



MAT-3906

**MASTERGRADSOPPGAVE I MATEMATIKK -
LEKTORUTDANNING**

Representasjonskompetanse hos elever
i design og håndverk

Håvard Soløy

Februar, 2011

FAKULTET FOR NATURVITENSKAP OG TEKNOLOGI
Institutt for matematikk og statistikk
Universitetet i Tromsø

MAT-3906
MASTERGRADSOPPGAVE I MATEMATIKK -
LEKTORUTDANNING

Representasjonskompetanse hos elever
i design og håndverk

Håvard Soløy

Februar, 2011



a)



b)



c)



d)

Figur 1: a) og b) viser representasjoner av en idé hvor a) viser bearbeidet skisse og b) viser plastelinamodell og oasismodell. c) og d) viser representasjoner av en annen idé hvor c) viser oasismodell og d) viser endelig snøskulptur.

Forord

Denne matematikdidaktiske studien er resultatet av det 5. året på lektorutdanningen ved Universitetet i Tromsø.

Jeg vil rette en stor takk til mine veiledere, Anne Birgitte Fyhn, Institutt for lærerutdanning og pedagogikk og Trygve Johnsen, Institutt for matematikk og statistikk, for alle konstruktive tilbakemeldinger og innspill.

En stor takk til Bente Solbakken, kollega og medforsker ved Høgskolen i Nesna, som har gjort det mulig for meg å gjennomføre denne studien. Takk til lærere og elever i design og håndverk ved den videregående skolen hvor undersøkelsen ble gjort.

Og ikke minst en stor takk til min fantastiske familie som har vist stor forståelse for mitt arbeid i denne perioden.

Tromsø, februar 2011

Håvard Soløy

Innhold

Forord	v
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling	2
1.2 Kompetansemål i matematikk som er relevant for snøskulpturprosjektet	3
1.3 Masterprosjektet som del av et større prosjekt	3
2 Teori	5
2.1 Matematiske tema i snøskulpturprosjektet	5
2.2 Kompetansebegrep	7
2.2.1 Rammeverket til Lithner et al.	8
2.3 Kompetansebegrepet i noen internasjonale undersøkelser	11
2.3.1 PISA 2006	12
2.3.2 TIMSS 2007	12
2.4 Kreativ og imitativ matematisk resonnering	13
2.5 “Toppen av isfjellet”	14
2.6 Læreplaner	15
3 Metode	17
3.1 Kvalitative og kvantitative metoder	17
3.2 Ulike kvalitative metoder	18
3.2.1 Observasjon	18
3.2.2 Intervju	18
3.2.3 Ustrukturert intervju – samtale med eleven	19
3.2.4 Case studier	19
3.2.5 Kombinasjon av metoder	20
3.3 Etske overveielser og forskningsetikk i prosjektet	20
3.3.1 Mastergradsprosjektets plassering i Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring	21
3.4 Beskrivelse av utvalg og begrunnelse for valg av informanter	23
3.5 Representativitet	24
3.6 Undersøkelsen	25
3.6.1 Gjennomføring av snøskulpturprosjektet	26

3.7	Utvikling av analyseverktøy	27
3.7.1	Oversikt over datamaterialet	27
3.7.2	Analyse kategorier.....	27
3.8	Reliabilitet og validitet	28
3.8.1	Reliabilitet	28
3.8.2	Validitet.....	30
4	Analyse	31
4.1	Gjennomføring av snøskulpturprosjektet	31
4.2	Idéskisser	32
4.2.1	Sekskanten.....	34
4.3	Bearbeidet skisse	35
4.3.1	Sekskanten.....	37
4.4	Plastelinamodell.....	38
4.4.1	Sekskanten.....	40
4.5	Arbeidstegning.....	41
4.5.1	Sekskanten.....	43
4.6	Forarbeid til oasismodellen	44
4.6.1	Sekskanten.....	45
4.7	Oasismodell	50
4.7.1	Sekskanten.....	52
4.8	Sekskanten som formell, preformell og uformell representasjon.....	52
4.9	Snøskulptur.....	53
4.10	Noen refleksjoner rundt snøskulpturprosjektet.....	55
4.11	Oppsummering av analysene.....	59
5	Diskusjon	61
6	Avslutning og konklusjon	67
6.1	Oppsummering	67
6.2	Vegen videre.....	68
6.3	Konklusjon.....	69
	Litteratur.....	71
	Appendiks.....	75

1 Innledning

Snøskulpturen på side iv er resultatet av et to ukers tverrfaglig prosjekt i 1. klasse på det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Design og håndverk i videregående skole (Vg1). Fagene som inngikk i prosjektet var matematikk og design og håndverk. Oppgaven var å designe en snøskulptur som skulle bestå av geometriske former, plataer, trapper og lysrom.

En designprosess i design og håndverk starter med å lage flere raske idéskisser. En eller flere av disse idéskissene er grunnlaget for å lage en bearbeidet skisse. Den bearbeidede skissen er utgangspunktet for å lage en arbeidstegning i en gitt målestokk. I en arbeidstegning er objektet tegnet fra forskjellige synsvinkler – forfra, ovenfra og fra siden – og deretter målsatt.

Arbeidstegningen er igjen utgangspunktet for å lage en modell av snøskulpturen. Til slutt skal prosjektet realiseres med å lage en snøskulptur, et produkt, i full størrelse.

Å arbeide med matematikk består i å arbeide med matematiske objekter, fenomener, problemer og situasjoner. For eksempel kan et objekt presenteres på forskjellige måter. En kube kan presenteres som et bilde, ei tegning eller eventuelt en konkret tredimensjonal kube. Vi har da tre forskjellige *representasjoner* av kuben. En representasjon kan også være symbolsk, geometrisk, grafisk, diagrammatisk, tabellmessig eller verbal (Niss & Højgaard Jensen, 2002). Elevenes produksjonsprosess, fra idé til produkt, er et arbeid med representasjoner.

I læreplanen for design og håndverk står følgende: “Gjennom egne og medelevers ulike arbeider skal elevene utvikle forståelse for produksjonsprosesser i design- og håndverksyrker og videre utdanningsmuligheter” (Udir, 2010b). Gjennom observasjon i en Vg1-klasse har jeg betraktet hvordan elever konkret arbeider med ulike representasjoner i denne produksjonsprosessen. De ulike representasjonene i produksjonsprosessen var skisse, bearbeidet skisse, arbeidstegning, modell og til slutt snøskulptur. I stedet for termen produksjonsprosess vil jeg i denne oppgaven bruke designprosess som var den termen elever og lærere i design og håndverk brukte.

Å lage ei arbeidstegning ut fra ei skisse, krever øvelse i å kunne se for seg et objekt fra forskjellige synsvinkler. Ei arbeidstegning er en nøyaktig beskrivelse av objektet. Objektet er tegnet fra forskjellige synsvinkler og målsatt. Dette gjøres med passer og linjal og krever presisjon, samt kunnskap og ferdigheter om konstruksjon og måling. Å lage en modell fra ei

Kapittel 1 Innledning

arbeidstegning krever at man har kunnskap om egenskaper til to- og tredimensjonale figurer. I en slik prosess, fra idé til produkt, kan det være behov for kunnskaper og ferdigheter i matematikk.

