



Uit

NORGES
ARKTISKE
UNIVERSITET

Fakultet for naturvitenskap og teknologi
Institutt for matematikk og statistikk

Dobbelt så mye (eller enda mer!)

Matematikkundervisning på Nordnorsk Vitensenter.

Lene Haugland

MAT – 3906 Masteroppgave i matematikk, Lektorutdanning i realfag

Juni 2017



Forord

Jeg må benytte anledningen til å rette takk til alle som har vært til hjelp under arbeidet med dette prosjektet.

Takk til Nord Norsk Vitensenter som viste tillit ved å la meg utføre forskningen i samarbeid med senteret. En særlig takk rettes til vitensenterpedagogene som har vært involvert i prosessen, og da spesielt Anne og Astrid. Deres engasjement for matematikkformidling er inspirerende!

Mine veiledere fra Universitetet har vært til god hjelp fra start til slutt. Anne er pedagog i ordets rette forstand. Takk til både deg og Trygve for hjelpsom veiledning.

Takk til venner på studiet som har vært gode samarbeidspartnere og kaffe-pause-kamerater gjennom siste fem år. Tenk at vi er i mål!

Venner og familie fortjener all verdens takk for all tid som har gått til støttende og morsomme telefonsamtaler under hele studieløpet.

Til slutt rettes en stor takk til min samboer, Kenneth. Takk for at du leste korrektur! Og ikke minst for at du har vært et lyspunkt å komme hjem til, både på fine og slitne dager.

Lene

Sammendrag

Forskningsstudien er en case-studie. Casen er to pedagoger fra Nordnorsk Vitensenter og deres arbeidsform med matematikkundervisning.

Studien undersøker hvordan vitensenterpedagogenes arbeidsform kan relateres til *Lesson Study* og til matematisk kreativt arbeid gjennom Sriramans definisjon.

Studien indikerer at arbeidsformen til vitensenterpedagogene kan relateres til Lesson Study gjennom et påstått *Konaikenshu-mål* og gjennom flere likhetstrekk til hvert steg av *Lesson-Study-prosessen*.

Studien indikerer også at vitensenterpedagogenes arbeid kan relateres til alle fire stadier av gestaltmodellen; *preparasjon, inkubasjon, illuminasjon og verifikasjon*, som, ifølge Sriramans argumentasjon, er nødvendig for å kunne karakterisere en persons arbeid med et matematisk problem for et matematisk kreativt arbeid.

Innhold

1	Introduksjon	9
1.1	Forskningsspørsmål	9
2	Teori	11
2.1	Vitensenter.....	11
2.1.1	Vitensentre i Norge	11
2.1.2	Nordnorsk Vitensenter	11
2.2	Algebra	13
2.2.1	Algebra for matematikere.....	13
2.2.2	Algebra for elever i norsk grunnskole.....	14
2.3	Lesson Study.....	17
2.3.1	Lesson Study og aksjonsforskning.....	17
2.3.2	Lesson study	17
2.3.3	Lesson Studys seks steg	18
2.4	Matematisk kreativitet	21
2.4.1	Perspektiver på matematisk kreativitet	21
2.5	Norske elevprestasjoner i matematikk på TIMSS 2015	23
3	Metodisk tilnærming	25
3.1	Case-studie.....	25
3.2	Kredibilitet og overførbarhet av beskrivelser case-studier.....	27
3.3	Casen på Nordnorsk Vitensenteret.....	29
3.4	Data og datainnsamling	31
3.4.1	Data	31
3.4.2	Kvalitativt forskningsintervju	31
3.5	Spesifikasjoner om case, utvalg og intervjuform	33
3.6	Etiske hensyn.....	35
3.7	Analyse av case	37
4	Analyse.....	39
4.1	Analyse av intervju	39
4.1.1	Konaikenshu-mål	39
4.1.2	Dialog og idemyldring - Lesson Studys første steg	40
4.1.3	Dobbelt så mye (eller enda mer!) – Lesson Study prosessen i sin helhet	42
4.1.4	Matematisk innhold i Dobbelt så mye (eller enda mer!).....	45
4.2	Oppklarende kommentarer fra vitensenterpedagogene	49
5	Diskusjon.....	51
5.1	Arbeidsformen til vitensenterpedagogene sammenlignet med Lesson Study	51

5.2	Vitensenterpedagogenes arbeidsform som matematisk kreativt arbeid gjennom Sriramans definisjon.....	55
6	Avslutning	57
7	Vedlegg	59
7.1	Intervjuguide.....	59
7.2	Oppfølgingsspørsmål.....	60
8	Referanser.....	61

1 Introduksjon

Denne forskningsstudien er siste ledd i et femårig lektorløp innen realfag ved universitetet i Tromsø. Som helgeansatt på Nordnorsk Vitensenter fant jeg det interessant å undersøke arbeidsmetodene til faglige ansatte på senteret nærmere. Nordnorsk Vitensenter er et populærvitenskapelig underholdningssenter som søker å spre realfagsinteresse hos barn og voksne (Nordnorsk Vitensenter, 2017). På senteret arbeider to pedagoger som har stor interesse for å undervise matematikk til barn og unge. Gjennom denne casen har jeg fått delta i deres undervisning av matematikkundervisningen *Dobbelt så mye (eller enda mer!)*.

Vitensenterpedagogenes måte å arbeide på sammenlignes i denne studien mot et Japansk utviklingsarbeid for undervisning kalt *Lesson Study*. Gjennom *Lesson Study* går en gruppe lærere sammen for å planlegge, gjennomføre og reflektere over undervisning. (Fernandez & Yoshida, 2004). I de fleste tilfeller ligger et utviklingsmål til grunn for *Lesson Study*. Utviklingsmålet retter seg mot en egenskap eller en ferdighet som lærerne mener elevene skal arbeide mot, og målet settes i sammenheng med et fag. I denne studien er det matematikkundervisning som er i fokus.

Vitensenterpedagogenes arbeidsmåter blir også koblet mot matematisk kreativt arbeid. Til daglig kan kreativitet assosieres med skapende yrker, som kunstnere, forfattere og musikere. På grunn av dette er det lett for den allmenne person å assosiere kreativitet og matematikk som matematikkarbeid der et produkt skapes. Innenfor matematikdidaktikkfeltet er matematikk og kreativitet mer komplekst enn som så. Forskere på feltet dykker dypere inn i matematikeres og elevers arbeid med matematikk, for eksempel ved å se på tilnærminger til matematiske oppgaver, intensjoner med å ville løse dem og hvordan personer resonnerer underveis.

1.1 Forskningsspørsmål

Denne studien søker å svare på forskningsspørsmålet:

Hvordan kan vitensenterpedagogenes arbeidsform med matematikkundervisning relateres til Lesson Study-prosessen og matematisk kreativt arbeid gjennom Sriramans definisjon?

2 Teori

2.1 Vitensenter

2.1.1 Vitensentre i Norge

Et vitensenter er et populærvitenskapelig opplevelses- og læringscenter innenfor matematikk, naturvitenskap og teknologi der de besøkende lærer ved å eksperimentere selv (Norges Forskningsråd, 2016). Utstillingene på vitensentrene er interaktive, noe som betyr at besøkende skal delta aktivt i sin læringsprosess gjennom handlinger, samarbeid, dialog og refleksjon (ibid.). Vitensentrene er åpne for den allmenne befolkningen. I tillegg retter sentrene seg direkte mot barnehager, skoler og lærere/lærerutdanninger, blant annet ved å tilby supplerende undervisning til ordinær skoleundervisning i naturfag, matematikk og teknologi. Sentrene arbeider aktivt for å samarbeide med lokale forskningsmiljøer, næringsliv og samfunnsaktører for å utvikle utstillinger, arrangementer og andre tilbud som er faglig oppdaterte og som belyser samfunnsrelevante problemstillinger.

Blant de nordiske landene er Norge det eneste landet med et målrettet program for å utvikle regionale vitensentre som dekker hele landet. Satsingen på regionale vitensentre er et av tiltakene i myndighetenes strategi- og tiltaksplaner for å øke interessen for og rekrutteringen til realfag (Norges Forskningsråd, 2016). I 2003 åpnet de tre første vitensentre i Norge. Det var *Norsk Teknisk Museum, Vitensenteret i Trondheim og Jærmuseet*. Tre prøveprosjekt uten egne publikumslokaler ble i tillegg etablert i Bergen, Gjøvik og Troms. I dag er det ti vitensentre som sammen utgjør et helhetlig nasjonalt tilbud i Norge (ibid.). Regionene er store, derfor tilbyr noen sentre mobile utstillinger og vitenshow som kan tas ut av senterets lokaler og vises i andre deler av regionen.

2.1.2 Nordnorsk Vitensenter

Nordnorsk Vitensenter er lokalisert i Tromsø og Alta, med særskilt ansvar for Nordland, Troms, Finnmark og Svalbard (Nordnorsk Vitensenter, 2017). I tillegg til å holde senteret i Tromsø åpent for besøkende i ukedager og helger, tilbyr ansatte å reise ut til ulike skoler i begge fylkene med forestillinger og undervisningssekvenser. Undervisningstilbudene er laget med spesifikke alderstrinn i tankene, som spenner seg fra og med barnehage, barne-, mellom- og ungdomstrinn, til videregående skole, lærere og voksne (Nordnorsk Vitensenter, 2017). I februar 2017 var fem undervisningsopplegg tilgjengelig for barnehagebarn, der to har matematisk fokus. Undervisningsoppleggene heter *Fru Sirkel* og *Hvor mange?* og sikter på å gi barna en grunnleggende forståelse av begrepene «antall», «rom» og «form» (Nordnorsk Vitensenter,

2017). Til grunnskolen finnes det 28 undervisningsopplegg å velge blant. Hvert undervisningsopplegg er rettet mot spesifikke aldersgrupper. Det faglige innholdet i undervisningsoppleggene er for det meste konsentrert om en retning innen naturfag, matematikk eller teknologi. For eksempel tilbyr senteret 10 ulike undervisningsopplegg for elever på 1. – 4.trinn og tre er rettet mot matematikk (Nordnorsk Vitensenter, 2017). Et av navnene er *Helt firkanta* der geometri, tall og algebra er matematiske tema som blir undersøkt. På begge undervisningsoppleggene i matematikk som er rettet mot 5. – 7.trinn er det geometri som er i fokus (Nordnorsk Vitensenter, 2017). Til ungdomstrinnet er det ett undervisningsopplegg som er rettet spesifikt mot matematikk. Det går under navnet *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* og omfatter områdene «tall og algebra». Samlet sett er de matematiske områdene geometri, tall-forståelse og algebra som undervisningsoppleggene er rettet mot (Nordnorsk Vitensenter, 2017).

I tillegg til å ha utstillingene åpne for allmennheten og undervisningstilbud fra barnehagebarn til voksne, arrangerer Nordnorsk Vitensenter ulike tilbud til barn og ungdom året igjennom for å øke interesse for realfag og teknologi blant unge. Et eksempel er *FIRST LEGO League*, en teknologi- og forskningskonkurransse for barn og ungdom mellom 10 og 16 år som arrangeres hver høst over hele verden (Nordnorsk Vitensenter, 2017). Da kan barn gå sammen og bli ekte forskere, designere og teknologer når de designer, bygger og programmerer egne LEGO-roboter. Nord Norsk Vitensenter har ansvaret for gjennomføringen av konkurransen i Tromsø, og tilbyr informasjon og kurs til unge og voksne i regionen.

