men det legger ikke opp til at elevene skal lære seg de grunnleggende ferdighetene gjennom en interessant og meningsfull prosess. Samtidig er utsagnet; *problemløsning er mest hensiktsmessig når man holder på å lære seg noe, fordi man da kan se meningen med det man lærer*, en god oppklaring. I dette utsagnet kommer det ganske klart frem at Inge har en affekt av matematikk der det handler om at elevene skal se på matematikken som meningsfull i seg selv. Ved at elevene skaper mening av matematikken gjennom problemløsning vil det være helt i tråd med prinsipper for utforskende matematikk.

Gjennom flere av utsagnene i både før- og etterintervjuene forsterkes vårt inntrykk av at Inge har en affekt av matematikk som samsvarer godt med utforskende matematikk. Inge sier for eksempel at man bør fokusere på strategiene framfor svarene for i matematikkundervisningen. Det å fokusere på strategiene til elevene er en viktig del av utforskende matematikk. Det er et ønsket mål å utvikle elevenes måter å tenke på i utforskende matematikk, og ikke bare fokus på elevenes måter å forstå på³⁹. Inges utsagn om at lærerens viktigste jobb er å effektivisere elevenes tenking og utsagnet som omhandler at flinke elever er gode til å resonnerer er også

³⁸ Se delkapittel 3.2.3 Intellektuelt behov

³⁹ Se delkapittel 3.2.4 Måter å tenke på og måter å forstå på

utsagn som indikerer en affekt av matematikk hvor fokus på elevenes måter å tenke på er sentralt.

Det er interessant at Inge ville introdusert temaet areal ved å la de utforske selv og kan betraktes som et særegent utsagn eller kode. Dette indikerer en affekt av matematikk hvor også kunnskapen om hvordan aktivere et intellektuelt behov kommer frem. I etterintervjuet gir i tillegg Inge en detaljert beskrivelse av hvordan. Ved å la elevene selv finne ut hvor stor pulten deres er gjennom utforskning vil kunne føre til at matematikken tar utgangspunkt i elevenes måter og forstå på. Inge sier også at i en ideell undervisningsøkt bør det skapes trygghet slik at tanker og resonnement kommer fram. Dette vil gi muligheten til å gjøre det Inge mener er lærerens viktigste jobb og et viktig prinsipp i utforskende matematikk; effektivisere elevenes måte å tenke på gjennom god veiledning.

Funn Inge

Før

Inges affekt av matematikk ser ut til å kunne relateres sterkt til utforskende matematikk. Det ser ut til at Inge har en affekt av matematikk som er veldig gjennomført og henger godt sammen. Mange av utsagnene samsvarer godt med hverandre og gir et bilde av en helhetlig affekt av matematikk som er lik prinsippene for utforskende matematikk. For eksempel sier Inge at matematikken er meningsfull i seg selv, og gir videre i intervjuet et inntrykk av hvordan man skal oppnå at elevene ser på matematikk som meningsfull. Dette gjør han ved å ha fokus på å aktivere et intellektuelt behov hos elevene gjennom problemløsning, og videre fokusere på elevenes måter å tenke på gjennom deres tanker og resonnement.

Etter

Etter å ha gjennomført utforskende matematikkundervisning i praksis har Inge fortsatt en tilnærmet lik og helhetlig affekt av matematikk etter vår tolkning. Mange av svarene er like, og de som ikke er det bygger opp under de samme matematiske ideene. De ideene samsvarer godt med utforskende matematikk da disse prinsippene går ut på å skape en mening av matematikken i seg selv og et intellektuelt behov gjennom problemløsning. Det kommer også fram et fokus på elevenes måter å tenke på og at elevene selv må arbeide jobbe med problemer. For eksempel bygger utsagnene om hvordan introdusere areal i både før-etterintervjuene på utforskende prinsipper.