1.1 Problemstilling

Representasjonskompetanse er en av flere matematiske kompetanser (Lithner et al., 2010; Niss & Højgaard Jensen, 2002). Matematisk kompetanse er en sentral del av læreplanen Kunnskapsløftet, LK06 (KD, 2006). I arbeidet med snøskulpturene, i prosessen fra idé til produkt, viser elevene forskjellige representasjoner av snøskulpturen. Jeg vil i denne studien prøve å peke på hvordan matematisk kompetanse blir representert gjennom en praktisk oppgave i design og håndverk. Min problemstilling er da som følger:

Hvordan kommer elevenes representasjonskompetanse til uttrykk i arbeidet med de ulike fasene i designprosessen i snøskulpturprosjektet?

For å belyse denne problemstillingen vil jeg ta utgangspunkt i teorier om matematiske kompetanse av henholdsvis Brekke (1995), Niss og Højgaard Jensen (2002) og Lithner et al. (2010). LK06 er sterkt influert av det danske Kompetencer og matematiklæringsprosjektet (KOM-prosjektet) av Niss og Højgaard Jensen (2002). Det vil derfor være interessant å se på hvilken måte LK06 er influert av KOM-prosjektet og hvordan dette gjør seg gjeldende i læreplanen for matematikk 1P. Fokuset i denne oppgaven vil være på elevenes representasjonskompetanse. For å begrense oppgavens omfang vil jeg derfor ikke gå inn på LK06 og KOM-prosjektet i denne oppgaven.

I teoridelen vil jeg også trekke fram to internasjonale undersøkelser, Programme for International Student Assessment 2006 (PISA 2006) og Trends in International Mathematics and Science Study 2007 (TIMSS 2007). Spesielt vil jeg trekke fram kompetanseaspektet i disse undersøkelsene.

Formålet med studien er å belyse hvordan elever bruker matematikk i praktiske oppgaver og finne ut hvordan denne matematikken blir representert. Ved å få kunnskap om elevenes representasjonskompetanse i design og håndverk, har lærerne en mulighet til å utnytte og spille på hverandres fag. Dette kan videre gi elevene bedre læring i både design og håndverk og matematikk.

1.2 Kompetansemål i matematikk som er relevant for snøskulpturprosjektet

Snøskulpturprosjektet er et tverrfaglig prosjekt i design og håndverk og matematikk. I matematikkfaget vil kompetansemålene i Tall og algebra og Geometri for Vg1 være sentrale i snøskulpturprosjektet. I dette masterprosjektet vil jeg ha et spesielt fokus på kompetansemålene i Geometri. Mange av kompetansemålene i matematikk og i design og håndverk i Vg1 har flere likehetstrekk. For eksempel skal elevene både i design og håndverk og matematikk arbeide med arbeidstegninger.

Med LK06 ble det innført fem grunnleggende ferdigheter som skal integreres i alle fag og kompetansemål. De fem grunnleggende ferdighetene er å kunne uttrykke seg muntlig, å kunne uttrykke seg skriftlig, å kunne lese, å kunne regne og å kunne bruke digitale verktøy (KD, 2006). Det at LK06 er sterkt influert av Niss og Højgaard Jensens kompetanser kommer til uttrykk i disse fem ferdighetene. For eksempel i ferdigheten å kunne uttrykke seg muntlig skal elevene i matematikk kunne argumentere og forklare en tankegang. Dette er beskrivelse av resonnementskompetanse. I snøskulpturprosjektet er det viktig at elevene kan forklare en tankegang til medelever og lærere. I ferdigheten å kunne uttrykke seg skriftlig skal elevene løse problemer ved hjelp av matematikk. Dette er beskrivelser av problemløsningskompetansen. I snøskulpturprosjektet må elevene dokumentere prosessen fra idé til produkt. Dette vil innebære at elevene må kunne uttrykke seg skriftlig (Udir, 2010a).

1.3 Masterprosjektet som del av et større prosjekt

Masterprosjektet er en del av det større prosjektet Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring som tar utgangspunkt i to parallelle klasser i design og håndverk. I det større prosjektet er fokuset på å identifisere og beskrive matematikken i de estetiske aktivitetene. Forskningsdelen går ut på å analysere brobyggingen mellom design og håndverk og matematikk. Elevene i disse klassene er alle jenter. To elever, Alma og Berit (anonymisert), ble observert i snøskulpturprosjektet.

2 Teori

2.1 Matematiske tema i snøskulpturprosjektet

Snøskulpturprosjektet gir en rekke muligheter for å bruke matematikk til å løse problemer.

I designprosessen fra idé til endelig produkt skal elevene først lage skisser og arbeidstegning. Skissene kan være flatetegninger eller perspektivtegninger. En flatetegning er en tegning uten perspektiv. Perspektivtegning er et tema både i design og håndverk og matematikk. Bue et al. (2009) skiller mellom ett-, to- og trepunktsperspektiv, samt isomerisk perspektiv. Et isometrisk perspektiv, også kalt parallellperspektiv, er perspektiv uten forsvinningspunkter (Bue, et al., 2009). Isometri kommer fra iso- og –metri og betyr likhet i mål (SNL, 2011).

En arbeidstegning skal gi nøyaktig informasjon om hvordan produktet skal bli seende ut. En arbeidstegning er en todimensjonal flatetegning av et tredimensjonalt objekt. Elevene må derfor i første omgang kunne se for seg hvordan objektet ser ut fra forskjellige sider. Deretter skal elevene lage flatetegninger av objektet. Det vil si at elevene må kunne gå fra et tredimensjonalt objekt til en todimensjonal tegning. Dersom skulpturen plasseres inn i et tredimensjonalt koordinatsystem, med akser x , y og z , involverer en arbeidstegning projisering av skulpturen ned i xy -planet, xz -planet og yz -planet.

I følge elevenes lærebok i design og håndverk er det ikke nødvendig å konstruere vinklene i en arbeidstegning (Løvstad & Strømme, 2007). For å tegne ei arbeidstegning trenger elevene å kunne bruke hjelpemidler som linjal og passer. Linjalen brukes både for å kunne trekke rette linjer, samt kunne måle og bevare avstander i tegninger. Et mer nøyaktig verktøy for å bevare avstander, samt kunne tegne sirkler og buer, er passeren. Den brukes når elevene skal bevare avstander på arbeidstegningen, spesielt når eleven går fra å tegne objektet sett ovenfra til å tegne objektet sett fra siden.

I arbeidet med snøskulpturprosjektet må elevene lage arbeidstegning og modell i gitt målestokk i forhold til snøskulpturen. Arbeidstegningen til elevene skal være i målestokken 1 : 15 i forhold til endelig skulptur. En arbeidstegning skal være målsatt, det vil si alle målene på den endelige skulpturen skrives på tegningen. Elevene skal lage en oasismodell ut fra arbeidstegningen. Oasis er et materiale som elevene kan bruke for lage modeller. Oasis brukes også til blomsterdekorasjoner. Oasismodellen skal være i samme målestokk som arbeidstegningen.

Kapittel 2 Teori

Snøskulpturen skal bestå av geometriske former. Elevene trenger da å kjenne til både to- og tredimensjonale former. For eksempel kan en skulptur bestå av ei kule. Eleven må da kunne tegne todimensjonale skisser og arbeidstegning av hvordan kula vil se ut i planet. Deretter skal eleven lage en tredimensjonal skulptur av kula i snøen. Eleven må følgelig kunne mestre overgangen fra tre dimensjoner til to dimensjoner, og deretter tilbake til tre dimensjoner idet skulpturen skal lages i snø. Grunnflaten i skulpturen kan for eksempel bestå av en regulær mangekant. Mangekanter kan tegnes eller konstrueres. Det er mulig å finne vinkelsummen for mangekanter. For regulære mangekanter kan elevene finne vinklene. For å kunne konstruere figurer trenger elevene å kjenne til konstruksjon av normal, konstruksjon av 60° vinkel og halvering av disse. Konstruksjon er et kompetansemål i geometri etter 10. årstrinn (KD, 2006).