Visjonen til Nordnorsk vitensenter er *Vi gjør realfag til en lek, men vi leker ikke realfag* (Nordnorsk Vitensenter, 2017). Senterets målsetninger er: *Kreativitet, nysgjerrighet og realfagsglede i alt vi gjør, Variert og elevaktiv undervisning, Kunnskap er navet i nordområdestrategien – litt nord i alt vi gjør, Redusere regionale forskjeller i læringsutbyttet, Øke rekruttering ved å gi opplevelser av realfagenes relevans, Møteplass for skole, familie og næringsliv og Være en arena for mestring, opplevelser og lek – allmenndannelsen (ibid.).*

2.2 Algebra

2.2.1 Algebra for matematikere

Mohammed ibn-Musa al-Khowarizmi levde på 800-tallet og var astronom og matematiker på Al-Mamun, «Visdommens Hus», i Bagdad (Boyer, 1968). Han skrev over et halvt dusin tekster om astronomi og matematikk, der spesielt to bøker om aritmetikk og algebra har spilt en stor rolle i matematikkens historie. Ordet «algebra» stammer fra tittelen på hans mest kjente bok i Europa, *Al-jabr wa'l muqābalah*, som Europeere brukte for å lære seg algebra (ibid.). Araberne likte generelt klare argumentasjoner fra premiss til konklusjon, så vel som en systematisk organisering. De likte en mer praktisk rettet og jordnær tilnærming til matematikk. Det er ikke helt sikkert nøyaktig hvilken oversettelse til «al-Jabr» som tilegner meningen al-Lhowarizmi var ute etter, men en vanlig tolkning er «restaurering» eller «ferdigstillelse» og kan referere til transponeringen av subtraherte termer til den andre siden av en ligning (ibid.). Ordet «muqābalah» kan referere til «reduksjon» eller «balansering», og gir assosiasjoner til det mange norske ungdomsskoleelever i dagens grunnskole møter i matematikkundervisningen i form av kansellering av like termer på motsatt side av en ligning.

Fra 800-tallet og fram til i dag har det skjedd store framsteg i algebrafeltet. Dagens matematikere deler algebra inn i klassisk-, moderne- og abstrakt algebra (Allenby, 1983). Det finnes ikke en universell beskrivelse av grenene, men en forklaring på «klassisk algebra» er klassisk algebra som et synonym for teori om ligninger, en teori der symboler som representerer tall (komplekse, ekte, eller rasjonelle) blir manipulert (ibid.). En beskrivelse av «moderne algebra» er «den algebraen som kommer senere», noe av denne algebraen oppstår ved å gå dypere i klassisk algebra der symbolene som manipuleres ikke lenger er begrenset til å representere tallkvantiteter (ibid.). «Abstrakt algebra» definerer generaliseringer av moderne algebra med hovedfokus på algebraiske system som kun er definert av postulat eller aksiomer (som regel ikke tilfeldig valgt, men med flere konkrete forhold i tankene), symbolene som manipuleres blir ikke tilegnet noen spesiell betydning (ibid.). Abstrakt algebra hviler på aksiomer for såkalte «ringer», «kropper», grupperinger, og vektorrom for å forstå algebraiske manipulasjoner (Mac Lane & Birkhoff, 1979).

Klassisk, moderne og abstrakt algebra er algebra på universitetsnivå som professorer og matematikere spesialiserer seg innen. En elev i grunnskolen, lærer med høyskoleutdannelse, eller en professor ved et universitet vil ha forskjellig dybde og omfang i sine algebra-

kunnskaper. Ordet «algebra» kan dermed gi forskjellige assosiasjoner etter hvilket matematisk nivå en person befinner seg på.

2.2.2 Algebra for elever i norsk grunnskole

På grunnskolenivå i Norge er det utdanningsdirektoratet som bestemmer innhold i læreplanene. For alle fag beskriver læreplanen formål med faget, hvordan grunnleggende ferdigheter skal komme til uttrykk gjennom faget, hovedområder, timetall, vurderingsformer og kompetansemål.

Hovedområdene i læreplanen for matematikk fellesfag er *Tall og Algebra*, *Geometri*, *Måling*, *Statistikk*, *sannsynlighet og kombinatorikk*, *Funksjoner* og *Økonomi* (Utdanningsdirektoratet, 2017). Området *Tall og Algebra* beskrives som følgende:

«Hovedområdet tall og algebra handler om å utvikle tallforståelse og innsikt i hvordan tall og tallbehandling inngår i systemer og mønster. Med tall kan man kvantifisere mengder og størrelser. Området tall omfatter både hele tall, brøk, desimaltall og prosent. Algebra i skolen generaliserer tallregning ved at bokstaver eller andre symboler representerer tall. Det gir anledning til å beskrive og analysere mønster og sammenhenger. Algebra benyttes også i forbindelse med hovedområdene geometri og funksjoner.» (Utdanningsdirektoratet, 2017)

Læreplanen for matematikk fellesfag i grunnskolen har blant annet følgende å si om formålet med matematikkfaget i grunnskolen:

«Matematisk kompetanse innebærer å bruke problemløsning og modellering til å analysere og omforme et problem til matematisk form, løse det og vurdere gyldigheten av løsningen. Dette har også et språklig aspekt, som det å formidle, samtale om og resonnere omkring ideer. Kompetanse i matematikk er en viktig redskap for den enkelte og faget kan legge grunnlag for å ta videre utdanning og for deltakelse i yrkesliv og fritidsaktiviteter.

Matematikkfaget i skolen medvirker til å utvikle den matematiske kompetansen som samfunnet og den enkelte trenger. For å oppnå dette må elevene få mulighet til å arbeide både praktisk og teoretisk. Opplæringen veksler mellom utforskende, lekende, kreative og problemløsende aktiviteter og ferdighetstrening. I praktisk bruk viser matematikk sin nytte som redskapsfag. I skolearbeidet utnytter en sentrale ideer, former, strukturer og sammenhenger i faget. Elevene må utfordres til å kommunisere matematikk skriftlig, muntlig og digitalt. Det må legges til rette for at både jenter og gutter får rike erfaringer med matematikkfaget, som skaper positive

holdninger og en solid fagkompetanse. Slik blir det lagt et grunnlag for livslang læring.» (Utdanningsdirektoratet, 2017)

Grunnleggende ferdigheter er integrert i kompetansemålene, der de medvirker til utvikling av og er en del av fagkompetansen. I matematikk forstås grunnleggende ferdigheter slik:

«*Muntlige ferdigheter* i matematikk innebærer å skape mening gjennom å lytte, tale og samtale om matematikk. Det innebærer å gjøre seg opp en mening, stille spørsmål og argumentere ved hjelp av både et uformelt språk, presis fagterminologi og omgrepbruk. Det vil si å være med i samtaler, kommunisere ideer og drøfte matematiske problem, løsninger og strategier med andre.» (Utdanningsdirektoratet, 2017).

«*Å kunne skrive* i matematikk innebærer å beskrive og forklare en tankegang og sette ord på oppdagelser og ideer. Det innebærer å bruke matematiske symbol og det formelle matematiske språket til å løse problemer og presentere løsninger. Videre vil det si å lage tegninger, skissere figurer, grafer, tabeller og diagrammer som er tilpasset mottaker og situasjon.» (Utdanningsdirektoratet, 2017).

«*Å kunne lese* i matematikk innebærer å forstå og bruke symbolspråk og uttrykksformer for å skape mening i tekster fra dagligliv og yrkesliv, så vel som matematikkfaglige tekster. Matematikkfaget er preget av sammensatte tekster som inneholder matematiske uttrykk, grafer, diagram, tabeller, symbol, formler og logiske resonnement. Lesing i matematikk innebærer å sortere informasjon, analysere og vurdere form og innhold, og sammenfatte informasjon fra ulike element i tekster.» (Utdanningsdirektoratet, 2017).

«*Å kunne regne* i matematikk innebærer å bruke symbolspråk, matematiske begreper, framgangsmåter og varierte strategier til problemløsning og utforskning som tar utgangspunkt både i praktiske, dagligdagse situasjoner og matematiske problem. Det innebærer å kjenne igjen og beskrive situasjoner der matematikk inngår, og bruke matematiske metoder til å behandle problemstillinger. Eleven må også kommunisere og vurdere gyldigheten av løsninger.» (Utdanningsdirektoratet, 2017).

«*Digitale ferdigheter* i matematikk innebærer å bruke digitale verktøy til læring gjennom spill, utforskning, visualisering og presentasjon. Det handler også om å kjenne til, bruke og vurdere digitale verktøy til beregninger, problemløsning, simulering og modellering. Videre vil det si å finne informasjon, analysere, behandle og presentere data med formålsnyttige verktøy, og være kritisk til kilder, analyser og resultater.» (Utdanningsdirektoratet, 2017).

2.3 Lesson Study

2.3.1 Lesson Study og aksjonsforskning

Aksjonsforskning er en oversettelse fra det engelske action research (Høie, 2010). Aksjonsforskning og *Lesson Study* har flere likhetstrekk. Begge har som hensikt å vurdere og utvikle undervisningspraksis. Hovedforskjellen er *Lesson Studys* vektlegging av å utvikle egenskaper i elever gjennom arbeid mot et faglig rettet mål. Da *Lesson Study* fokuserer på utvikling av elevferdigheter gjennom faglige mål, blir vitensenterpedagogenes arbeidsform analysert mot *Lesson Study* framfor aksjonsforskning.

2.3.2 Lesson study

Jugyokenkyu er et japansk begrep satt sammen av ordene *jugyo* og *kenkyu*, som med direkte oversettelse blir *Lesson study* på engelsk. «As denoted by this term, lesson study consist of the study or examination of teaching practice» (Fernandez & Yoshida, 2004, s. 7). Den engelske forklaringen på Lesson study tilsier at Lesson Study er analyse av undervisning. Målet med *Lesson Study* er å forske på et forskningsspørsmål lærerne har valgt å fokusere på for å bedre forståelsen for hvordan lærere kan oppmuntre elever til å bli autonome lærende. I Japan utfolder *Lesson Study* seg som en prosess for en gruppe lærere som sammen planlegger undervisning, hver for seg utfører undervisningen samtidig som de andre lærerne observerer og sammen reflekterer over undervisningen i etterkant. Slike timer er kalt *kenkyujugyo*, som er en reversering av begrepet *Jugyokenkyu* og betyr analysetimer, eller mer spesifikt; timer som er gjenstand for undersøkelse (Fernandez & Yoshida, 2004).

Den mest vanlige formen å utføre *Lesson Study* er innen en enkelt skole, som en del av en aktivitet kalt *konaikenshu*. Begrepet *konaikenshu* er som *jugyokenkyu* laget av to japanske ord. «*Konai*» betyr «In school» på engelsk, som oversettes til «i skolen» på norsk. «*Kenshu*» betyr «training», som på norsk betyr «øving» (Fernandez & Yoshida, 2004). Det som gjør *Konaikenshu* spesiell er at det gir lærerne profesjonell utvikling mens de er i arbeid. Aktiviteten samler hele lærerkollegiet på en skole for å arbeide mot et mål som alle lærerne ser på som et viktig felles utviklingsmål for elevene. Lærerne velger *Konaikenshu*-mål ved å se på skolens overordnede visjoner for elevene og sammenligner visjonene mot elevenes skoleprestasjoner (ibid.). Et mål kan rette seg mot å utvikle elevenes innstilling til læring, skolen, medelever eller til seg selv. Forskerne Lewis og Tsuchida fant i sin analyse fra 1997 at ordet «autonomi» var det mest brukte ordet i *Konaikenshu*-mål (som sitert i Fernandez & Yoshida, 2004, s.10). Selv om målene ofte spiller på å utvikle bredere ferdigheter, fant forskerne Kitayama & Yamada i

1992 og forskeren Nakatome i 1984 at de fleste skolene tilnærmer målet ved å arbeide mot målet i en kontekst der et bestemt akademisk område eller fag ble studert (som sitert i Fernandez & Yoshida, 2004, s.10). Et mål om å øke nysgjerrigheten hos elever vil dermed kunne bli tilnærmet ved å arbeide med å øke nysgjerrigheten hos elever når de arbeider med matematikk. Lewis & Tsuchida fant også i sin studie at det er vanlig for en skole å ha det samme *Konaikenshu*-målet over flere år (som sitert i Fernandez & Yoshida, 2004, s.13). Forskjellige aspekter eller perspektiv på målet kan vektlegges ulikt fra år til år. Fokus på samme mål over lang tid skal gi skolene nok tid til å se en signifikant framgang mot *Konaikenshu*-målet. Lærere deltar i *Konaikenshu*-baserte Lesson study på fire til seks deltakere som tar ansvar for å planlegge the study lesson. På store skoler vil det være nok lærere til at lærere som tilhører like klassetrinn kommer sammen. På mindre skoler går lærere sammen på tvers av klassetrinn, men med liknende alderstrinn. For eksempel kan en gruppe bestå av lærere fra første- til og med tredje klasse.