7 Mønster for gruppen lærerstudenter: drøfting og funn

7.1 Usammenhengende koder og utsagn

I førintervjuene viser vår forskning at studentene Arne, Dina og Grete hadde en affekt av matematikk hvor ikke alle kodene eller utsagnene hang sammen. Flere av svarene var ulike i grunnide og grunnprinsipp og kunne være motstridende med hverandre. Deler av utsagnene og den tilsynelatende affekten deres av matematikk var i varierende grad samsvarende med utforskende matematikk. Blant annet omhandlet flere av svarene at matematikk var meningsfulle i seg selv, men videre i besvarelsene ble det ikke lagt fokus på å skape et intellektuelt behov hos elevene slik at de kan skape en mening av matematikken i seg selv. Et eksempel på dette er at alle tre studentene mente at problemløsning er mest hensiktsmessig etter å ha lært “noe”. Vi tolker at besvarelse om at problemløsning er mest hensiktsmessig tyder på en affekt der det intellektuelle behovet ikke er i fokus. Dette er fordi etter prinsippene om utforskende matematikk bør problemløsning benyttes som introduksjon for å aktivere et intellektuelt behov hos eleven. I etterintervjuet hadde Arne og Dina tilsynelatende endret affekt om matematikk hvor prinsipper for utforskende matematikk sto mere sentralt. Blant annet hadde begge et større fokus på at elevene skulle få utforske og at læreren sin viktigste jobb var å legge til rette for det. Arne hadde i tillegg fokus på at problemløsning burde benyttes for å skape et intellektuelt behov.

Etter vår mening har verken Bendik og Inge endret særlig affekt etter å ha gjennomført undervisning i praksis. Begge svarte tilnærmet likt eller hadde utsagn i før- og etterintervju som bygde på samme prinsipper. Forskjellen mellom Bendik og Inge var at Inge hadde en affekt før og etter som samsvarte med prinsippene for utforskende matematikk. Inge la vekt på at matematikken skulle være meningsfull i seg selv, og matematikkundervisningen skulle ha som formål å aktivere et intellektuelt behov hos elevene, og samtidig ha fokus på elevenes måter å tenke på. Bendik sin affekt derimot var mer preget av at kunnskapen om og meningen med matematikken skulle komme fra læreren. Flere av utsagnene til Bendik handlet om at læreren skulle forklare og instruere. Dette mener vi strider med prinsippene for utforskende matematikk, fordi elevene ikke får mulighet til å konstruere kunnskap og på den måten skape mening av matematikken.

En naturlig årsak til at vi i denne studien ikke har funnet i stor grad besvarelser som indikerer et sterkt fokus på å skape intellektuelt behov og utvikle elevenes måter å tenke på gjennom deres måter å forstå på, behøver ikke å bety at lærerstudentene ikke mener det er en hensiktsmessig måte å undervise matematikk på. Det kan bety at det ikke eksisterer kunnskap om denne formen å undervise matematikk. For eksempel mener Dina og Grete i etterintervjuet at undervisningen bør være mere utforskende enn det som kommer fram i førintervjuet, og at lærer bør legge til rette for utforskende matematikkundervisning. Likevel beskriver de begge en forklarende og instruerende introduksjon av temaet areal. Det kan tyde på at de ikke har tilstrekkelige kunnskaper om hvordan benytte seg av utforskende matematikk og problemløsning for å skape et intellektuelt behov.

7.2 Har vi funnet ut det vi har?

Det er flere ulike feilkilder ved en induktiv tilnærming av besvarelser fra intervju. For det første kan spørsmålene i intervjuguiden tolkes på ulike måter av informantene. For det andre ligger det mye fortolkning fra oss som forskere. Det vil si at vi fortolker data gjennom våre linser. Våre linser for denne studien har vært utforskende matematikk, med et særlig fokus på problemløsning gjennom introduksjon, intellektuelt behov og elevenes måter å tenke på og forstå. Andre som hadde tolket disse besvarelsene med andre linser ville kanskje konkludert med noe annet. Også innenfor tolkningene med disse linsene kan det være feilkilder. Det er mange utsagn som vi har tolket som kunne vært tolket annerledes med linser for utforskende matematikk. Eksempelvis svarer alle lærerstudentene bortsett fra Inge før å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis at problemløsning er hensiktsmessig etter å ha lært “noe”. Dette er som tidligere nevnt ikke nødvendigvis motstridende prinsipper i utforskende matematikk. Det er viktig å bygge på det elevene kan, eller deres måter å tenke på og forstå på. Etter vår tolkning betyr som regel etter å ha lært “noe” en regnemåte fremfor flere ulike tenkemåter. På samme tid har vi forsøkt å gjengi rike beskrivelser av vår fremgangsmåte og lærerstudentens besvarelser slik at nyansene av besvarelsene og våre tolkninger av disse fremkommer på en best mulig måte.