Arbeidet med snøskulpturene gir mulighet til å arbeide med areal og volum.

Arbeidstegningene gir uttrykk for hvordan skulpturen skal bli. Det er da mulig å beregne areal av figurene i arbeidstegningen, samt areal og volum av oasismodell og endelig skulptur. Dette kan for eksempel brukes for å beregne hvor mye oasis som må til for å kunne lage en modell av skulpturen. Utgangspunktet for snøskulpturene er sylindriske plastrør med diameter 1,5 m og høyde 1,5 m. Rørene pakkes med snø. Deretter løftes rørene av snøen og elevene står igjen med en snøsylander. Behovet for antall snøsyindre, plassering, for eksempel to i høyden eller to i bredden, må elevene selv beregne ut fra arbeidstegning og modell. Elevene kan beregne overflate og volum av de endelige snøskulpturene. Lysrom er et rom i skulpturen hvor det er plass til et stearinlys. Et lysrom gjør at noe snø må fjernes fra skulpturen. Størrelsen og formen på lysrommet er avgjørende for at et lys skal kunne brenne. Beregning av overflate og volum av lysrommene, samt vurdering av form, vil være mulige oppgaver.

Arbeid med målestokk, areal og volum vil involvere at elevene må bruke varierte måleenheter og måleredskaper. Elevene har ikke egne tegnebrett, så de må bruke vinkellinjaler på 30° , 60° og 90° , 45° , 45° og 90° , transportør og passer. Ved arbeid på skulpturen har elevene behov for tavlelinjal, tavlepasser, tommestokker og målband.

En rekke kompetansemål fra Tall og algebra i Vg1 vil også bli berørt gjennom snøskulpturprosjektet. Elevene må kunne regne praktiske oppgaver, for eksempel når de skal målsette arbeidstegningen. De må videre kunne vurdere rimeligheten i resultatene. Dersom arbeidstegningen blir feil målsatt kan dette føre til at bestillingen av snøsyindere også blir feil.

2.2 Kompetansebegrep

En rekke undersøkelser, både nasjonale og internasjonale, prøver å måle matematikkprestasjonene til elevene, og finne ut hva som skal til for at de skal kunne prestere bedre. Et verktøy for å kunne måle dette er matematisk kompetanse. Kompetansebegrepet blir brukt litt ulikt av forskjellige forfattere. Jeg har valgt å ta utgangspunkt i Brekke (1995), Niss og Højgaard Jensen (2002) og Lithner et al. (2010). Jeg vil også trekke fram kompetansebegrepet i noen internasjonale undersøkelser, PISA og TIMSS.

Brekkes (1995) kompetansebegrep består av fem komponenter som til sammen utgjør det å ha matematisk kompetanse. Disse er faktakunnskap, ferdigheter, begrepsstrukturer, generelle strategier og holdninger. Med faktakunnskap menes informasjon som er en sannhet med utgangspunkt i virkeligheten og følgelig ikke trenger noe bevis. Definisjoner og konvensjoner er fakta (ibid.). Ferdighet defineres som prosedyrer eller algoritmer som involverer flere steg i en løsningsprosess. En elev må ha en rekke prosedyrer og algoritmer som den kan velge mellom (ibid.). Et nettverk av begreper kaller Brekke for begrepsstrukturer (ibid.). Slike begrepsstrukturer gjør at man kan tilpasse en tidligere lært prosedyre for å løse nye problemer. Generelle strategier er en sammensatt kompetanse hvor man må velge passende ferdigheter for å løse et problem. Representasjon er en del av denne kompetansen (ibid.). Holdninger peker på hvordan elevens og lærers syn på matematikk vil ha innvirkning på hvordan man møter lærestoffet. Her skiller Brekke mellom begrepene beliefs og attitudes. Belief kan oversettes med mening om noe, for eksempel matematikk. Med attitude menes holdning til matematikk og matematikkundervisning (ibid.).

Kompetanse er en ekspertise noen har innenfor et spesielt område (Niss & Højgaard Jensen, 2002). Matematisk kompetanse er å ha viten om, forstå, kunne utøve og anvende og kunne ta stilling til matematikk og virksomheter som knyttes til matematikk. Niss og Højgaard Jensens kompetansebegrep består av åtte kompetanser og grupperes i to grupper. De fire første kompetansene i gruppen *kunne spørre og svare i, med og om matematikk*, er tankegangs-, problemløsnings-, modellerings-, resonnementskompetanse. Den andre gruppen, *å kunne håndtere språk og redskaper i matematikk*, er representasjons-, symbol- og formalisme-, kommunikasjons- og hjelpemiddelkompetanse (ibid.).

Kompetansebegrep til Lithner et al. (2010) kategoriseres som seks evner.

Problemløsningsevne er evnen til å håndtere problemløsning. Evnen til å resonnerer er evnen til å beherske resonnering i forhold til matematikk. Evne til å anvende prosedyrer er evnen til

Kapittel 2 Teori

å beherske matematiske prosedyrer. Representasjonsevne er evnen til å håndtere representasjoner. Evne til å koble er evnen til å koble mellom matematiske enheter eller representasjoner av matematiske enheter. Kommunikasjonsevne er evnen til å kommunisere.

2.2.1 Rammeverket til Lithner et al.

Rammeverket til Lithner et al. (2010), Mathematical Competency Research Framework (MCRF), er inspirert av National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000), Kilpatrick et al. (2001) og Niss og Højgaard Jensen (2002). NCTM er en nasjonal organisasjon som arbeider for bedre matematikkundervisning og læring. Organisasjonen, med tilholdssted i USA, er verdens største organisasjon med fokus på matematikkundervisning. NCTMs Principles and Standards har hatt stor innflytelse på matematikkundervisning i USA og Canada (Wikipedia, 2011).

Hensikten med MCRF var å lage et rammeverk som unngår å klassifisere et og samme fenomen i forskjellige kategorier (Lithner, et al., 2010). Han definerer seks matematiske kompetanser, hvor alle er evnen til å håndtere spesielle aspekter rundt en matematisk kompetanse. De seks kompetansene er evnen til å løse problemer, evnen til å resonnerer, evnen til å anvende prosedyrer, representasjonsevne, evnen til å koble og evnen til å kommunisere.

Kompetanser er duale av natur, dvs. at kompetansene har et analytisk og produktivt aspekt (Niss, 2003). Det analytiske aspektet av kompetansen fokuserer på forståelse, tolking, undersøkning og vurdering av matematiske fenomen og prosesser. Det produktive aspektet fokuserer på den aktive byggingen eller gjennomføringen av prosesser.

MCRF har underkategorier til hver kompetanse (Lithner, et al., 2010). Underkategori én er *å forstå*. Med *å forstå* menes det å bygge kunnskap, tolke, identifisere og gjenkjenne kunnskap. Underkategori to er *å gjøre og bruke*. Med dette menes å ta del i oppgaven, ta stilling til, løse, bruke, besvare, utvikle, argumentere, velge, skape, støtte, spesifisere, anvende, bearbeide og gjøre overslag. Denne underkategorien dreier seg om å kunne bruke den kunnskapen som vi har ervervet oss til å løse oppgaver og problemer. Underkategori tre er *å bedømme*. Med *å bedømme* menes å evaluere, følge med i og evaluere. Denne underkategorien dreier seg om metanivået når det gjelder det å bedømme.