2.3.3 Lesson Studys seks steg

Steg 1: Planlegging av Study Lesson i fellesskap

Gruppen av lærere planlegger «undersøkelsestimen» i fellesskap. Lærerne deler sine ideer, observasjoner av deres nåværende elever, deres undervisningsråd, deres pensumbok og andre kilder/ressurser. Sluttproduktet til dette steget er en «lesson»-plan som forklarer designet i detalj som gruppen har bestemt for deres «lesson» (Fernandez & Yoshida, 2004).

Steg 2: Study Lesson får utfolde seg i klasserommet

Det neste steget er at en av lærerne i gruppen underviser den planlagte undervisningen fra steg en og videre til sine elever. Implementeringen har en offentlig karakter siden de andre lærerne observerer undervisningen. Lærerne som observerer kommer til undervisningen med «lesson»-planen i hånden, som de bruker som en guide for hva de skal se etter under undervisningen (Fernandez & Yoshida, 2004).

Steg 3: Diskusjon rundt Study Lesson

Når undervisningen er ferdig, samles lærerne for å reflektere over «the lesson»/undervisningen. Lærerne deler sine observasjoner og kommer med observasjoner og forslag til undervisningen.

Steg 4: Går tilbake til Study Lesson (Valgfritt)

Noen grupper stopper prosessen her. Andre velger å revidere og re-undervise undervisningen slik at de kan fortsette å lære fra undervisningen. Denne revisjonsprosessen fører til en oppdatert versjon av «the lesson»-plan som reflekterer alle forandringene som læreren har bestemt seg for å gjøre til designet av the lesson (Fernandez & Yoshida, 2004).

Steg 5: Undervise den nye versjonen av Study Lesson (Valgfritt)

En annen lærer fra gruppen underviser den nye versjonen av the study lesson til hans/hennes studenter samtidig som de andre lærerne observerer. Hvis lærere ikke har mulighet til å delta i begge lessons, er det ofte representasjonen av den forbedrede undervisningssituasjonen som prioriteres, da denne i større grad representerer kulmineringen av gruppens arbeid på «the study lesson» (Fernandez & Yoshida, 2004).

Det er ikke vanlig at samme lærer underviser den planlagte undervisningstimen mer enn en gang. Selv ikke til sin egen elevgruppe en ekstra gang, eller til en annen elevgruppe. En grunn til dette er at antall elever og lærere som undervisningen blir prøvd ut på, blir større og dermed får lærerne en større base å hente erfaringer fra. En annen grunn er at det gir flest mulig lærere en mulighet til å undervise foran andre lærere. Det er også uvanlig at en gruppe revurderer og re-underviser undervisningen en tredje gang. Det er begrenset hvor mye en gruppe kan lære fra å undersøke en bestemt undervisningstime. Det blir sett på som mer produktivt å gå videre til en helt ny undervisning enn å besøke den samme undervisningen flere ganger. I tillegg blir det lite logisk og vanskelig å arbeide med samme undervisning ettersom elevene kommer seg gjennom pensum (Fernandez & Yoshida, 2004).

Steg 6: Dele refleksjoner om den nye versjonen av Study Lesson

Lærerne samles for å diskutere deres reaksjoner til det de mente endret seg fra den første undervisningen til den andre, forbedrede undervisningen. Lærerne deler sine observasjoner, kommentarer og forslag. Gjennom alle study lessons-møtene, og spesielt når lærerne deler sine refleksjoner om study lesson de har observert, er det vanlig at et gruppe-medlem skriver nyttige notater. På denne måten lagres en oversikt over alle gode ideer og innspill som lærerne kan se tilbake på ved et senere samarbeid (Fernandez & Yoshida, 2004).

2.4 Matematisk kreativitet

2.4.1 Perspektiver på matematisk kreativitet

Hvorvidt en person eller en oppgave kan kobles til matematisk kreativitet avhenger hvilken definisjon på matematisk kreativitet som ligger til grunn. Mellin-Olsen skiller mellom *strukturbasert* og *instrumentell* matematisk forståelse (Mellin-Olsen, 1989). *Instrumentell* og *strukturbasert* matematisk forståelse kan eksemplifiseres med et antatt formål en skoleelev og en matematiker har med å lære seg matematikk. Se for deg en elev som øver på en regel gjentatte ganger til eleven har memorert hvert steg i regelen utenat. Eleven har et ønske om å huske regelen eller kjenne igjen når regelen skal brukes slik at eleven kan bruke regelen til å «få rett svar» på oppgaven i læreboken. En slik forståelse av matematikk blir definert som *instrumentell* forståelse av matematikk (Mellin-Olsen, 1989). Til kontrast vil en dyktig matematiker legge stor vekt på selve forståelsen av regelen og på det viset innehar matematikeren en *strukturell* matematisk forståelse.

En annen tilnærming til matematisk kreativitet er Lithners teoretiske rammeverk for analyse av matematiske resonnement og kreativitet hos elever når elever løser matematikkoppgaver. Lithner beskriver to typer resonnering som defineres som imitativ- og kreativ resonnering (Lithner, 2008). Resonnering som baserer seg på å imitere eller kopiere resonnement som allerede er utført av andre, kalles imitativ resonnering. Dette eksemplifiseres best med en elev som i sitt arbeid med en matematikkoppgave følger et matematisk eksempel på en lignende oppgave i læreboken. Trinn for trinn kan eleven følge stegene i eksempelregningen med sin egen oppgave og dermed komme frem til riktig svar. Det motstående til imitativ resonnering blir da kreativ resonnering. Gjennom kreativ resonnering har eleven resonneringer som kategoriseres ved originalitet, plausibilitet og matematisk fundament (Lithner, 2008). Originalitet for eleven som resonnerer vil i denne sammenheng være i form av et nytt resonnement eller et gammelt resonnement som gjenoppdages. Med plausibilitet menes det hvorvidt det finnes argumenter som støtter den valgte strategi og konklusjonene. Matematisk fundament omhandler hvorvidt argumentene bygger på de matematiske egenskapene ved de komponentene som inngår i resonnementet.

Sriraman vender sitt blikk mot matematikere og studerer hvordan matematikere løser matematiske problem og utvikler ny matematikk (Bharath, 2009). Sriraman definerer kreativitet som evnen til å produsere nytt og originalt arbeid. Denne definisjonen er ikke avhengig av hvilket nivå den kreative prosessen ligger på. Forskningen til Sriraman indikerer at

matematikernes kreative prosess følger gestaltmodellens fire stadier. Gestaltmodellens fire stadier er preparasjon-, inkubasjon-, illuminasjon- og verifikasjonsstadiet. I det første stadiet utfører matematikeren hardt og konsentrert arbeid for å få innsyn i det matematiske problemet som matematikeren står over (Bharath, 2009). Hovedmålet i preparasjonsstadiet er ikke å finne en løsning på problemet, men å få en forståelse av problemet. I det andre stadiet, inkubasjonsstadiet, går matematikeren vekk fra problemet for en stund. Matematikeren kan holde på med andre aktiviteter slik at tankene er opptatt med andre problemer. Inkubasjonsstadiet gir matematikeren en pause fra problemet, men det kan være at underbevisstheten fortsetter å arbeide med problemet. Dette kan føre til at matematikeren når illuminasjonsstadiet, der løsningen plutselig dukker opp i tankene til matematikeren. Løsningen kan dukke opp når matematikeren holder på med helt andre, urelaterte aktiviteter. Til slutt må ideen verifiseres for å se om den faktisk løser problemet (Bharath, 2009). Ved dette stadiet verifiseres og presiseres løsningen på problemet. På den ene siden kan inkubasjon og illuminasjon være styrt av underbevisstheten, mens preparasjon og verifikasjon foregår på det bevisste planet.

2.5 Norske elevprestasjoner i matematikk på TIMSS 2015

International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA, har foretatt internasjonale, komparative studier på skoleprestasjoner hos elever siden 1959 (TIMSS and PIRLS International Study Center, 2016). TIMSS, the Trends in International Mathematics, er en slik studie som IEA har hatt gående siden 1995 og 2001 (TIMSS and PIRLS International Study Center, 2016). Studien kartlegger elevers faglige prestasjoner i matematikk og naturfag for elever fra over 60 land. Hvert fjerde år gjennomføres tester på elever i to populasjoner, barnetrinnet og ungdomsskole. Norge har deltatt hvert år siden 1995, bortsett fra i 1999 (Ole Kristian Bergem H. K., 2016).

Norske elever presterer bra i matematikk på TIMSS 2015 for barnetrinnet (Ole Kristian Bergem H. K., 2016). Med en skår på 549 ligger Norge i toppen blant referanselandene Sverige, Danmark, Finland, England og USA. Sverige har en skår på 518 og kommer nederst av referanselandene. Til sammenligning troner Singapore på toppen av alle landene med en skår på 618. Landet etterfølges av andre østasiatiske land der Hongkong (Kina) er nummer to, Sør-Korea nummer tre, Taipei (Kina) nummer fire og Japan som nummer 5. Norge er rangert som nummer åtte.

Blant elever på ungdomstrinnet som deltok i TIMSS 2015 troner fortsatt Singapore på toppen med en skår på 612. Som ved barnetrinnet blir Singapore også her etterfulgt av andre østasiatiske land. Norske elever har en skår på 512 og får bli med det rangert som nummer 14 (Ole Kristian Bergem H. K., 2016). Danmark og Finland er ikke med, dermed er referanselandene kun Sverige, England og Danmark. Norge skårer høyere enn Sverige, men lavere enn både England og USA (begge med en skår på 518). Forskjellen er imidlertid innenfor statistiske feilmarginer og ikke signifikant. Sammen med Canada og Slovenia er Norge et av landene med lavest spredning i elevprestasjoner for elever på ungdomstrinnet.

Resultatene rapporteres også ut fra emneområder i matematikk. Elever på barnetrinnet testes i tre emneområder: Tall, Geometri og Statistikk (Ole Kristian Bergem H. K., 2016). Her presterer norske elever bra. Norske elever skårer høyest på alle emneområdene sammenlignet med andre nordiske land. Felles for Norge, Sverige og Finland er at elevene skårer svakest i emneområdet Tall og best i emneområdet statistikk. Selv om norske elever presterer bra på dette emneområdet for elever på barnetrinnet sammenlignet med andre nordiske land, er forskjellen på norske elevers prestasjoner og de østasiatiske elevenes prestasjoner, størst for dette emneområdet (Ole Kristian Bergem H. K., 2016).

Ungdomsskoleelever har i tillegg til de tre nevnte emneområdene tall, geometri og statistikk, også algebra som et emneområde. Elevene skårer bra i Tall og enda høyere i Statistikk, men betydelig lavere i Geometri og spesielt svakere i algebra (Ole Kristian Bergem H. K., 2016). England og til dels Sverige har nesten samme profil som Norge, men forskjellene i skår mellom de ulike emneområdene er imidlertid ikke like store som i Norge. Den største forskjellen mellom amerikanske og norske elever er i emneområdet Algebra. Her skårer de amerikanske elevene 54 poeng høyere enn de norske, altså over et halvt standardavvik høyere. Dette er svært mye gitt at forskjellen i gjennomsnittet totalt for USA og Norge bare er 6 poeng, som ikke regnes som signifikant. En såpass betydelig forskjell i skår i Algebra indikerer at dette emneområdet prioriteres ulikt i norsk og amerikansk skole.

3 Metodisk tilnærming

3.1 Case-studie

Case-studier kjennetegnes ved undersøkelsesopplegg som er rettet mot å studere mye informasjon om få enheter eller caser (Thagaard, 2013, s.56). Robert K. Yin definerer en case studie i form av forskningsprosessen og presenterer en tosidig definisjon (Yin, 2014, s. 9):

- 1) En case studie er en empirisk undersøkelse som undersøker et moderne fenomen (casen) i dybde og innen dets kontekst i den virkelige verden, spesielt når skillene/grensene mellom fenomenet og konteksten ikke nødvendigvis er særlig tydelig/markant.
- 2) En case-studie-undersøkelse håndterer situasjoner som er teknisk distinkte, siden de mange variablene som håndteres i undersøkelsen er mer spennende enn datapunkter, og som et resultat av dette krever multiple kilder til evidens, med data som må konvergere på en triangulær måte, og som drar nytte av tidligere utvikling av teoretiske proposisjoner til å guide datainnsamling og analyse.