7.3 Ulik affekt for hver informant - en selvfølge ved induktiv tematisk analyse?

Gjennom vår forskning denne studien fremkommer det fem ulike affekter for våre fem informanter. Flere av kodene eller utsagnene er tilnærmet like eller kan relateres til hverandre, men sammenfattet ser det ut til å være fem særskilte affekter av matematikk, både før og etter å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis. Vil dette være en selvfølge ved en induktiv tematisk analyse? Ved denne formen for metodisk tilnærming forsøker man som nevnt å fange særegenhetene til hver enkelt informant. På den måten er det kanskje naturlig at det fremkommer fem særskilte og ulike affekter. Slik vi forstår det er også affekt et subjektiv fenomen, altså en fortolkning fra lærerstudentenes perspektiv. På en annen side mener vi det er interessant at et utvalg på så lite som fem lærerstudenter innehar til dels svært ulike affekter av matematikk, og læring og undervisning av matematikk. For eksempel fremkommer det varierende beskrivelser av hva matematikk er. Det er ulike utsagn om det er en forskjell mellom matematikk og skolematematikk. Lærerens viktigste jobb varierer fra veileder til kunnskapsformidler. Så hva betyr dette? Selv om affekt ikke nødvendigvis beskriver praksis, kan det indikere at disse fem lærerstudentene kan praktisere og undervise matematikk svært ulikt. I henhold til utforskende matematikk vil det også etter vår mening grad legges til rette i varierende grad for å skape et intellektuelt behov og utvikle elevenes måter å tenke på.

8 Avslutning

8.1 Konklusjon

Dette forskningsarbeidet har forsøkt å besvare problemstillingen:

Hvilken affekt har lærerstudenter av matematikk før og etter gjennomføring av utforskende matematikk i praksis?

Våre funn er at Arne og Dina ser ut til å ha en affekt som innehar i større grad elementer av en matematikkundervisning som vektlegger problemløsning, fokus på eleven og legge til rette for utforskende arbeid. Relasjonene internt ser ut til å variere noe. Endringene for både Arne og Dina ser ut til å være mot en affekt som i større grad innehar elementer av hva vi definerer i dette forskningsarbeidet som utforskende matematikk.

Bendik ser ut til å ha en sterk og klar affekt av matematikk, som innehar få elementer av det vi definerer som sentralt for utforskende matematikk. Bendik ser også ut til å ha endret i liten grad sin affekt av matematikk før og etter praksis.

Grete ser ut til før å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis å ha en affekt hvor matematikken er en kreativ prosess og læreren må legge til rette for at elevene må tenke selv. Hun ser ut til også ha endret sin affekt i noen grad etter, hvor særlig betydningen av problemløsning og utforskende arbeid fremkommer i besvarelsene.

Mønster for gruppen er at det er fem nokså ulike affekter av matematikk og læring og undervisning av matematikk før og etter å ha gjennomført utforskende matematikk i praksis. Betydningen av å skape et intellektuelt behov fremkommer i liten grad, spesielt før å ha gjennomført utforskende undervisning i praksis. Fokus på elevens måter å tenke på fremkommer i noen enkelte tilfeller. Problemløsning ser ut til å inngå i en større andel av lærerstudentenes affekt, men med ulik fortolkning og bruk i matematikkundervisningen, som ikke nødvendigvis er i henhold til utforskende matematikk.

8.2 Veien videre

I et eventuelt utvidet arbeidet ville det som tidligere nevnt vært interessant å forsøke å samle mer utfyllende data for å nærmere kunne studert lærerstudentenes oppfatning, samt hvordan de eventuelt holdt sine oppfatninger. I den sammenheng ville det også vært interessant å se om våre funn ville avvike over en lengre periode og med mer inngående data, enn ved dette forskningsarbeidet.

Et annet interessant område ville vært å studere sammenhengen mellom fra lærerstudentenes affekt er og deres praksis. Gjennom observasjon av deres praksis som matematikklærere ville det vært interessant å studere om det er en sammenheng mellom det man sier man gjør, og det man faktisk praktiserer.