Problemløsningsevne er evnen til å håndtere problemløsning. Definisjonen for problemløsning er med utgangspunkt i NCTM; “engaging in a task for which the solution method is not known in advance” (NCTM, 2000, s. 52). Det understrekes at det i forhold til

Kapittel 2 Teori

denne definisjonen kun er to typer oppgaver – oppgaver som kategoriseres som et problem og ikke-problem, også kalt rutineoppgaver (Lithner, et al., 2010). Til sammenlikning kreves det i andre definisjoner en matematisk undersøkelse for at en oppgave skal være et problem (Niss & Højgaard Jensen, 2002).

Å mestre problemløsningsevnen betyr i forhold til underkategorien *å forstå* å kunne forstå en situasjon hvor et problem foreligger, det være seg verbalt, visuelt eller reelt. Man må kunne forstå, kjenne igjen og erkjenne de forskjellige komponentene i problemet. Det medfører også forståelse for bruk av metoder, verktøy og målet med problemløsningen (Lithner, et al., 2010). Med underkategorien *å gjøre og bruke* menes det å kunne bruke matematikk for å løse forskjellige typer problemer som oppstår i matematikk eller andre kontekster. Videre må man kunne anvende og tilpasse en rekke metoder og strategier for problemløsning, samt kunne ta stilling til og presisere forskjellige typer problemer. Med *å bedømme* menes å kunne bedømme og evaluere løsningens styrke, samt kunne følge med i og reflektere over problemløsningsprosessen.

Evnen til å resonnerer er evnen til å beherske resonnering i forhold til matematikk. I definisjonen av resonnering brukes NCTM hvor det er den bestemte handlingen av justering av valg og konklusjoner ved hjelp av matematiske argument. Lithner et al. (2010) fokuserer på at resonneringen skal være eksplisitt, i betydningen at resonneringsevnen knyttes spesifikt til problemløsning og modellering. Å mestre resonneringsevne betyr i forhold til *å forstå* å kunne forstå og tolke egne og andres resonneringer. Med underkategorien *å gjøre og bruke* må man kunne velge ut og bruke uformelle og formelle argumenter. Disse argumentene må videre kunne støtte valg og konklusjoner i gjetninger, hypoteser, påstander, oppgaveløsninger og bevis. Under *å bedømme* menes det å ha evne til å kunne bedømme og evaluere egne og andre resonnement, samt generelle refleksjoner. Under *å bedømme* trekker Lithner et al. fram metakjennskap til resonnering, dvs. å anerkjenne resonnement og bevis som helt fundamentale aspekter ved matematikk. Spesielt det å vite hva et bevis er og hva som skiller et bevis fra andre matematiske resonnement (ibid.).

Evne til å anvende prosedyrer er evnen til å beherske matematiske prosedyrer. Definisjonen av en matematisk prosedyre er en sekvens av matematiske handlinger, som er en godkjent vei, til å løse en oppgave. Å anvende en slik prosedyre er da å gjennomføre denne sekvensen av handlinger for å løse oppgaven. En prosedyre kan også være en algoritme. For å mestre evnen til å anvende prosedyrer må man kunne forstå og tolke egne og andres prosedyrer. Videre må

Kapittel 2 Teori

man kunne velge prosedyrer, samt bruke disse, for å kunne løse oppgaver. Et poeng her er at man har god kjennskap til forskjellige prosedyrer slik at man kan utnytte fordelene til prosedyrene. For å mestre denne evnen må man også kunne bedømme og evaluere egne og andres prosedyrer (Lithner, et al., 2010).

Representasjonsevne er evnen til å håndtere representasjoner. Matematikk er bygd på abstrakte matematiske enheter av ulike slag, f.eks. tall, funksjoner, geometriske objekter, oppgaver, metoder, prinsipper, begreper, fenomener og ideer, og egenskapene til disse enhetene (ibid.). Når man så arbeider med matematikk er det nødvendig å beherske flere områder av matematikken på samme tid, vite hvordan de forskjellige enhetene knyttes sammen og deres relasjoner. Det kan være både vanskelig, for ikke å si umulig, å tenke på en matematisk enhet i abstrakt form. Det kan derfor være en fordel å kunne finne en konkret eller mental erstatning, som fortsatt har de samme egenskapene som den opprinnelige enheten, og som passer og er relevant i situasjonen. En representasjon er denne konkrete erstatningen av en matematisk enhet.

Et eksempel på en representasjon kan være ei arbeidstegning og en modell av en snøskulptur. Arbeidstegningen er en representasjon og modellen er en annen representasjon av snøskulpturen.

Å mestre evnen til representasjon vil si å kunne tolke forskjellige representasjoner, samt kunne skifte mellom representasjonene. Når det gjelder forståelse for relasjoner mellom representasjonene, faller dette inn under evnen å kunne koble. Med underkategorien *å forstå* menes det å forstå og tolke egne og andres representasjoner. Med underkategorien *å gjøre og bruke* menes det å velge og bruke representasjoner til å organisere et problem, dokumentere for å dele med lærere og elever og løse problemer. Videre ligger i denne underkategorien å modellere og tolke fysiske, sosiale og matematiske fenomen, samt kommunisere matematiske ideer. Med underkategorien *å bedømme* menes her det å kunne bedømme og evaluere egne og andres representasjoner (ibid.).

Evne til å koble er evnen til å koble mellom matematiske enheter eller representasjoner av matematiske enheter. Lithner et al. definerer å koble som “the process to use something that connects or makes a link between two things” (ibid., s. 163). En slik kobling kan være en årsakssammenheng eller en logisk relasjon eller sekvens. Representasjonsevne og evne til kobling er nært knyttet. Representasjonsevnen fokuserer på representasjonene i seg selv, mens evne til kobling fokuserer på koblingen mellom de forskjellige representasjonene.

Kapittel 2 Teori

Det er fem forskjellige typer av koblinger.

- a) Mellom representasjoner av forskjellige enheter. Et eksempel er digitaluret og viseruret (analoguret) som viser samme tid, men som har forskjellige representasjoner (Niss & Højgaard Jensen, 2002).
- b) Mellom forskjellige representasjoner av samme enhet. For eksempel koblingen mellom ei arbeidstegning og en modell av en snøskulptur.
- c) Mellom forskjellige deler av samme enhet. For eksempel koblingen mellom overflate og volum på en snøskulptur.
- d) Mellom forskjellige enheter. For eksempel koblingen mellom forholdet mellom høyde og bredde på en snøskulptur og proporsjoner.
- e) Mellom forskjellige deler av en enhet. For eksempel koblingen mellom hvor fort en snøskulptur vil smelte og høyden på snøskulpturen.

Å mestre evnen til å koble betyr å kunne forstå og tolke egne og andres koblinger. Det være seg hvordan matematiske ideer henger sammen og bygger på hverandre. Å forstå betyr også å kjenne igjen matematikk i ikke-matematiske situasjoner, for så å trekke koblinger til matematikken. Å gjøre og bruke koblinger betyr å kunne velge og bruke koblinger til å organisere og løse problemer og matematiske fenomen. Å bedømme betyr å kunne bedømme egne og andres koblinger (Lithner, et al., 2010).