Case studie skisseres som relevant tilnærming til forskningsspørsmål dersom formen på forskningsspørsmålet er av typen «hvordan» og/eller «hvorfor». Case studie er også relevant dersom det ikke kreves kontroll på utfall av hendelser og fokuset er på nåtidens hendelser.

Som Yin presiserer i sin definisjon, stiller ikke case studier krav til en spesifikk metode for datainnsamling. Teknikker som kan brukes er eksempelvis intervju, observasjon (både deltakende og ikke-deltakende, arkivfiler og fysiske artefakter).

Singel-case-studie er en case studie som er organisert rundt en enslig case. Her brukes en enkel tekst til å beskrive og analysere casen (Yin, 2014). Til motsetning er multippel-case-studie en case studie organisert rundt to eller flere caser. Rapportformatet til multippel-caser-studie fremstiller ofte mange singel-caser som egne kapitler som til sammen utgjør en helhetlig case. I tillegg vil rapporten inneholde et kapittel med analyser og resultater på tvers av casene. Et tredje format dekker enten en singel-case eller en multippel-case, men bruker ikke det konvensjonelle tekstformatet i rapporten. I stedet vil komposisjonen for hver case følge en serie av spørsmål og svar som er basert på spørsmål og svar som kommer av data i casen.

Eksplorative case studier er en case studie der meningen er å beskrive et fenomen i dets kontekst i den virkelige verden (Yin, 2014). Pilot-case-studie er en innledende case studie som har som mål å utvikle, teste eller raffinere det planlagte forskningsspørsmålet og prosedyrene som

senere vil bli brukt i den formelle case-studien. Dataen fra pilot-case-studiet skal da ikke bli brukt på nytt i den formelle casen.

3.2 Kredibilitet og overførbarhet av beskrivelser case-studier

Lincoln og Guba har brukt termer for å etablere tillit til sine studier, som for eksempel *kredibilitet*, *autentisitet*, *overførbarhet*, *avhengighet* og *evne til bekreftelse* som ekvivalente begrep til naturalistens *interne validitet*, *eksterne validitet*, *reliabilitet* og *objektivitet* (som sitert i W.Creswell, 2007, s. 204). For å operasjonalisere disse termene har de foreslått teknikker som langvarig engasjement i feltet og triangulering av datakilder og metoder, og at forskeren skal etablere kredibilitet.

Langt engasjement og vedvarende observasjon i feltet inkluderer å bygge tillit med deltakere, lære kulturen og sjekke for misinformasjon som kommer fra forstyrrelser som stammer fra forskeren eller informantene (Creswell, 2007). I feltet vil forskeren ta avgjørelser om hva som er framtreddende for studien, relevant for studiets forskningsspørsmål og hva som er interessant å fokusere på.

Datatriangulering oppfordrer til å samle informasjon fra flere kilder som forhåpentligvis viser samme resultat til slutt. Utfordringen her ligger i å faktisk utføre en triangulering mellom de ulike dataene, og ikke bare samle inn data på forskjellige måter og fortolke dem hver for seg (Yin, 2014, s. 121). Suksess med datatriangulering vil gi konvergerende evidens fra ulike hold, noe som kan styrke den konstruerte validiteten til case studien.

For at funnene skal være overførbare mellom forskeren og de som blir studert er det nødvendig med tykke beskrivelser. Dette gir leseren mulighet til å avgjøre om funnene kan generaliseres. Eisner framhever viktigheten av å vektlegge *kredibilitet* framfor *validitet*; «*vi søker etter samløpet av evidens som avler kredibilitet, som levner oss med en følelse av sikkerhet på våre observasjoner, tolkninger og konklusjoner.*» (som sitert i W.Creswell, 2007, s. 204).

Debriefing gir en ytre sjekk av forskningsprosessen. Lincoln og Guba kaller personen som forskeren kan henvende seg til som *djevelens advokat*, et individ som holder forskeren ærlig, stiller vanskelige spørsmål om metode, meninger og tolkninger og gir forskeren mulighet til å lufte tanker og erfaringer ved å lytte sympatisk til forskerens følelser (som sitert i Creswell, 2007, s. 208). Denne personen burde ikke ha noen tilknytning til studien i utgangspunktet. En oppklaring av forskerens ståsted i forhold til de involverte i casen er viktig for å gi leseren en forståelse av mulige påvirkninger forskeren kan gi, enten direkte, indirekte eller ubevisst, på forskningsresultatene. Ytre vurdering av forskningen gir muligheten både til å vurdere prosessen og produktet til forskeren, samt vurdere deres nøyaktighet (Creswell, 2007, s. 209).

Studiens kredibilitet og overførbarhet er sterkere dersom forsker innhenter detaljerte feltnotater og har god kvalitet gjennom opptaks- og transkriberingsprosessen (Creswell, 2007, s. 210). Det innebærer at opptak transkriberes nøye der trivielle, men ofte viktige, pauser og overganger kommer med. Videre koding kan utføres «blindt» med en assistent eller et dataprogram som ser på forskningen uten å vite hvilke forventninger eller forskningsspørsmål som ligger til grunn.

3.3 Casen på Nordnorsk Vitensenteret

Ideen om denne casen startet på min veileders kontor før jul 2016. Jeg forklarte at jeg var usikker på hva jeg skulle fokusere oppgaven min på. I gjengjeld spurte hun om jeg kunne fortelle om meg selv og mine interesser. Etter hvert kom det fram at jeg arbeidet på et populærvitenskapelig senter ved siden av studiene. Jeg forklarte at mitt første møte med senteret var gjennom en praksisordning på studiet. Selve praksisperioden var kun en uke, men forarbeidet var spredt over flere uker i forkant. Etter praksisperioden søkte jeg meg sommerjobb på senteret og fortsatte med helgearbeid utover høsten. Veilederen undret seg over min motivasjon til å fortsette å arbeide der, siden jeg i utgangspunktet hadde en helgejobb på en klesbutikk. Jeg forklarte at det var en fin mulighet for å arbeide med barn og aktiviteter som var relevant for utdanningen min. Jeg nevnte også at jeg likte det inntrykket jeg hadde av senterets innstilling til å gjøre realfag tilgjengelig og lekende. Dette ble etterfulgt av spørsmål fra veilederen: «Har du tenkt på muligheten å forske om, eller i sammenheng med, senteret?».

Midt i januar 2017 tok jeg kontakt med ansatte på senteret og nevnte min interesse for å ha en forbindelse til senteret i min masteroppgave. Senterets ansatte var positive til dette og etter mailkorrespondanse avtalte vi et møte for å diskutere oppgavens utforming. Under møtet ytret jeg mine tanker om å analysere utstillingen med hensyn på matematisk kompetanse for å gjennomføre aktivitetene/oppgavene. De faglig ansatte på senteret kom med innspill og forslag. Etter mye snakk kom vi fram til at det hadde vært spennende å følge en av de ansatte når de planla nye undervisningsopplegg.

Jeg var med på første gjennomkjøring av et matematisk undervisningsopplegg. I dette tilfellet gjorde senteret et unntak og dro ut til en skole for å utføre undervisning. Her fikk jeg lov til å ta opp stemmen til den ene av de to som underviste elevene og observere/ta notater underveis. Da dette var gjennomført satte jeg meg ned i ro og mak med råmaterialet og reflekterte over dagens inntrykk. Dette var på en mandag, og fredag i samme uke fikk jeg observere gjennomføring nummer to. Dette var med en annen klasse og i senterets egne lokaler. Jeg fulgte samme prosedyre som ved forrige undervisningstime; observerte fra en stol bakerst i klasserommet og skrev notater med penn og papir. Stemmen til den samme vitensenterpedagogen fra senteret ble tatt opp.

På slutten av dagen, da besøket var dratt hjem, gjennomførte vi jeg et intervju med begge vitensenterpedagogene som holdt undervisningen. Intervjuguiden var laget mange dager i forveien og spørsmålene gjald både generelt planleggingsarbeid for matematisk undervisning

de holdt og planleggingsarbeidet for matematikkundervisningen jeg hadde observert vitensenterpedagogene undervise.

3.4 Data og datainnsamling

3.4.1 Data

I løpet av uken jeg var med vitensenterpedagogene fikk mange inntrykk. Under gjennomføring av undervisning observerte jeg begge vitensenterpedagogene og tok notater av observasjonene underveis. I tillegg ble stemmene til vitensenterpedagogene tatt opp da de underviste, noe som ga meg mulighet til å lete etter informasjon også her. Da jeg til slutt så over mine innsamlede data, så jeg hvor mye informasjon som lå i hver del av materialene.

Med tidsbegrensningen som følger med denne studien valgte jeg å fokusere på informasjonen som kommer fram av intervjusekvensen av vitensenterpedagogene på slutten av casen.

Mine data i forskningsprosessen er:

- Transkripsjon av semi-strukturert intervju
- Notater av oppfølgings spørsmål som er spurt ansikt til ansikt

3.4.2 Kvalitativt forskningsintervju

Intervju er en samtale mellom personer (Bjørndal, 2013). Samtalen har som regel en intensjon om å avdekke forhold, få informasjon eller i en annen form samle inn data. Forskningsintervjuet bygger på dagliglivets samtaler og er en profesjonell samtale. Målet med forskningsintervjuet å produsere kunnskap (Kvale & Brinkmann, 2015).

Hvor stor grad forskeren deltar i intervjuet kan forme kunnskapen som produseres. Dette kommer til syne gjennom spørsmålene forskeren stiller og hvordan forskeren forholder seg til intervjupersonens utsagn (Kvale & Brinkmann, 2015). Stor involvering fra forskerens side kan innebære oppmuntrende smil og nikk til utsagn intervjupersonen kommer med. Spørsmålene som stilles kan ha åpen eller lukket form. Foretrukket spørsmålsstil er avhengig av informasjon som skal bringes fram i lyset. Hvis en forsker er interessert i intervjupersonens egne minner eller meninger om en situasjon, kan åpne spørsmål være å foretrekke. På den andre siden kan lukkede spørsmål være passende dersom forskeren vil finne informasjon om spesifikke hendelser innenfor et tema som allerede er diskutert personene imellom.

Forskningsintervju kan deles etter grad av struktur på spørsmålene som forskeren stiller. I et intervju med høy struktur vil spørsmålene være bestemt på forhånd og følge en bestemt rekkefølge (Bjørndal, 2013). På motsatt side vil en forsker i et intervju med lav grad av struktur kanskje bare ha notert ned emner som forskeren vil innom, uten bestemte spørsmål som skal stilles. Mellom disse ytterversjonene ligger semi-strukturert intervju. I et semi-strukturert

intervju har forskeren skrevet noen spørsmål på forhånd, men forskeren er også åpen for spørsmål som kan dukke opp som en naturlig del av samtalen i intervjusekvensen. I intervju som har høy- eller semi-struktur er det til forskerens fordel å ta med en intervjuguide i intervjuet. En intervjuguide inneholder spørsmål som skal stilles i intervjuet som forskeren lager før intervjuet utføres.

I et intervju mellom mennesker er det viktig å tenke på alle psykologiske og sosiale faktorer som kan spille inn (Kvale & Brinkmann, 2015). Hvilken setting intervjuet utføres i vil kunne påvirke hvor mye personer er villige til å fortelle, både bevisst og ubevisst for intervjupersonen. Kjennskap og tillit mellom personene vil også kunne spille inn på hvor komfortabel intervjupersonen kjenner seg, som igjen virker inn på hvor mye intervjupersonen er villig til å dele.

3.5 Spesifikasjoner om case, utvalg og intervjuform

Valget med å følge nøyaktig disse to vitensenterpedagogene falt naturlig da begge vitensenterpedagogene arbeider med matematikk og matematikkformidling. Selv om stillingsbetegnelsen til de to ansatte lyder «vitensenterpedagoger», har personene undervisningskompetanse i matematikk og til sammen flere års lærererfaring på grunnskolenivå og videregående skole bak seg. I konteksten av planlegging, utføring og etterarbeid med matematikkundervisning opptrer vitensenterpedagogene som matematikklærere. Denne casen kategoriseres som en singel-case og casen sentrerer seg rundt disse to vitensenterpedagogene.