Noe som ikke var mulig å dypt undersøke i denne studien var hvorfor lærerstudentene innehar de ulike affektene av matematikk som de har. Dette kunne vært av interesse på den måten ville man kanskje i enda større grad kunne forklart eller undersøkt hvorfor eventuelle endringer finner sted, og hvordan og hvorfor de eventuelt endres eller ikke.

Angående utforskende matematikk mener vi det har et betydelig potensiale som undervisningsform. I den sammenheng ville det vært at interesse i et utvidet arbeid å undersøkt skoler eller klasser som gjennomgående praktiserer utforskende matematikk. Hva vil effekten på kort og lang sikt være? Vil man kunne skape en bedre matematisk forståelse ved å la elevene undersøke mer selv? Vil antatt svake elever eller sterke elever dra nytte av en utforskende matematikkundervisning?

Hvilken matematikkpraksis eksisterer i Norske klasserom? En mer bred studie ville vært interessant med tanke på å undersøke hvilken matematikkpraksis som eksisterer i norske klasserom. Her ville det vært interessant å både undersøke hvordan man underviser matematikk, men også om dette kan relateres til utforskende matematikk.

Vi anser dette forskningsarbeidet som et lite innblikk i et komplekst tema, men mange interessante mulige veier å videre kunne forske på.

9 Litteraturliste

- Ambrose, Rebecca, Clement, Lisa, Philipp, Randolph, & Chauvot, Jennifer. (2004). Assessing prospective elementary school teachers' beliefs about mathematics and mathematics learning: Rationale and development of a constructed - response - format beliefs survey. *School Science and Mathematics, 104*(2), 56-69.
- Artigue, Michèle, & Blomhøj, Morten. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM, 45*(6), 797-810.
- Bakker, Arthur, & van Eerde, Dolly. (2015). An introduction to design-based research with an example from statistics education. I *Approaches to qualitative research in mathematics education* (s. 429-466): Springer.
- Beswick, Kim. (2012). Teachers' beliefs about school mathematics and mathematicians' mathematics and their relationship to practice. *Educational Studies in Mathematics, 79*(1), 127-147.
- Bishop, Alan, Seah, Wee Tiong, & Chin, Chien. (2003). Values in Mathematics Teaching—The Hidden Persuaders? I *Second international handbook of mathematics education* (s. 717-765): Springer.
- Blomhøj, Morten. (2004). Mathematical modelling. I *International perspectives on learning and teaching mathematics*: National Center for Mathematics Education.
- Braun, Virginia, & Clarke, Victoria. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology, 3*(2), 77-101.
- Chen, Qian, & Leung, Frederick Koon Shing. (2015). Analyzing Data and Drawing Conclusion on Teachers' Beliefs. I *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education* (s. 281-294): Springer.
- Clement, John. (2000). Analysis of clinical interviews: Foundations and model viability. *Handbook of research design in mathematics and science education, 547-589*.
- Cohen, Louis, Manion, Lawrence, & Morrison, Keith. (2013). *Research methods in education*: Routledge.
- Cooney, Thomas J. (1999). Conceptualizing teachers' ways of knowing. I *Forms of Mathematical Knowledge* (s. 163-187): Springer.
- Cooney, Thomas J, Shealy, Barry E, & Arvold, Bridget. (1998). Conceptualizing belief structures of preservice secondary mathematics teachers. *Journal for research in mathematics education, 30*6-333.
- Creswell, John W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*: Sage publications.
- Creswell, John W, & Miller, Dana L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into practice, 39*(3), 124-130.
- Engeln, Katrin, Euler, Manfred, & Maass, Katja. (2013). Inquiry-based learning in mathematics and science: a comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries. *ZDM, 45*(6), 823-836.
- Gómez-Chacón, Inés María. (2000). Affective influences in the knowledge of mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 43*(2), 149-168.
- Gregg, Jeff. (1995). The tensions and contradictions of the school mathematics tradition. *Journal for Research in Mathematics Education, 44*2-466.
- Guskey, Thomas R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational researcher, 15*(5), 5-12.