Kommunikasjonsevne er evnen til å kommunisere. Å kommunisere defineres som å kunne ta del i en prosess hvor en meningsutveksling mellom personer foregår ved hjelp av symboler, tegn eller adferd. Dette involverer en sender og en mottaker. Å forstå kommunikasjonsevnen betyr å kunne forstå og tolke informasjon fra en sender. Informasjonen kan være både skriftlig og muntlig og inneha matematiske symbol og utsagn. Å gjøre og bruke betyr å kunne sette sammen og formulere informasjon til en mottaker, dette gjelder både muntlig og skriftlig. Dette må også kunne gjøres for mottakere på forskjellige stadier og nivå, både teoretisk og teknisk nivå. Å bedømme betyr å kunne bedømme egne og andres kommunikasjon (ibid.).

2.3 Kompetansebegrepet i noen internasjonale undersøkelser

PISA og TIMSS er to internasjonale undersøkelser som begge fokuserer på matematikk og naturfag. PISA undersøker også området lesing. Begge undersøkelsene måler blant annet elevenes matematiske kompetanse. Undersøkelsene har hvert sitt kompetansebegrep.

2.3.1 PISA 2006

PISA (Programme for International Student Assessment) er en internasjonal komparativ studie av forskjellige lands skolesystem (Kjærnsli, 2007). Alle tre emneområdene matematikk, naturfag og lesing blir testet hvert tredje år. I 2003 var hovedfokus matematikk, mens i 2006 var hovedfokus naturfag. Undersøkelsen sammenlikner norske 15-åringers kompetanse i disse emneområdene med andre OECD-land. PISA tar ikke utgangspunkt i de forskjellige lands læreplaner. I stedet sammenlikner de elevenes kompetanse til å bruke kunnskap og erfaring til å løse oppgaver. PISA har valgt å dele det matematiske innholdet i fire kategorier, det er Forandring og sammenheng, Rom og form, Tall og mål og Usikkerhet.

I matematikk brukes begrepet *mathematical literacy*. Med det menes elevenes evne til å bruke sine kunnskaper og ferdigheter til å trekke veloverveide slutninger i gitte sammenhenger. PISA har valgt, med utgangspunkt i mathematical literacy og Niss og Højgaard Jensens kompetanser, å lage en egen kompetansebeskrivelse i sine undersøkelser. De tre kompetansene er som følger (Kjærnsli, 2007, s. 159):

Kompetanse 1: reproduksjon, definisjoner og beregninger. Elevene skal kunne bruke faktakunnskaper, gjenkjenne matematiske objekter og utføre rutinemessige prosedyrer og standardalgoritmer.

Kompetanse 2: se forbindelser og kunne integrere informasjon som grunnlag for problemløsning. Elevene skal kunne se sammenhenger mellom ulike områder av matematikken, kunne bruke ulike representasjoner av samme fenomen, og se sammenhenger mellom definisjoner, bevis, eksempler og påstander. Elevene må kunne bruke et formelt språk. Her er problemene ofte gitt i en sammenheng.

Kompetanse 3: matematisk innsikt og generalisering. Elevene skal kunne «matematisere» reelle situasjoner, det vil si å kunne ekstrahere ett eller flere matematiske problemer fra en gitt kontekst, og i tillegg til å løse det konkrete matematiske problemet også være i stand til å se hvordan denne løsningen antyder mer generelle trekk ved fenomenet og beslektete fenomener (matematisk bevis). Slike prosesser inneholder kritisk tenking, analyse og refleksjon.

2.3.2 TIMSS 2007

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) er en internasjonal komparativ studie i matematikk og naturfag. Elevene som deltar i undersøkelsen er på grunnskolens 4. og 8. trinn. Undersøkelsen sammenlikner elevenes prestasjoner nasjonalt og internasjonalt. Man ønsker å se hvilke faktorer som fremme læring og hvilke som hemmer læring. TIMSS er en læreplanbasert undersøkelse (Grønmo & Onstad, 2009). I min oppgave vil jeg konsentrere meg om resultatene i matematikk for 8. klasse.

TIMSS opererer med fire kompetansenivåer; avansert, høyt, middels og lavt nivå. Elever på 8. trinn skal på lavt nivå ha noen grunnleggende kunnskaper om regneoperasjoner. På middels nivå skal for eksempel elevene vise forståelse for egenskaper til trekantede. I tillegg skal de ha forståelse for grunnleggende geometriske begreper. På høyt nivå skal elevene ha kunnskaper om geometriske egenskaper slik at de kan løse oppgaver om areal, volum og vinkler. På høyt nivå skal de kunne anvende sine kunnskaper om geometriske egenskaper til å løse oppgaver om areal, volum og vinkler. På avansert nivå skal elevene kunne anvende sine kunnskaper i geometri til å løse komplekse problemsituasjoner (Grønmo & Onstad, 2009).

2.4 Kreativ og imitativ matematisk resonnering

I oppgaveløsning skiller Schoenfeld (1985) mellom et problem og en øvingsoppgave. Et problem er en oppgave hvor oppgaveløseren ikke kjenner noen algoritmer som løser det. Dersom oppgaveløseren kjenner en algoritme som løser oppgaven, kalles det en øvingsoppgave (ibid.).

For å løse en oppgave kreves det av eleven resonnering og argumentasjon (Johan Lithner, 2006). Resonnering deles inn i to typer; kreativ og imitativ matematisk resonnering. Kreativ resonnering ligger på et høyere nivå enn imitativ resonnering. Kreativ matematisk resonnering kan defineres ut fra fire kriterier, “novelty, flexibility, plausibility, and mathematical foundation” (ibid., s. 5). “Novelty” tilsier at eleven skal kunne etablere et nytt resonnement eller reetablere et glemt resonnement. “Flexibility” betyr at eleven kan bruke flere innfallsvinkler og fremgangsmåter i resonneringen i oppgaveløsningen. På denne måten vil ikke elevene være avhengig av kun én algoritme eller liknende for å løse oppgaven. Med “plausibility” menes at ikke elevene bare gjetter i oppgaveløsningen, men det er argumenter som støtter valgene i løsningen. Det siste kriteriet, “mathematical foundation”, vil si at argumentene som brukes må være forankret i matematiske egenskaper (ibid.).

Imitative resonnering kan deles inn i to hovedgrupper; memorert resonnement og algoritmeresonnement (Lithner, 2006). Disse gruppene kan igjen deles i undergrupper, men for denne oppgaven vil det være tilstrekkelig å bruke disse to hovedgruppene. Imitativ resonnering er motvekten til kreativ resonnering på den måten at imitativ resonneringen i hovedsak er å bruke noe man har sett eller hørt før. Memorert resonnering betyr at eleven kan gjenskape i detalj en fullstendig oppgaveløsning fra hukommelsen. Det betyr at eleven ikke nødvendigvis trenger å forstå de forskjellige delene av løsningen (ibid.). Memorert resonnering kan gjennomføres på definisjoner, setninger og fakta. Det vil ikke være realistisk

Kapittel 2 Teori

på oppgaveløsninger hvor eleven må løse nye oppgaver, som for eksempel

$$2x^2 - 6x = 0.$$

En algoritme er en oppskrift som løser en spesiell type oppgave. Større oppgaver kan løses ved flere algoritmer. Bruk av andregradsformelen for å løse andregradslikninger kan være en slik algoritme. Algoritmeresonnering betyr at eleven kan finne fram, fra hukommelsen, til en algoritme som løser oppgaven. Så lenge eleven kjenner en algoritme som løser oppgaven, trenger han ikke huske hele løsningen i detalj. Det ville i så fall ha vært memorert resonnering. Eleven trenger heller ikke å forstå hvorfor selve algoritmen fungerer, men må kunne foreta nødvendige resonneringer for å komme til den endelige løsningen på oppgaven (Lithner, 2006).