Vitensenterpedagogene ga inntrykk av at de samarbeidet mye i løpet av sin arbeidshverdag. Å få til et intervju med begge vitensenterpedagogene tilstede virket både kvalitetssikrende og informasjonsgivende for meg. I tillegg er begge vitensenterpedagogene enheten i denne singel-casen, dermed ville et intervju av kun en av vitensenterpedagogene virket ufullstendig. Da den ene vitensenterpedagogen spurte: «hvem tenkte du å intervju? Begge to?» svarte jeg derfor: «ja, gjerne det, hvis begge kan!».

Intervju med to personer tilstede har sine fordeler og ulemper. Dersom intervjupersonene blir intervjuet hver for seg vil data i hvert intervju kunne bli sammenlignet opp mot hverandre. Dette ville styrket det innsamledes datas troverdighet. Når intervjuet utføres med begge intervjupersonene tilstede forsvinner denne muligheten. På den andre siden gir et intervju med begge intervjupersonene tilstede rom for at intervjupersonene kan komme med spontane innvendinger til hverandres utsagn, de kan spille på hverandres minner og søke bekreftelse i hverandre på utsagn.

3.6 Ethiske hensyn

Som arbeidstaker på senteret spiller jeg rollen som arbeidskollega for vitensenterpedagogene. Forskerrollen kan bære med seg symbolet av universitetet som kommer inn på vitensenterpedagogenes arbeidsplass for å undersøke forhold. I møte med vitensenterpedagogene er det viktig å være bevisst slike rollerepresentasjoner og møter mellom rollene. Det er til forskningens fordel at jeg er bevisst mine roller og reflektere over hvilke utfordringer som kan oppstå i møte mellom rollen som arbeidskollega og forsker.

Tre måneder etter intervjuet hadde vitensenterpedagogene og jeg et nytt møte. Under møtet fortalte jeg hvilke analyser som jeg hadde utført og leste opp noen intervju-utdrag som var tatt ordrett med i teksten. Spørsmål til deler av intervjusekvensen ble fulgt opp muntlig. Blant annet ble vitensenterpedagogene spurt om å fortelle sine assosiasjoner til begrepene Lesson Study og matematisk kreativitet. Svarene til vitensenterpedagogene noterte jeg ned.

Dessverre ble det ikke tid til at vitensenterpedagogene fikk lese gjennom hele forskningsteksten da den var ferdig. Til tross for at dette ga vitensenterpedagogene klarsignal til å levere inn oppgaven.

3.7 Analyse av case

Hoved-data i forskningsstudien er transkripsjon av et semi-strukturert intervju. Under transkripsjonen ga mange av utsagnene meg assosiasjoner til Lesson Study. Vitensenterpedagogenes utsagn om egen arbeidsform analyseres derfor mot Lesson Study-teori.

Begge vitensenterpedagogene er utdannet lærere og til sammen har de undervist i matematikk fra og med barnehage til og med videregående skole, før de begynte å arbeide på Nordnorsk Vitensenter. Selv om arbeidstittelen lyder «vitensenterpedagoger», opptrer vitensenterpedagogene både før, under og etter undervisning i praksis som matematikklærere. I følge Sriramans definisjon er kreativitet evnen til å produsere nytt og originalt arbeid, uavhengig av hvilket nivå den kreative prosessen ligger på. Da Sriramans teori om matematisk kreativitet omhandler matematikere, og det ikke stilles krav til nivå den kreative prosessen skal ligge på, passer det å analysere vitensenterpedagogenes utsagn om egen arbeidsform mot Sriramans teori om matematisk kreativitet som en prosess ifølge gestaltmodellens fire stadier.

Ut fra vitensenterpedagogenes overfladiske beskrivelser av oppgavene i *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* gis en kort analyse av *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* mot den norske grunnskolens læreplan i matematikk og de grunnleggende ferdigheter slik de gjør seg gjeldende i matematikkfaget.

4 Analyse

4.1 Analyse av intervju

4.1.1 Konaikenshu-mål

«men eg trur at innanfor matematikken e det nok ofte det at vi får ei utfordring på at det, dette, ehm e et vanskelig tema, eh og at det da, vårres fokus e jo å prøv å jobb mest mulig praktisk, mest mulig, gjerne kroppslig, eh og da e det gjerne utfordring fra, fra lærera.»

Astrid, transkript fra intervju, 03.02.2017

Ut fra data kommer det ikke tydelig fram hvem vitensenterpedagogene refererer til med «vårres» i setningen «vårres fokus e jo å prøv å jobb mest mulig praktisk, mest mulig, gjerne kroppslig». Det kan være «vårres» som i «de to vitensenterpedagogene», som i alle faglig ansatte på nordnorsk vitensenter, eller som vitensenterprogrammet som helhet og dermed alle som arbeider på et vitensenter i Norge.

Uavhengig hvilket av de tre alternativene vitensenterpedagogene mener kan det trekkes tråder til profesjonsutviklingsformen *Konaikenshu* i Japan, fordi det er flere enn bare en person som sammen har formulert et overordnet utviklingsmål for elevene. Det som gjør *Konaikenshu* spesiell er at det gir lærerne profesjonell utvikling mens de er i arbeid, som samler hele lærerkollegiet på en skole for å arbeide på en vedvarende og fokusert måte mot et skolemål som alle lærerne mener er viktig for dem.

Dersom vitensenterpedagogene refererer til selve vitensenterprogrammet eller til Nordnorsk Vitensenter når de sier «vårres» blir troverdigheten til det antatte *konaikenshu*-målet styrket, da visjonen til vitensenterprogrammet er å tilby læring ved "å gjøre" og Nordnorsk Vitensenter har målsetninger som inkluderer kreativitet, nysgjerrighet, realfagsglede og variert og elevaktiv undervisning (Nordnorsk Vitensenter, 2017). Gjennom en *Konaikenshu*-aktivitet velger lærerne et *Konaikenshu*-mål ved å se på skolens overordnede visjoner for elevene og hvilke kvaliteter skolen vil at elevene skal utvikle eller erverve seg. Ut fra både Vitensenterprogrammets visjoner og målsetningene til Nordnorsk Vitensenter kan det tolkes som at det å arbeide praktisk er et overordnet mål for Vitensenterprogrammet og for nordnorsk vitensenter, noe som støtter tolkningen av utsagnet «vårres fokus e jo å prøv å jobb mest mulig praktisk, mest mulig, gjerne kroppslig» som et *Konaikenshu*-mål i møte med matematikkundervisning.

Ut fra data kommer det ikke fram en spesifikk tidsbegrensning på hvor lenge vitensenterpedagogene ser for seg å arbeide med det påståtte *Konaikenshu*-målet i

matematikkundervisningen. Det er vanlig for en skole å ha det samme *Konaikenshu*-mål over flere år (Lewis & Tsuchida, 1997, som i Fernandez & Yoshida, 2004), noe som skal gi skolene nok tid til å se en signifikant framgang mot *Konaikenshu*-målet. Da det påståtte *Konaikenshu*-målet kan være begrunnet ut fra visjonene og målsetningene til Vitensenterprogrammet og Nordnorsk Vitensenter er det grunn til å tenke at det påståtte *Konaikenshu*-målet er et mål som vitensenterpedagogene blir å fortsette å arbeide mot i framtiden også.

Dersom vitensenterpedagogene refererer til seg selv med uttrykket «vårres» kan argumentasjonen for å tolke utsagnet som *Konaikenshu*-mål være noe svakere, men likevel reell. En *Konaikenshu*-aktivitet engasjerer ideelt sett hele lærerkollegiet på en skole. I dette tilfellet spiller to vitensenterpedagoger rollen som hele lærerkollegiet. Interaksjonen mellom dem kan tolkes som en *mini-Lesson Study-prosess* siden det kun er to personer. Til tross for at de kun er to, arbeider de sammen med undervisning der planlegging, refleksjon av utført undervisning og arbeid mot et overordnet utviklingsmål som spiller seg ut i en fagrettet kontekst virker til å ligge til grunn.

Dersom det tolkede *Konaikenshu*-målet stammer fra de to vitensenterpedagogene, kan det åpne for muligheten for et *Konaikenshu*-mål som endres etter noen år, da to vitensenterpedagoger i så fall har frihet til å bestemme over egne mål. Som tidligere nevnt kommer det ikke frem av datamaterialet et bestemt tidsperspektiv på vitensenterpedagogenes mål om «å arbeide mest mulig praktisk, gjerne kroppslig».

4.1.2 Dialog og idemyldring - Lesson Studys første steg

Matematisk tema i undervisningsopplegget er som regel et resultat av en dialog med lærere som vil ha en innfallsvinkel på et vanskelig tema. Dialogen mellom vitensenterpedagogene og læreren(e) kan ses på som første steg i *Lesson Study-prosessen*, der læreren(e) forteller om sin elevgruppe og vitensenterpedagogene vurderer hvorvidt de eksisterende undervisningstilbudene kan fungere til det matematiske emnet eller om vitensenterpedagogene skal produsere ny undervisning. I en slik tolkning vil læreren(e) kjenne til elevgruppen og ha forkunnskaper om hvilke matematiske kompetanser elevene trenger forbedring på, som må overføres til vitensenterpedagogene for at de skal kunne tilpasse undervisningen etter elevenes forutsetninger. Til forskjell fra det som er vanlig for *Lesson Study-prosessen* er det kun de to vitensenterpedagogene som tilhører samme institusjon, ikke alle tre.

«Mhm, Ja, det starter ofte med enten at vi får en utfordring fra eh nån lærera, de syns et område innafor matematikken kan vær vanskelig, ehm eller at det e nåkka vi syns e kjempekult som vi bare har lyst å gjøre»

Astrid, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Vitensenterpedagogen gir ikke indikasjoner på hvilken betydning en utfordring fra læreren(e) har. Dersom betydningen er på hvilke måter et matematisk emne kan tilnærmes kan dialogen mellom vitensenterpedagogene og læreren(e) samt vitensenterpedagogenes videre arbeid med å tilpasse undervisningstilbud til den matematiske utfordringen relateres til *preparasjonsstadiet* i gestaltmodellen. I preparasjonsstadiet utføres hardt arbeid for å få innsyn i et matematisk problem som matematikeren står over. Først identifiserer vitensenterpedagogene hvilket matematisk emne de skal finne en innfallsvinkel på, så arbeider vitensenterpedagogene med å sette seg inn i fagstoffet.

Etter en dialog med lærer(e) arbeider vitensenterpedagogene med å tilpasse undervisning til det faglige emnet. Dersom vitensenterpedagogene har godtatt en forespørsel fra lærer(e), men ikke har undervisning som dekker forespørselen, planlegger vitensenterpedagogene ny undervisning. Planleggingen starter ofte med idemyldring mellom vitensenterpedagogene.

Idemyldring kan være en planlagt aktivitet eller det kan dukke opp på uoffisielle tidspunkt. Vitensenterpedagogene forteller om sammensatte arbeidsdager som inkluderer mye reising til steder langt unna hovedbygningen i Tromsø. Dersom vitensenterpedagogene reiser sammen, kan vitensenterpedagogene utnytte tiden det tar å reise til utenforliggende steder til uformell idemyldring. Selv om idemyldringen ikke bestandig skjer i en fast bestemt planleggingstime, er det selve idemyldringen som er essensen i *Lesson Studys* første steg, dermed kan idemyldringen til vitensenterpedagogene relateres til *Lesson Study prosessen*.

«så idemyldring e vel det beste, men om det, om det skjer på et rom eller om det skjer i en bil eller, fordelen med å være i et rom e at du da kan ha papir å skrive på, i en bil så må du huske, ehm ka man har prata om te man kommer frem.»

Anne, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Vitensenterpedagogene forteller i utsagnet at mye av idemyldringen skjer på uoffisielle tidspunkt, og eksemplifiserer det med jobbreiser til steder utenfor senteret. Arbeidsoppdraget har ikke nødvendigvis noe å gjøre med undervisningsopplegget som er under planlegging, men

en løsning på hvordan de skal tilnærme det matematiske innholdet i undervisningssekvensen kan dukke opp når pedagogene er på vei til arbeidsoppdraget. Den uoffisielle, spontane idemyldringen kan kobles til *illuminasjonsstadiet*, stadiet der løsninger plutselig dukker opp, ofte når man er opptatt med andre aktiviteter. Det kan også kobles til *inkubasjonsstadiet*, da det får frem at arbeidet med matematiske undervisningsopplegg blir lagt til sides for å la vitensenterpedagogen arbeide med andre aktiviteter.