- Harel, G. (2013). *Intellectual need* (Vol. 9781461469773).
- Harel, Guershon. (2008a). DNR perspective on mathematics curriculum and instruction, Part I: focus on proving. *ZDM*, 40(3), 487-500.
- Harel, Guershon. (2008b). A DNR perspective on mathematics curriculum and instruction. Part II: with reference to teacher's knowledge base. *ZDM*, 40(5), 893-907.
- Lesh, Richard, & Zawojewski, Judith. (2007). Problem solving and modeling. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 2, 763-804.
- Lincoln, VS, & Guba, EG. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, CA., Sage.
- Lithner, Johan. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67(3), 255-276.
- Maaß, Katja, & Artigue, Michèle. (2013). Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis. *ZDM*, 45(6), 779-795.
- Mewborn, Denise S. (1999). Reflective thinking among preservice elementary mathematics teachers. *Journal for research in mathematics education*, 316-341.
- Philipp, Randolph A. (2007). Mathematics Teachers. I Beliefs and A ect'. In: FK Lester, Jr.(ed.): *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Charlotte, NC: Information Age Publishing (s. 257-315).
- Richardson, Virginia. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. *Handbook of research on teacher education*, 2, 102-119.
- Schoenfeld, Alan H. (2007). Method. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 2, 69-111.
- Schoenfeld, Alan H. (2010). *How we think: A theory of goal-oriented decision making and its educational applications*: Routledge.
- Schoenfeld, Alan H. (2015). What counts, when? Reflection on beliefs, affect, attitude, orientations, habits of mind, grain size, time scale, context, theory, and method. *From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education*, 395-404.
- Smith III, John P. (1996). Efficacy and teaching mathematics by telling: A challenge for reform. *Journal for Research in Mathematics Education*, 387-402.
- Stein, Mary Kay, Engle, Randi A, Smith, Margaret S, & Hughes, Elizabeth K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical thinking and learning*, 10(4), 313-340.
- Straus, Anselm, & Corbin, Juliet. (1990). Basics of qualitative research. *Grounded theory procedures and techniques*.
- Strauss, Anselm, & Corbin, Juliet M. (1997). *Grounded theory in practice*: Sage.
- Zaslavsky, Orit, Nickerson, Susan D, Stylianides, Andreas J, Kidron, Ivy, & Winicki-Landman, Greisy. (2011). The need for proof and proving: mathematical and pedagogical perspectives. I *Proof and proving in mathematics education* (s. 215-229): Springer.

9.1 Nettsider

TRU-math, *rammeverk for utforskende matematikk*. Sist åpnet: 1.10.2017

<http://map.mathshell.org/lessons.php?unit=6100&collection=8&redir=1>

Vedlegg 1: intervjuguide

Del 1

MATEMATIKK:

Hva er matematikk og hvordan vil du beskrive matematikk som felt?

Er det forskjeller mellom matematikk og skolematematikk? I så fall, hvilke?

Er matematikk noe vi gjør alene eller sammen med andre?

Er matematikk meningsfylt i seg selv eller et verktøy i andre fag?

På hvilken måte er matematikk viktig for verden? For individer?

LÆRING:

Hvordan opplevde du matematikk selv som elev og student?

Hva kjennetegner en elev som er flink i matematikk?

Hvordan ser det ut når elever jobber godt med matematikk?

Hvordan lærer man seg matematikk?

Kan alle lære seg og bli flink i matematikk?

Lærer alle matematikk på samme måte?

UNDERVISNING:

Kan du beskrive en ideell undervisningsøkt i matematikk?

Hva er lærerens viktigste jobb i en matematikktime?

Hva er en god matematikkoppgave?

Hva er god tilbakemelding/feedback når en elev spør et spørsmål eller sitter fast?

Hvordan kan vi skape meningsfulle koblinger mellom forskjellige matematiske begreper og ideer?

Hvordan kan vi legge til rette for at alle elever i en klasse kan delta i undervisningen og lære matematikk?

Hvordan kan vi finne ut hva elever kan og forstår i matematikk?

Hvordan ville du introdusert temaet areal?

Hva er det viktig for deg å tenke på når du lager oppgaver til elevene om areal av rektangler?

Når er det hensiktsmessig å arbeide med problemløsning i matematikken?

Del 2.

Hvilken påstand er du mest enig i og hvorfor?

- Skolematematikk handler om å lære seg grunnleggende ferdigheter som elevene trenger i hverdagen sin.
- Matematikk er en interessant og kreativ prosess, men først trenger elevene en del grunnleggende ferdigheter.
- Skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å lære seg de ferdighetene de trenger i hverdagen sin.
- Skolematematikken handler om å løse problemer og få elevene motivert til å se på matematikk som interessant og en kreativ prosess.