Det er flere undergrupper av memorert resonnering og algoritmeresonnering. En undergruppe er en kombinasjon av memorert resonnering og algoritmeresonnering. En annen undergruppe kalles støttet algoritmeresonnering. Støtten i dette tilfellet kan være at eleven løser en oppgave ved å følge et eksempel eller tidligere gjennomført oppgave som er lik den aktuelle oppgaven. Støtten kan også være en person som hjelper eleven gjennom hele oppgaveløsningen (ibid.).

2.5 “Toppen av isfjellet”

I artikkelen Beneath the Tip of the Iceberg stiller Webb (Webb, Boswinkel & Dekker, 2008) spørsmålet om hvordan lærere kan bruke representasjon for å øke elevenes tilgang til matematikk. Et svar på dette er å bruke isfjellmodellen, utviklet av forskere ved Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education (ibid.). Modellen er en metafor for å skille mellom uformelle, preformelle og formelle representasjoner som elevene bruker.

Toppen av isfjellet, det man ser over vannflaten, representerer den formelle prosedyren eller formelle matematiske representasjonen. Resten av isfjellet, altså det under vannflaten, vil da være en kombinasjon av preformelle og uformelle representasjoner. En preformell representasjon bygger på elevenes uformelle representasjoner (ibid.). For eksempel kan generell formel for førstegradsfunksjoner, $f(x) = ax + b$, representere toppen av isfjellet. Resten av isfjellet, de preformelle og uformelle representasjonene, kan da være lineære fenomener, lineære grafer, modeller, tabeller og muntlige og skriftlige beskrivelser av fenomenet.

Selv om at en elev kjenner den formelle matematiske representasjonen, bør han kunne gå tilbake til preformelle og uformelle representasjoner. Det er rimelig å anta at noen elever ikke

vil forstå de formelle matematiske representasjonene, men kan likevel løse oppgaver ved å bruke preformelle og uformelle representasjoner (ibid.).

2.6 Læreplaner

Lærerplanen Kunnskapsløftet, LK06, har følgende hovedområder i matematikk for grunnskolen; Tall og algebra, Geometri, Måling, Statistikk, sannsynlighet og kombinatorikk og Funksjoner. For videregående opplæring kan elevene velge mellom to forskjellige læreplaner, Vg1T og Vg1P. Vg1T er mer teoretisk orientert og Vg1P er mer praktisk orientert. Elever som går yrkesfag kan velge om de vil ha Vg1T eller Vg1P. Da gjennomføres bare tre femdelar av hovedområdene i læreplanen. Både Vg1T og Vg1P har hovedområdene Tall og algebra og Geometri. Vg1P har i tillegg Økonomi, mens det for Vg1T er Sannsynlighet. For å få generell studiekompetanse må elevene som tar Vg1P eller Vg1T ta et påbyggingskurs som tilsvarer de resterende to femdelene i læreplanen. Elevene i Design og håndverk følger Vg1P (KD, 2006).

Elevene i Design og håndverk som tok Matematikk 1P skoleåret 2009-2010 hadde følgende kompetansemål i Geometri (KD, 2006):

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- bruke formlikhet og Pytagoras' setning til beregninger og i praktisk arbeid
- løse praktiske problemer knyttet til lengde, areal og volum
- bruke varierte måleenheter og måleredskaper, analysere og drøfte presisjon og målenøyaktighet
- tolke og framstille arbeidstegninger, kart, skisser og perspektivtegninger knyttet til yrkesliv, kunst og arkitektur
- lage og gjenkjenne mønstre av like eller ulike former som kan fylle hele planet

Læreplanen i design og håndverk består av to fag; Produksjon og Kvalitet og dokumentasjon. Læreplanene for disse to fagene vil ikke være et fokus i dette prosjektet og jeg vil derfor ikke presentere alle kompetansemål fra disse planene i sin helhet. Det er likevel verdt å merke seg noen kompetansemål fra disse planene. I Produksjon skal elevene bruke og eksperimentere med form og formelementer (KD, 2010a). Form og formelementer kan knyttes til geometrisk former i matematikkfaget. Spesielt kan dette knyttes til kompetansemålet om at "elevene skal kunne lage og gjenkjenne mønstre av like eller ulike former" (KD, 2006).

I Produksjon skal elevene lage og bruke arbeidstegninger (KD, 2010a). Dette kan knyttes til kompetansemålet i Geometri hvor elevene skal kunne tolke og framstille arbeidstegninger. I

Kapittel 2 Teori

designprosessen benytter elevene seg av målestokk. Målestokk er ett av målområdene i Geometri, men denne oppgaven vil ikke ha spesielt fokus på målestokk.

Jeg har valgt i denne oppgaven å fokusere på form og arbeidstegninger i elevenes designprosess i snøskulpturprosjektet. Spesielt vil det å kunne lage og gjenkjenne mønstre av like eller ulike former være fokus i analysene.

I matematikk benytter elevene seg av læreboken Tall i arbeid av Bue et. al. (2009).

Geometrikapittelet starter med generell innføring i lengde og areal. Deretter presenterer boka formlikhet og elevene skal kunne avgjøre når trekkanter og mangekanter er formlike. Areal og omkrets knyttes til plane figurer. Elevene skal også kunne bruke Pytagoras' setning på rettvinklede trekkanter. Disse temaene bruker læreboken som grunnlag for å kunne arbeide med arbeidstegninger. Målestokk knyttes til temaet arbeidstegning. Deretter kommer emnene volum, overflate og perspektivtegning.

Når det gjelder kompetansemålet "lage og gjenkjenne mønstre" kan dette knyttes til lærebokas tema om "former som fyller planet" (ibid., s. 171). Emnet i læreboka angående former som kan fylle planet starter med en innføring i regulære mangekanter. Beregning av vinkelen i regulære mangekanter er et av temaene. Det står også understreket at "med vinkelen i en regulær mangekant mener vi vinkelen mellom to sider som møtes" (ibid., s. 171). Dette temaet vil være spesielt interessant i forhold til analysene i denne oppgaven.

3 Metode

Dette kapittelet starter med en kort beskrivelse av forskjellen på kvalitative og kvantitative metoder. Videre beskriver jeg noen aktuelle kvalitative metoder i masterprosjektet. Deretter trekker jeg fram viktige etiske overveielser og forskningsetikk i forholdet til prosjektet. Masterprosjektet er en del av et større prosjekt. Koblingen mellom disse prosjektene er beskrevet nedenfor. Til slutt kommer beskrivelser av endelige metodevalg, representativitet, undersøkelsen og analyseverktøy.

3.1 Kvalitative og kvantitative metoder

Kvalitative og kvantitative metoder er begge metoder for å kunne analysere data. Hvilken metode som blir brukt i en studie er avhengig av hvordan problemstillingen skal belyses (Grønmo, 1996). Det som skiller kvalitative og kvantitative metoder er forskjellen på hvordan dataene samles inn og analyseres. Data fra kvantitative data er data i form av tall eller mengde. Kvalitative data på sin side består mer av ord fra samtaler og intervjuer (ibid.).