4.1.3 *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* – Lesson Study prosessen i sin helhet

Undervisningsopplegget som var i fokus under denne casen heter *Dobbelt så mye (eller enda mer!)*. Slik vitensenterpedagogene fremstiller undervisningen er det undervisning om algebra som skal passe til elever på mellom- og ungdomstrinnet. Vitensenterpedagogene forteller at det skal kunne fungere som en introduksjonstime på emnet eller som en alternativ tilnærming for elever som har arbeidet med temaet før. Vitensenterpedagogen beskriver et praktisk undervisningsopplegg, med flere oppgaver som krever fysisk bevegelse.

«Ja! Dobbelt så mye eller enda mer, vi blei utfordra for tre år sia på å lag et praktisk opplegg på algebra, eh-og-eh, det har endt opp med å bli en kasse med mange forskjellige oppgava, også ut fra de oppgavan som ligg i kassen så syr vi sammen ehm det som læreran gjer oss litt tips om på forhånd»

Astrid, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Undervisningstimen kan få merkelapper som *praktisk matematikk* med *alternative matematikkoppgaver* av andre lærere i sammenligning med tradisjonell matematikkundervisning. Hvorvidt de praktiske oppgavene stimulerer til matematisk kreativitet hos elevene, er det derimot ikke datagrunnlag for å diskutere her.

Proessen vitensenterpedagogene har gått gjennom for å skape *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* kan trekke likheter til Lesson Study-prosessen. Vitensenterpedagogene forteller at de fikk en forespørsel fra lærere på å lage et undervisningsopplegg der elevene må arbeide praktisk med matematikk. Lærerens forespørsel gir klare indikasjoner på at opplegget skal være praktisk rettet og at matematisk tema skal være algebra. Et slikt praktisk opplegg på algebra kan kobles til det påståtte Konaikenshu-målet om å arbeide mest mulig praktisk, gjerne kroppslig, som tilnærmes gjennom det matematiske temaet algebra. Forespørselen ble etterfulgt av idemyldring av vitensenterpedagogene. Dette kan kobles til første steg av Lesson Study, der lærerne deler sine ideer, observasjoner av deres nåværende elever, deres undervisningsråd, deres pensumbok

og andre ressurser. Sluttproduktet i Lesson Studys første steg er en Lesson-plan som forklarer designet til undervisningen i detalj. Sluttproduktet i dette tilfellet ble førsteutkastet på *Dobbelt så mye (eller enda mer!)*.

I følge vitensenterpedagogene har *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* vært under planlegging over et par år og er fortsatt under utvikling. I løpet av perioden har *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* blitt undervist til ulike elevgrupper ved forskjellige anledninger. I slike situasjoner er undervisningen gjennomført med vitensenterpedagogene tilstede. Hvis vi går ut fra at vitensenterpedagogene, i tillegg til å bytte på å undervise i undervisningssekvensen, også observerer hverandre, er det en mulighet for at vitensenterpedagogene diskuterer sider ved undervisningen etter at undervisningen er ferdig. Hvis dette er tilfelle kan utsagnet koble vitensenterpedagogene både til det første, andre og femte steg av Lesson Study-prosessen. Totalt sett kan det diskuteres om arbeidsprosessen til vitensenterpedagogene ligner på en *Lesson Study prosess* som er lenge i steg en, for så å gå gjentatte ganger mellom steg to og steg fire (og steg seks).

«Nei, vi e ikke ferdig planlagt fordi at ehm nå vil det jo, nå har vi jo vorre to pedagoga tilstede når vi har hadd det hit-tel, men det e jo fordi at vi begge to hell på å utvikle det, men etter kvært så vil det nok være en pedagog, som-som kjøre opplegget, da vil det kunne være forskjella mellom oss,»

Anne, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Observasjon av deres nåværende elever vil i vitensenterpedagogenes tilfelle ikke være en konkret skoleklasse slik det er beskrevet i første steg av *Lesson Study*-prosessen, men norske skoleelever generelt, siden vitensenterpedagogene på dette stadiet ikke nødvendigvis har en spesifikk elevklasse de skal undervise. Det som er uheldig med dette er at vitensenterpedagogene ikke får en fast elevgruppe å sammenligne med etter endringer på undervisningsopplegget er gjort, noe som gjør det utfordrende å trekke konklusjoner på hvordan eventuelle endringer av undervisning påvirker elevenes arbeidssituasjon.

Vitensenterpedagogene mener norske elever har gjort det dårlig innenfor algebra og signaliserer at undervisningsopplegget *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* er aktuell for å angripe den manglende kunnskapen hos norske elever i matematikkområdet. Rapporterte resultater fra TIMSS-undersøkelsen viser at selv om norske ungdomsskoleelever presterer jevnt med

referanselandene England og USA på total poengskår, er det innenfor emneområdet *Tall og Algebra* norske ungdomsskoleelever presterer svakest.

«norske eleva har gjort det dårlig innafor algebra, så algebra va tema på en hel konferanse på matematikksenteret sitt, sin konferanse i fjor, eh det va også al-algebra som va tema på landslaget for matematikk i skolen, altså lamis sin sommerkonferanse for to år sia»

Astrid, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Det faglige emnet for *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* fremstår av utsagnet som at ble bestemt for enten ett eller to år siden, noe som igjen indikerer at vitensenterpedagogene kan fokusere på samme undervisningsopplegg over lengre tid. Det kan diskuteres om det er et resultat av arbeidsforholdene med få undervisningsopplegg i året sammenlignet med en skolelærer. Lang tid til rådighet for å planlegge undervisningen kan indikere at vitensenterpedagogene får gode muligheter til å tilbringe land tid i *preparasjonsstadiet* og får dermed satt seg dypt inn i det faglige emnet som er i fokus. I og med at arbeidspliktene til vitensenterpedagogene innebærer mer enn å lage undervisningsopplegg, er det sannsynlig at de ikke har jobbet uavbrutt med det matematiske undervisningsopplegget i løpet av disse årene, men at det er blitt lagt det til sides for å arbeide med andre aktiviteter, og i blant tatt det fram igjen for å ferdigstille det. Det kan indikere at vitensenterpedagogene får mulighet til å være i *inkubasjonsstadiet*, og det over en lengre periode - i akkurat dette tilfellet, over et par år.

Vitensenterpedagogen poengterer gjennom utsagnet at arbeidsforholdene på Nordnorsk vitensenter gjør det slik at vitensenterpedagogene har mulighet til å gå igjennom et undervisningsopplegg flere ganger før det prøves ut.

«sia vi har et fåt.. lite antall undervisningsopplegg vi planlegg, når vi da har planlagt et så kjøre vi det fleire ganga, så har vi en helt anna planleggingssituasjon enn læreran e»

Anne, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Vitensenterpedagogene har mulighet til å undervise den samme undervisningen flere ganger. Dersom vitensenterpedagogene går sammen og diskuterer ulike sider ved undervisningen etter hver gang undervisningen er utført, kan en slik arbeidsform relateres til en repeterende sekvens av steg to til og med steg seks i Lesson Study-prosessen.

«Ja, da. Før æ, de to viktigste ressursan som skille arbeidet i skolen og vitensenteret før mæ som pedagog, den aller viktigste e tid, te å forberede sæ og sett sæ inn i fagstoffet, og den andre e penga til å anskaffe utstyr æ ønske.»

Astrid, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Vitensenterpedagogen fremhever også her sin mulighet til å bruke lang tid til å lage et undervisningsopplegg i matematikk som en fordel for deres undervisning. Mulighet for å bruke lang tid på undervisningen, gir mulighet for å kjøre «prøverunder» av undervisningen på skoleklasser før de sier seg tilnærmet ferdig med undervisningsplanen. Vitensenterpedagogene forteller at de har kjørt «prøverunder» på denne undervisningen med begge vitensenterpedagogene tilstede, der erfaringer fra undervisningstimen fører til endring i opplegget til neste gang. Dersom vi definerer kun de to vitensenterpedagogene som lærerkollegiet i matematikk på vitensenteret kan det være forenelig med steg to, tre og fire i *Lesson Study-prosessen*.

4.1.4 Matematisk innhold i Dobbelt så mye (eller enda mer!)

Gjennom sine utsagn maler vitensenterpedagogene et bilde av den matematiske tilnærmingen til algebra i *Dobbelt så mye (eller enda mer!)*. Noen utsag kobler vitensenterpedagogene til siste steg i gestaltmodellen, *verifikasjonsstadiet*, ved at vitensenterpedagogene forteller om sitt arbeid med å tilnærme seg algebra og for så å forklare hvordan de selv har presentert emnet gjennom undervisningen. Vitensenterpedagogen forteller at bokstavregning og generalisering er to algebraiske begrep som elever arbeider med i *Dobbelt så mye (eller enda mer!)*. Det gir en svak, men gyldig kobling til *verifikasjonsstadiet*.

«så hvis du da ser ka e algebra, alt av bokstavregning e jo algebra, så vi har jo de hær oppgavan, så i tillegg algebraoppgava, eller oppgava som går på det hær med å generalisere uttrykk»

Anne, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Vitensenterpedagogene gir indikasjoner på at pedagogene har satt seg inn i fagstoff om algebra for å presisere hvilke elementer ved algebra-teori som er relevant i denne sammenhengen. Vitensenterpedagogens utsagn indikerer igjen at pedagogene har brukt tid i *preparasjonsstadiet* da pedagogene begynte å arbeide med undervisning i algebra. Slikt arbeid tilsvarer også at vitensenterpedagogene har arbeidet i *Lesson Study-prosessen*'s første steg.

Vitensenterpedagogene sammenligner også pensumet en skolelærer skal undervise til sine elever i løpet av et år og pensumet som vitensenterpedagogene underviser. Siden vitensenterpedagogene kun underviser et utvalg av egenbestemte undervisningsopplegg, kan vitensenterpedagogene sette av mye tid til å sette seg nøye inn i et avgrenset matematisk tema. Lang tid til å sette seg inn i et avgrenset matematisk tema kan koble vitensenterpedagogene til det første stadiet av gestaltmodellen, *preparasjonsstadiet*.

«Men likevel så e det jo sånn at vi kan bruke lang tid på å sette oss inn i den lille biten der av matematikken, mens da en lærer skal gjennom et år favne et mye breier bit av matematikken enn det vi treng å ta stilling tel.»

Anne, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Vitensenterpedagogenes tidligere beskrivelse av algebra som bokstavregning og generalisering av uttrykk stemmer godt med læreplanens beskrivelse av området. I følge læreplanen omfatter emneområdet algebra i skolen arbeid som generaliserer tallregning ved at bokstaver eller andre symboler representerer tall. Dette viser at selv om vitensenterpedagogene ikke arbeider på en grunnskole, tilrettelegger de for pensum som gjelder i grunnskolen. Sammenlignet mot generelle ferdigheter som skal utvikles gjennom alle fag, inkludert matematikkfaget, kan det argumenteres for at oppgavene legger til rette for å øve på flere av de fem grunnleggende ferdighetene.

«har vi nån oppgava som vi gjør på golvet med tau, vi har nån oppgava som vi gjør-ehm på tavla, og vi har nån oppgava som vi gjør med pinna på bordet, og vi har nån oppgava som vi bruke et regneark på, på prosjektør.»

Astrid, Transkript fra intervju, 03.02.2017

Muntlige ferdigheter i matematikk innebærer å skape mening gjennom å lytte, tale og samtale om matematikk. Oppgavene som vitensenterpedagogen forteller om der elever arbeider med tau på gulvet og pinner på bordet er laget slik at elever og vitensenterpedagogene skal snakke sammen for å få elevene til å formulere forslag til løsninger på flere spørsmål som vitensenterpedagogene kommer med underveis i aktiviteten. Slike aktiviteter rommer mulighet for elever å styrke sine muntlige ferdigheter i matematikk.