Del 3.

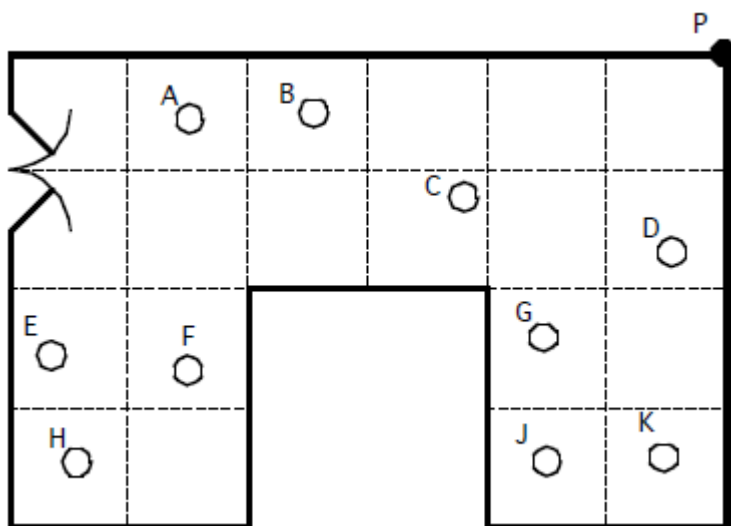
Hva synes du om denne oppgaven?

Ville du brukt den i egen undervisning? Hvordan?

Hva lærer elevene av å jobbe en slik oppgave?

En butikkeier ønsker å hindre nasking. Han bestemmer seg for å installere et overvåkingskamera i taket i butikken. Kameraet kan rotere 360 grader. Butikkeieren plasserer kameraet i punkt P.

Tegningen viser en oversikt av butikken



Tegningen viser ti personer som er inne i butikken.

Personene er markert med punktene A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K.

1. Hvilke personer kan ikke sees med kameraet? Forklar hvordan du vet det.
2. Butikkeieren sier at «15% av butikken er skjult for kameraet». Vis at han har rett.
3. Vis den beste plasseringen av kameraet, slik at det kan se så mye som mulig av butikken. Forklar hvorfor dette er den beste plasseringen.

Vedlegg 2: deltagelse prosjekt for studenter

Invitasjon til å delta i prosjekt

Styrking av praksisopplæringa for lærarstudentar i matematikk

Presentasjon:

Målet med prosjektet er å auke kvaliteten på praksisopplæringa i lærarutdanninga og å fobedre koblinga mellom teori og kvalitet. Prosjektet går ut på at lærarstudentar skal prøve ut forskingsbaserte opplegg i matematikk, filme si eiga undervisning, og deretter reflektere over gjennomføringa. Fokus på filminga blir på læraren som gjennomfører filminga, men også elevane sine bidrag er viktige å få med.

Det vil også bli gjennomført gruppeintervju av lærarstudentane i ettertid.

Om opplegget og gjennomføring:

Dette skal foregå i inntil tre timar i lærarstudentane sin praksis hasuten 2016 og tilsvarande i praksisen våren 2017.

Formelle avklaringar:

Prosjektet er meldt inn til Norsk samfunnsvitenskapelige datatjeneste (NSD) som ivaretar personvernet i forskning ved UiT – Norges Arktiske Universitet.

Opptaka blir lagra trygt på datamaskin ved UiT og blir berre tilgjengelig for prosjektmedarbeidarane. Etter at prosjektet er slutt vil alle opptak bli sletta.

Det er frivillig å delta og man kan på eit kvart tidspunkt og utan grunngjeving trekke seg frå undersøkinga.

Med helsing frå

Ove Gunnar Drageset

prosjektleder

Kontaktinformasjon:

UiT – Norges Arktiske Universitet, Ove Gunnar Drageset, ove.drageset@uit.no, tlf 77660274

Svarslipp

Styrking av praksisopplæringa for lærarstudentar i matematikk

Skjema for lærarstudentar

Navn: _____

Jeg godkjenner med dette deltakelse i prosjektet. Deltakelsen innebærer filming av aktiviteter barnet deltar i.

Underskrift: _____ Dato: _____