Både kvalitative og kvantitative data kan produseres ved hjelp av observasjon og intervju. Kvalitative data kan samles inn ved uformell intervjuing. Et slikt intervju kan være en samtale med respondentene hvor en intervjuguide kan brukes mer som retningslinje for samtalen. Et uformelt intervju er likevel ikke styrt av fastlagte spørsmål og svaralternativer. Til sammenlikning kan kvantitative data bruke et strukturert intervju hvor det gjerne brukes spørreskjema med faste svaralternativer (ibid.).

Kvalitative og kvantitative data skiller seg i måten de blir brukt i analysen. I analysen av de kvalitative dataene er det et ønske å rette fokuset mot en rekke egenskaper, men på få områder. Det vil si målet er å gå i dybden på det som analyseres og få innsikt og den hele og fulle oversikten. Grønmo kaller det ”helhetlig forståelse av spesifikke forhold” (ibid., s. 108). Av denne grunn egner kvalitative metoder seg til å kunne framstille hypoteser og teorier. En svakhet med kvalitative metoder er at få respondenter gjør at det er vanskelig å vurdere om hypotesene og teoriene holder i større sammenhenger. Det gjelder både rekkevidden og gyldigheten av hypotesene og teoriene (ibid.).

Med kvantitative data er det et ønske å få ”representativ oversikt over generelle forhold” (ibid., s. 109). En kvantitativ studie kan ha mange respondenter eller enheter, men fokuserer på færre egenskaper enn ved kvalitative studier. I testing av hypoteser og teorier brukes ofte kvantitative metoder.

Kapittel 3 Metode

I denne studien vil jeg fokusere på en eller noen få elever og studere hvordan den eller deres representasjonskompetanse kommer til uttrykk i arbeidet med snøskulpturene. Det er da kvalitative metoder som peker seg ut som den mest hensiktsmessige metoden.

3.2 Ulike kvalitative metoder

3.2.1 Observasjon

En observasjon er, i følge Postholm (2010), et redskap for å samle inn data. En observasjon foregår i sin naturlige setting. Observasjonene i snøskulpturprosjektet vil foregå i klasserommet, samt ute under bygging av snøskulpturer. Observasjon er den metoden som blir mest brukt for innsamling av data (ibid.).

Gold (1958 i Postholm, 2010) beskriver hvordan en observatør beveger seg kontinuerlig fra fullstendig deltaker til fullstendig observatør. En fullstendig observatør er en observatør som er til stede der hvor handlingen skjer, men er ikke en deltaker. Postholm (ibid.) trekker fram viktigheten av at forskeren er klar over sin rolle. Like viktig er da at de som forskes på, klassen, også er klar over hvilken rolle forskeren har slik at de vet hvordan de skal forholde seg til ham. I snøskulpturprosjektet vil jeg ha rollen som fullstendig observatør.

3.2.2 Intervju

Intervju kan kategoriseres i strukturert, semistrukturert og ustrukturert intervju (Fontana & Frey, 2000). Et strukturert intervju vil si at det i forkant av intervjuet er laget en serie spørsmål som stilles samtlige respondenter. I et semistrukturert intervju har forskeren noen spørsmål som han vil ha svar på, for eksempel med utgangspunkt i en gjennomført observasjon. Intervjusituasjonen forløper seg mer som en samtale mellom forsker og respondent, og det vil være naturlig med oppfølgingsspørsmål underveis (Postholm, 2010). For snøskulpturprosjektet vil det være hensiktsmessig å gjennomføre et semistrukturert intervju i etterkant av prosjektet. På den måten kan jeg sikre meg at alle respondentene blir stilt de samme spørsmålene, i tillegg til at jeg har mulighet til å følge opp eventuelle tema som dukker opp underveis i intervjuet.

I en intervjuundersøkelse vil antall respondenter være avhengig av hvor store ressurser man har tilgjengelig. Likevel er det i følge Kvale & Brinkmann (2009) er det ikke nødvendigvis slik at jo flere intervjuer jo mer kunnskap. I snøskulpturprosjektet vil det være naturlig å intervju 1-4 personer i de to klassene som deltar i prosjektet. Prosjektet vil da bli et case-studie.

3.2.3 Ustrukturert intervju – samtale med eleven

Et ustrukturert intervju, eller samtale, kan forekomme i klasserommet under en observasjon, og Fontana og Frey (2000) sier at grensen mellom en observasjon og et ustrukturert intervju er vagt. Et slikt intervju er ustrukturert i form av at en elev eller lærer kommer bort og vil snakke med forskeren, enten under en observasjon eller mens forskeren på annen måte er på forskningsfeltet. Forskeren har ikke planlagt et intervju med eleven, men disse samtale kan gi forskeren viktig informasjon. Ved å innhente bakgrunnsinformasjon, for eksempel gjennom strukturerte eller halvstrukturerte intervju, vil forskeren kunne forstå fenomenet det forskes på, ut fra deltakernes eget ståsted (Postholm, 2010). I følge Grønmo (1996) kan en samtale mellom forsker og respondent kalles et uformelt intervju. Hvis hensikten med studien er å forstå, framfor bare å forklare, kan ustrukturerte intervju være hensiktsmessig (Spradley 1979 i Postholm, 2010). Fontana og Frey (2000) uttrykker at ustrukturert intervju har som hovedhensikt å fremkalle forståelse for et fenomen.

Ved først å observere elevene, for deretter å ha samtaler med dem, har jeg en mulighet til følge opp observasjonene. Jeg kan stille spørsmål til hva jeg har observert og elevene kan nyansere mine observasjoner. Denne kombinasjonen mellom observasjon og samtale kan gi muligheter for forståelse av elevenes arbeid.

3.2.4 Case studier

I case-studier er det bare ett eller noen få tilfeller hvor det foregår inngående studier. Singel case fokuserer på enkelttilfellet og gjør inngående studier på akkurat disse (Andersen, 1997). Ved å gjennomføre en case-studie er det muligheter for å studere flere sider av fenomenet, hvordan forskjellige emner og temaer henger sammen og skaffe seg en mer helhetlig analyse av fenomenet som studeres (ibid.).

Mange undersøkelser har som mål å være allmenngyldige og kunne komme med generaliseringer. Generalisering kan være et av case-studiers svake punkt. I følge Andersen (ibid.) har case-studier vært utgangspunkt for og et viktig bidrag i samfunnsforskningen til å generalisere. ”Generalisering dreier seg om begrepsgjøring og klargjøring av sammenhenger som er gyldige for bestemte klasser av fenomener og under bestemte betingelser” (ibid., s. 16).

Med en eller noen få respondenter vil representativitet være en av utfordringene. Representativitet i et case-studie vil være å se på hvordan forskjellige variabler er med og påvirker resultatet, dvs. den teoretiske tolkningen (ibid.). Case-studier kan brukes både i

Kapittel 3 Metode

tilfellet hvor målet er å generere ny teori og utprøving av etablert teori. I begge tilfeller er målet å finne ny viten ut fra kjent teori og prøve dette ut på nye data (ibid.).

I denne studien vil jeg ta utgangspunkt i en eller noen få elever. Denne studien kategoriseres da som et case-studie.

3.2.5 Kombinasjon av metoder

Denzin og Lincoln (1994/2000 i Postholm, 2010) gir en definisjon på kvalitativ forskning som er en undersøkelse av menneskelige/sosiale prosesser i deres naturlige setting.