Å kunne skrive i matematikk innebærer å beskrive og forklare en tankegang og sette ord på oppdagelser og ideer. Videre vil det si å lage tegninger, skissere figurer, grafer, tabeller og diagrammer som er tilpasset mottaker og situasjon. Ved å kombinere praktiske oppgaver som involverer konkretiseringsverktøyene tau og pinner med å la elevene skrive på tavlen, får elevene muligheten til å utøve den grunnleggende ferdigheten *å kunne skrive* i matematikk samtidig som de arbeider praktisk.

Elevene blir også gitt mulighet til å øve på den grunnleggende ferdigheten *å kunne regne* i matematikk ved at de må håndtere symbolspråk og varierte strategier til problemløsning og utforskning som tar utgangspunkt i praktiske og matematiske problem. Elevene må gjenkjenne at det er matematikk som inngår i oppgavene og bruke matematiske metoder for å løse oppgavene. Elevene må også kommunisere og vurdere gyldigheten av løsningsforslag til sine medelever.

Til en viss grad kan det argumenteres for at grunnleggende ferdigheter med digitale verktøy blir stimulert i *Dobbelt så mye (eller enda mer!)*. Det kommer an på i hvor stor grad det er elevene som bruker prosjektøren eller om det kun er læreren som slår den på for så å legge på transparenter kommer ikke frem av data.

4.2 Oppklarende kommentarer fra vitensenterpedagogene

På oppfølgingsspørsmål til utsagnet måneder etter intervjuet forklarer vitensenterpedagogen at hun refererer til hele vitensenterprogrammet.

«Snakker da om hele vitensenterprogrammet, men bruk av kropp det er forskjellig.»

Astrid, Notat fra samtale, 22.05.2017

Vitensenterpedagogen poengterer at selv om hun referer til hele vitensenterprogrammet er det mest i sammenheng med å arbeide praktisk. Hvorvidt vitensenterpedagoger på andre vitensentre i Norge fokuserer på bruk av hele kroppen i forbindelse med praktisk aktivitet er en annen sak, ifølge vitensenterpedagogen. Hun forteller at vitensenterpedagogene på Nordnorsk Vitensenter fokuserer bevisst på å bruke kroppen. I tillegg eksemplifiserer hun to andre vitensenterpedagoger på sentre lenger sør i landet som er innom lignende fokus, der vitensenterpedagogene i sin undervisning legger stor vekt på fysisk aktivitet og trening i forbindelse med læring.

På oppfølgingsspørsmål noen måneder senere forteller vitensenterpedagogene at de ikke har hørt begrepet *Lesson Study* før. Etter vitensenterpedagogene får en enkel forklaring på begrepene fra meg, trekker de koblinger til egne erfaringer om å utvikle undervisning fra sin tid som lærere og lærerstudenter.

På oppfølgingsspørsmål om vitensenterpedagogene har hørt begrepet matematisk kreativitet er svaret ja fra begge vitensenterpedagogene. Den ene vitensenterpedagogen forteller at en stor endring som hun liker i den norske grunnskole er skiftet av fokuset på rett eller galt i matematikk til å ha flere «åpne» oppgaver som kan tilnærmes på ulike måter.

«en oppgave som kan løses med brøk kan også løses med prosent, oppgaver som åpner for at du kan ta i bruk andre kunnskaper du har enn bare en spesifikk kunnskap»

Astrid, Notat fra samtale, 22.05.2017

Vitensenterpedagogens syn på endring av fokus fra rett og galt svar til åpne oppgaver kan kobles til Mellin-Olsens definisjon av matematisk forståelse hos en dyktig matematiker som strukturbasert og elevens forståelse av matematikk som instrumentell forståelse der elevene i størst grad søker å finne riktig svar. I følge denne tolkningen mener vitensenterpedagogen at oppgavene i matematikkfaget før var preget av *instrumentell* forståelse hos elevene, mens det i dagens matematikkundervisning er åpnet for mer *strukturbasert* matematikkforståelse.

«Store matematikere har gjort sine store oppdagelser før de er 25 år/30 år. Skal vi la elevene sitte og regne med to streker under svaret, knuser vi fremtidens store matematikere.»

Astrid, Notat fra samtale, 22.05.2017

5 Diskusjon

5.1 Arbeidsformen til vitensenterpedagogene sammenlignet med Lesson Study

Det er grunn til å reflektere over det mulige *Konaikenshu*-målet, siden *konaikenshu*-mål ofte blir tilnærmet gjennom *Lesson Study*-aktivitet i Japan. Dersom argumentasjonen for det påståtte *Konaikenshu*-målet er sterk, blir grunnlaget for å sammenligne vitensenterpedagogenes arbeidsform med *Lesson Study*-prosessen også sterk.

Analysen gir gode indikasjoner på at setningen «vårres fokus er jo å jobb mest mulig praktisk, mest mulig, gjerne kroppslig» kan fungere som et *Konaikenshu*-mål. Hvorvidt det springer ut av visjonen til Vitensenterprogrammet eller om det kommer fra vitensenterpedagogene selv påvirker ikke denne vurderingen.

På oppfølgingsspørsmål svarte vitensenterpedagogene at de ikke har et forhold til begrepene *Konaikenshu* eller *Lesson Study*. Verken *Konaikenshu*-målet eller analyserte likhetstrekk mellom arbeidsform og *Lesson-Study*-prosessen er dermed ikke et bevisst valg fra vitensenterpedagogene. Det betyr ikke at analysene ikke har troverdighet, da vitensenterpedagogene kan arbeide på en måte som har likhetstrekk med *Lesson Study* uten å være bevisst det selv.

Arbeidsformen mellom vitensenterpedagogene gir assosiasjoner til en *Lesson Study*-prosess som kun involverer vitensenterpedagogene. Unntaket er i første steg av prosessen, der vitensenterpedagogene ofte får innputt fra læreren(e) om matematisk tema og beskrivelser av klassen som etterspør undervisning. Det samme gjelder til en viss grad for steg tre. Som det kommer frem av analysen gir noen lærere tilbakemelding på undervisningen som vitensenterpedagogene kan bruke for å forbedre undervisningen, men tilbakemeldingene kommer ikke så ofte som vitensenterpedagogene ønsker. Svar på oppfølgingsspørsmål viser at vitensenterpedagogene holder på å forbedre mulighetene for at lærere kan gi tilbakemelding på undervisning, noe som tyder på at vitensenterpedagogene er interessert i fyldigere tilbakemelding fra lærere. Dette kan styrke refleksjonsprosessen av utført undervisning og involvere læreren(e) i større grad i steg tre av *Lesson Study*-prosessen.

Den største skillet mellom *Lesson Study*-prosessens originale beskrivelse og arbeidsformen mellom vitensenterpedagogene er at det i casen kun er to mennesker som følger en *Lesson Study*-prosess i sin arbeidsform mens i *Lesson Studys* originale form er det flere lærere som

deltar i prosessen. Dette kommer best til syne i steg fem av prosessen, der en ny lærer enn den som opprinnelig underviste i steg to, skal undervise den nye versjonen av undervisningen.

Slik det fremstår av analysekapittelet er det grunn til å argumentere for at arbeidsformen til vitensenterpedagogene på flere områder bringer vitensenterpedagogene innom de seks stegene i *Lesson Study*-prosessen.

Vitensenterpedagogenes arbeidsform starter i *Lesson Studys* første steg med dialog med lærere og idemyldring rundt faglig emne og mulige tilnærminger. Det som skiller vitensenterpedagogenes arbeidsform fra *Lesson Studys* første steg slik den er beskrevet i teorien er at idemyldring og diskusjoner rundt faglig tilnærming og elevgruppen ikke skjer på et bestemt tidspunkt.

Under første gjennomføring av undervisningen er begge vitensenterpedagogene delaktige i undervisningen. Dette skiller seg fra *Lesson Study*-teorien, der en lærer underviser og de andre lærerne observerer. Slik det fremstår av analysen kan det likevel argumenteres for at vitensenterpedagogene i en slik situasjon er innom det andre steget i *Lesson Study*-prosessen. Dette fordi vitensenterpedagogene observerer samtidig som de underviser. Det er mer utfordrende for vitensenterpedagogene å få med seg alt som skjer i klasserommet, men de kan likevel få med seg nyttige observasjoner.

Videre kommer vitensenterpedagogene innom det tredje steget i det vitensenterpedagogene reflekterer over hvilke elementer ved undervisningen som fungerte bra og hvilke som fungerte dårlig. Analysekapittelet gir indikasjoner på at dette steget stemmer godt med *Lesson Study-prosessens* tredje steg. I følge teorien skal en slik refleksjonstime helst komme rett etter undervisningen er utført. Med Vitensenterpedagogenes uforutsigbare arbeidsdag er det ikke nødvendigvis at slik refleksjon og analyse skjer rett etterpå. Det er ikke på hvilket tidspunkt dette blir gjort som er avgjørende for hvordan prosessen går, men hvilke refleksjoner og analyser som kommer fram. Derfor er det godt grunnlag for å si at vitensenterpedagogene er innom det tredje steget i *Lesson Study*-prosessen.

Etter steg tre virker det, av analysen, slik at Vitensenterpedagogene velger å revidere og re-undervise undervisningen slik at de kan fortsette å lære av og utvikle undervisningen. Det finnes derfor argument for at Vitensenterpedagogene ikke stopper på steg tre, men fortsetter til steg fire i *Lesson Study*-prosessen.

Det samme kan sies om steg fem og steg seks. Steg fem og seks i *Lesson Study*-prosessen inneholder lignende handlinger som steg to og tre, med observasjon av undervisning og planlegging av ny undervisning fra observasjonene. Arbeidsformen skiller seg dog fra *Lesson Study* i og med at Vitensenterpedagogene ikke nødvendigvis får inn nye lærere til å undervise på steg fem.

Fra beskrivelsene og analysene i analysekapittelet er ikke arbeidsformen til vitensenterpedagogene identisk med *Lesson Study*-prosessen, men det finnes grunnlag for å se på arbeidsformen som en alternativ versjon av *Lesson Study*-prosessen. Steg en til og med tre har som tidligere nevnt mange likhetstrekk med prosessens originale form. Etter det kan det sies at Vitensenterpedagogene fortsetter å arbeide med undervisningen kontinuerlig som de underviser. På den måten kan Vitensenterpedagogene være i *Lesson Study*-prosessen steg fire til og med seks flere ganger før undervisningen er ferdig utformet.

5.2 Vitensenterpedagogenes arbeidsform som matematisk kreativt arbeid gjennom Sriramans definisjon.

Fra analysekapittelet er det to elementer ved vitensenterpedagogenes arbeidsform som er spesielt sentrale i sammenheng med gestaltmodellen og matematisk kreativitet hos vitensenterpedagogene. Disse to elementene er ikke-sammenhengende sekvenser av planlegging og god tid til å sette seg inn i et begrenset område av matematikk.

Gjennom analysen er det grunnlag for å si at vitensenterpedagogene tilbringer tid i preparasjonsstadiet etter at de har hatt en dialog med lærer(e) om matematisk fokus for undervisning. Fra analysen kommer det fram at vitensenterpedagogene vektlegger at de lager få undervisningsopplegg, noe som gjør at de kan bruke mye tid på å sette seg godt inn i de matematiske temaene som er i undervisningene. Lang tid til rådighet for å planlegge undervisningen kan indikere at vitensenterpedagogene får gode muligheter til å tilbringe lang tid i *preparasjonsstadiet* og dermed får de satt seg dypt inn i det faglige emnet som er i fokus.

I analysen poengteres det av vitensenterpedagogene har idémyldring rundt matematisk emne og utforming av matematikkundervisningen. Idemyldringen kan være planlagt eller kan komme på uoffisielle tidspunkt i forbindelse med annet arbeid. Dette eksemplifiseres ved jobbreiser til steder utenfor senteret. En slik uoffisiell, spontan idémyldring kobles til *illuminasjonsstadiet*. Her er arbeidshverdagen til vitensenterpedagogene preget av reiser og show på andre steder enn senterets hoved-lokaler, som taler til vitensenterpedagogens fordel for at de kan tilbringe tid i *illuminasjonsstadiet*. En ide om hvordan et matematisk emne skal tilnærmes kan dukke opp når vitensenterpedagogene arbeider på pulten på senteret også. Vitensenterpedagogene vil også da være i *illuminasjonsstadiet*.

Vitensenterpedagogenes arbeidsdager er fylt med en blanding av kontorarbeid, planlegging av show, planlegging av undervisning og reiser til og fra skoler i regionen. I analysene gis det indikasjoner på at arbeidsformen til vitensenterpedagogene gir dem mulighet til å tilbringe tid i *inkubasjonsstadiet*, da vitensenterpedagogene ikke kun arbeider med å lage undervisning. Vitensenterpedagogenes tid til å arbeide med andre kreative prosjekter og tiden brukt på transport kobler dermed vitensenterpedagogene til *inkubasjonsstadiet*.

Hvorvidt det er grunnlag for å si at vitensenterpedagogene er innom *verifikasjonsstadiet* gjennom sine arbeidsformer eller ikke kommer ikke så godt fram av analysen. Vitensenterpedagogenes muntlige forklaringer av matematiske tilnærminger til algebra i undervisningsopplegget *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* er den største koblingen som trekkes.

Det betyr ikke at vitensenterpedagogene ikke avslutter sitt arbeid med å være innom verifikasjonsstadiet når de arbeider med matematisk innhold i matematikkundervisning.

Totalt sett kan det diskuteres for at vitensenterpedagogenes arbeidsform, der vitensenterpedagogene har mulighet til å sette seg inn i et begrenset matematisk emne og har mulighet for en ikke-sammenhengende planleggingssituasjon av undervisning over lengre tid, har gode muligheter for å være innom alle fire stadier av gestaltmodellen i tilknytning til matematisk kreativt arbeid.

Ringvirkninger av at vitensenterpedagogene kan arbeide matematisk kreativt når de arbeider med matematikkundervisning, kan være at dette kommer til uttrykk gjennom de matematiske oppgavene som vitensenterpedagogene lager til elevene. Denne forskningsstudien gir ikke rom for å diskutere hvorvidt oppgavene til vitensenterpedagogene virker inn på elevenes matematiske kreativitet når de løser oppgaver, men studien gir indikasjoner på at vitensenterpedagogene kan arbeide matematisk kreativt når de arbeider med matematikkundervisning og argumenterer for at det er nyttig å undersøke dette fordi matematisk kreativitet hos personen som konstruerer oppgaver kreves for at oppgavene skal gi rom for matematisk kreativitet hos de som løser oppgavene.

Det kan diskuteres om ansatte på senteret har mulighet for å tilbringe mer tid i dette stadiet enn skolelærere i sin undervisningshverdag. Siden vitensenterpedagogen selv framhever sin mulighet til å bruke lengre tid på et undervisningsopplegg enn den vanlige skolelærer har, kan det være at senterets ansatte har mulighet til å arbeide matematisk kreativt i større grad enn lærere i den norske grunnskolen. I denne studien er det ikke nok data for å konkludere verken for eller mot, men det er en spennende antagelse. Antagelsen kan være starten på en større studie som undersøker om Vitensenterpedagoger i større grad enn lærere i grunnskolen har mulighet for å arbeide matematisk kreativt.

6 Avslutning

Arbeidsformen til Vitensenterpedagogene er ikke helt lik *Lesson Study*-prosessen, men har flere elementer som kan relateres til *Lesson Study*. Det gjelder særlig for måten vitensenterpedagogene tilnærmer seg matematisk emne med et overordnet mål de vil elevene skal arbeide mot i matematikkundervisningen. Med det påståtte *Konaikenshu*-målet vårres fokus e jo å prøv å jobb mest mulig praktisk, mest mulig, gjerne kroppslig» blir koblingen til *Lesson Study* sterk.

Gjennom analyse og diskusjonen løftes det fram uttalelser om som kan relatere vitensenterpedagogenes arbeidsform til hvert steg av *Lesson Study*-prosessen. Spesielt viktig er det konsekvente samarbeidet mellom Vitensenterpedagogene, særlig hvordan de gjentatte ganger, og over en lengre periode, diskuterer, reflekterer og re-vurderer *Dobbelt så mye (eller enda mer!)*.

Videre fremover kunne det vært interessant å undersøke arbeidsformen til Vitensenterpedagogene i detalj dersom de ble presentert for *Lesson Study*-teori i sin helhet.

Arbeidsformen til vitensenterpedagogene inkluderer mye tid til å planlegge, reflektere og utføre prøvetimer med undervisning. Det tyder på at Vitensenterpedagogenes arbeidshverdag med mye tid og fleksibilitet kan gi vitensenterpedagogene mulighet for å være innom de fire stadiene i gestaltmodellen for matematisk kreativitet. Ut fra dataanalyse og diskusjon kan det dermed tyde på at vitensenterpedagogene gjennom sin arbeidsform har rom for å gjøre et matematisk kreativt arbeid med fagstoff og oppgaver.

Vitensenterpedagogene har rom for å utføre matematisk kreativt arbeid når de lager matematikkundervisning. Hvorvidt dette kommer til syne gjennom utformingen på oppgavene i *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* kommer ikke frem i denne studien. For å analysere om vitensenterpedagogenes mulighet til å arbeide matematisk kreativt når de arbeider med matematikkundervisning påvirker oppgaveutformingen i undervisningen, kreves en ny omfattende studie. Det kunne for eksempel vært interessant å undersøke oppgaveutformingen i *Dobbelt så mye (eller enda mer!)* mot oppgaver på tilsvarende emner i en pensumbok som brukes i grunnskolen. I en slik undersøkelse kan Lithners rammeverk for immitativ eller kreativ resonnering hos elever være gode analyseverktøy.

7 Vedlegg

7.1 Intervjuguide

Spørsmål rettet mot faglig bakgrunn hos intervjuobjektene

- Hva er stillingstittelen din?
- Hva er din tidligere arbeidserfaring?
- Hvilken utdanning har du?
- Husker du ditt første møte med din arbeidsplass?

Spørsmål rettet mot planlegging av undervisningsopplegg i matematikk

- Kan dere fortelle om hvordan dere planlegger deres undervisningsopplegg i matematikk?
- Kan dere fortelle om hvordan dere finner inspirasjon til undervisningsopplegg i matematikk?
- Hvordan ser arbeidssituasjonen ut når dere arbeider med undervisningsopplegget i matematikk?
- Hvordan er det med tidsbruk på planleggingsprosessen?
- (Finnes det bestemte rammer eller har dere fritt spillerom?)
- Kan dere forklare noe om hvordan matematisk innhold blir bestemt?
- Hvordan er utformingen av senteret og brukes lokalene i deres matematiske undervisningsopplegg?
- Hvordan er det med økonomi når dere lager et undervisningsopplegg? Kan dere fortelle litt om dette?
- Har dere noen «kvalitetssikringer» for innholdet i undervisningsoppleggene?
- Har dere noen kommentarer dere vil legge til?

Spørsmål rettet mot planleggingen av «Dobbelt så mye, eller enda mer», et undervisningsopplegg i algebra for ungdomstrinnet

- Kan dere fortelle om dette undervisningsopplegget?
- Når begynte arbeidet med dette undervisningsopplegget?
- Har dere jobbet alene eller sammen med noen på dette undervisningsopplegget?
- Hvor i dannelsesprosessen av dette undervisningsopplegget er vi nå?
- Hvordan har arbeidet med dette undervisningsopplegget vært sammenlignet med andre undervisningsopplegg dere har laget?

- Hvilken matematikk finner vi i dette undervisningsopplegget?
- Hvordan ble matematisk innhold bestemt?
- Hvem er dette undervisningsopplegget rettet mot?
- Har undervisningsopplegget vært brukt på en gruppe?
- Har dere noen kommentarer dere vil legge til?

7.2 Oppfølgings spørsmål

- I uttrykket «vårres fokus er jo å prøv å jobb mest mulig praktisk, mest mulig, gjerne kroppslig», hvem refererer dere til som «vårres»?
- Har dere hørt om begrepene *Konaikenshu* eller *Lesson Study*?
- Hvilke tanker har dere om matematisk kreativitet?
- Hvor mye samtaler dere med læreren(e) til klassen som dere underviser før/under/etter en undervisning?

8 Referanser

- Allenby, R. (1983). *Rings, Fields and Groups*. Mill Road: Edward Arnold, a division of Hodder and Stoughton Limited.
- Bharath, S. (2009). The Characteristics of mathematical creativity. *ZDM Mathematics Education*, 41:13, 19 – 34. doi:10.1007/s11858-008-0114-z
- Boyer, C. B. (1968). *A History of Mathematics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Creswell, J.W. (2007). *Qualitative Inquiry & Research design, Choosing among five approaches*. California: Sage Publications, Inc.
- Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). *Lesson Study, A Japanese Approach to Improving Mathematics Teaching and Learning*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Høie, M. (2010). Aksjonsforskning. I E. Arntzen, & J. Tolsby, *Studenten som forsker i utdanning og praksis* (ss. 154-168). Lillestrøm: Høgskolen i Akershus.
- Kvale, S., Brinkmann, S. (2015). *Det Kvalitative Forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67, 255 – 276. doi:10.1007/s10649-007-9104-2
- Mac Lane, S., & Birkhoff, G. (1979). *Algebra, Second Edition*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Mellin-Olsen, S. (1989). *Kunnskapsformidling, Virksomhetsteoretiske perspektiver*. Hentet fra http://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2008060600016
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative Research*. USA: Jossey-Bass, A Wiley Brand
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). TIMSS 2015 International Results in Mathematics. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Nordnorsk Vitensenter. (2017). *Nordnorsk.vitensenter.no*. Hentet fra Nordnorsk.vitensenter.no/undervisning/barnehage: <https://nordnorsk.vitensenter.no/undervisning/barnehage>
- Nordnorsk Vitensenter. (2017). *Nordnorsk.vitensenter.no*. Hentet fra Nordnorsk.vitensenter.no/visjon: <https://nordnorsk.vitensenter.no/visjon>
- Nordnorsk Vitensenter. (2017). *Nordnorsk.vitensenter.no*. Hentet fra Nordnorsk.vitensenter.no/undervisning: <https://nordnorsk.vitensenter.no/undervisning>
- Nordnorsk Vitensenter. (2017). *Nordnorsk.vitensenter.no*. Hentet fra Nordnorsk.vitensenter.no/smatrinn: <https://nordnorsk.vitensenter.no/undervisning/smatrinn>
- Nordnorsk Vitensenter. (2017). *Nordnorsk.vitensenter.no*. Hentet fra Nordnorsk.vitensenter.no/undervisning/mellomtrinn: <https://nordnorsk.vitensenter.no/undervisning/mellomtrinn>

- Nordnorsk Vitensenter. (2017). *Nordnorsk.vitensenter.no*. Hentet fra Nordnorsk.vitensenter.no/undervisning/ungdomstrinn: <https://nordnorsk.vitensenter.no/undervisning/ungdomstrinn>
- Nordnorsk Vitensenter. (2017). *Nordnorsk.vitensenter.no*. Hentet fra Nordnorsk.vitensenter.no/fl: <https://nordnorsk.vitensenter.no/fl>
- Norges Forskningsråd. (2016). *Forskningsradet.no*. Hentet fra www.forskningsradet.no: http://www.forskningsradet.no/prognett-viten/Sentrale_dokumenter/1254014150607
- Ole Kristian Bergem, H. K. (2016, 11 30). Vi kan lykkes i Realfag! Hentet fra www.idunn.no - Nordiske tidsskrift på nett: <https://www.idunn.no/file/pdf/66911876/vi-kan-lykkes-i-realfag.pdf> doi: 10.18261/97882150279999-2016
- Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse, En innføring i kvalitativ metode*. Bergen: Fagbokforlaget Vgimostad & Bjerke AS.
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *udir.no*. Hentet fra www.udir.no/k106/MAT1-04/Hele/Hovedomraader: <https://www.udir.no/k106/MAT1-04>
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *udir.no*. Hentet fra udir.no/k106/MAT1-04/Hele/Formaal: <https://www.udir.no/k106/MAT1-04/Hele/Formaal>
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *udir.no*. Hentet fra www.udir.no/k106/MAT1-04/Hele/Grunnleggende_ferdigheter: https://www.udir.no/k106/MAT1-04/Hele/Grunnleggende_ferdigheter
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *Udir.no*. Hentet fra www.udir.no: <https://www.udir.no/k106/MAT1-04/Hele/Hovedomraader>
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research*. California: SAGE Publications, Inc.