Snøskulpturprosjektets varighet var to uker mars 2010. Som forsker ser jeg det som uvurderlig bidrag at jeg var tilstede ved flere tidligere prosjekter i de to klassene i løpet av høsten 2009 og de første månedene i 2010.

Triangulering kommer fra navigering eller landmåling der man ved hjelp av to akser kan fastslå og med den tredje akselen bekrefte eksakt posisjon (Postholm, 2010; Ryen, 2002). Metodetriangulering er en metafor for at forskeren tar i bruk mange og ulike typer kilder, forskjellige typer datainnsamlingsstrategier, bruker forskningsresultater fra flere forskere og ulike teorier (Postholm, 2010). I følge Grønmo (1996) er det gunstig å kunne ta utgangspunkt i flere ulike teorier og perspektiver, og på den måten er det flere fordeler med å kombinere forskjellige metoder.

Ryen (2002) fokuserer på at bruk av triangulering har til hensikt å bekrefte data. Det er da viktig å trekke fram metodenes styrker og svakheter og bruke metodene slik at de veier opp for hverandre. Når det gjelder å kombinere kvalitative metoder er ”det er en god mulighet når man ønsker å oppnå større bredde eller innsikt i forståelsen av et fenomen” (ibid., s. 200).

En ulempe er at triangulering tar tid (ibid.). Det å ta i bruk flere forskjellige metoder vil gjøre at forskeren sitter inne med et mer komplekst bilde av undersøkelsen. Videre peker Ryen (ibid.) på at det kan være vanskelig å sammenlikne data, spesielt kan en forsker være fristet til konkludere at data er sammenliknbare, men at de ikke er det i virkeligheten.

3.3 Etske overveielser og forskningsetikk i prosjektet

Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) utvikler retningslinjer for forskningsetikk i samfunnsvitenskapene. Dette organet kan trekkes inn i vurderingen av etiske sider av forskningsprosjekter (NESH, 2010).

Kapittel 3 Metode

Norsk Samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD) er et selskap eid av Kunnskapsdepartementet. NSD har som hovedmål at mulighetene for empirisk forskning, samt arbeidsvilkår, skal bli så gode som mulig. Et viktig moment med NSD er at de har fått prosedyrer som skal sikre personvernet i forskningsprosjekter, samt at NSD har inngått avtaler med universiteter og høyskoler i Norge (NSD, 2010).

NSD har spisskompetanse på de juridiske og etiske rammene rundt forskningen og kunne gi veiledning til studenter og forskere som samler inn egne data. Videre er NSD den tjenesten som står "for datafaglig saksbehandling i forhold til personvern og konsesjonsbestemmelser i personregisterloven" (Alver & Øyen, 1997, s. 98). Til sist skal også NSD kunne stå for en sikker lagring av data.

En svært viktig side ved all forskning er hvordan forskeren følger etiske retningslinjer. Jeg har allerede nevnt registrering av prosjektet, innhente godkjenning av prosjektdeltakerne og håndtering av konfidensielt materiale. Under et intervju må forskeren vurdere konsekvenser for intervjupersonen, dvs. om personen vil føle stress eller bli påvirket på andre negative måter (Kvale & Brinkmann, 2009). Når det gjelder konfidensialitet er det viktig at man ikke offentliggjør personlige data som kan avsløre deltakernes identitet. Dette kan unngås ved å anonymisere personer i det skriftlige arbeidet (ibid.). Til tross for at jeg i mitt prosjekt skal fokusere på elevens representasjonskompetanse i arbeidet med snøskulpturprosjektet, kan det likevel tenkes at jeg under et intervju vil kunne få kjennskap til negative opplevelser hos elevene, så som mishandling, misbruk eller annet. Det blir da spesielt viktig at jeg som forsker er profesjonell og fortsatt ivaretar min konfidensialitet i forhold til elevene.

3.3.1 Mastergradsprosjektets plassering i Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring

Mastergradsprosjektet Representasjon hos elever i Design og håndverk er et delprosjekt av hovedprosjektet Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring som er samarbeidsprosjekt mellom aktuell videregående skole, Nordland Fylkeskommune og Høgskolen i Nesna.

Hovedprosjektets deltakere består av, foruten meg selv, en høgskolelektor i matematikdidaktikk, lærere i matematikk og design og håndverk ved den aktuelle videregående skolen. Dataproduksjonen ble gjennomført i to parallellklasser i 1. klasse på det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Design og håndverk i videregående skole.

Dataproduksjonstiden for hovedprosjektet ble gjennomført høsten 2009 og våren 2010.

Kapittel 3 Metode

Prosjektet ble registrert i NSD, samt det ble sendt brev til foreldre og elever (se vedlegg 1, 2, 3 og 4).

Prosjektet retter søkelyset mot elever som går på yrkesfaglig utdanningsprogram design og håndverk. Med å koble aktiviteter i fagene design og håndverk til opplæring og undervisning i matematikk, ønsker vi å oppnå matematisk forståelse gjennom estetiske aktiviteter. Prosjektet består av et utviklings- og et forskningsprosjekt. Den utviklingsbaserte delen er prosjektbasert i fagene innenfor design og håndverk. De estetiske aktivitetene er at elevene gjennomfører to store prosjekt. Matematikklærerne identifiserer og beskriver matematikken i de estetiske aktivitetene. Matematikken blir beskrevet muntlig og skriftlig og både med og uten matematiske symboler. Videre er matematikklærernes oppgaver å guide elevene til selv å beskrive matematikken i aktivitetene. En utfordring er å definere både horisontal og vertikal matematisering (Freudenthal, 1991). Å knytte matematikken til læring og utvikling i forhold til målrettede aktiviteter, vil være det essensielle og det som er nyskapende. Den forskningsbaserte delen av prosjektet rettes mot elevenes læring og utvikling. Forskningsdelen går primært ut på å analysere brobyggingen mellom håndverksfagene og matematikk i prosjektene. Metaforer og metonymier vil bli brukt som analytisk verktøy for å forstå brobyggingen (Lakoff & Núñez, 2000). Matematiske termer og fagtermer fra Design og håndverk vil bli løftet fram og diskutert. Elevene har sitt språk og sine termer fra håndverksdiskursen og matematikken har sin diskurs. Disse termene er forskjellige. Praktisk fingerferdighet, visuelle uttrykk og matematiske symboler kan tolkes som tilsvarende objekter, men fra ulike diskurser (Foucault, 2002).

Mastergradsprosjektet fokuserer på den estetiske aktiviteten snøskulpturprosjektet.

Mastergradsprosjektet har et annet mål og problemstilling enn den framsatt i forhold til det opprinnelige prosjektet.

Høsten 2009 ble det sendt brev til elever og foresatte med informasjon om prosjektet Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring. I brevet var det informasjon om prosjektperiodens varighet, at elevene ville bli filmet, fotografert og at det ville bli tatt notater underveis. I tillegg ville enkelte elever bli forespurt om de ville delta på intervju og at det da ville bli brukt lydopptaker. Det ble redegjort for at vi ønsket å bruke dette materialet til forskning. Det går klart fram fra brevet at elevene kan reservere seg fra å bli med på bilder, video- og lydopptak. I tillegg var det et tilbud om informasjonsmøte om prosjektet.

Kapittel 3 Metode

Alma og Berit, og deres foresatte, har gitt samtykke til å delta i prosjektet. I tillegg har det blitt gjort egne avtaler med Alma og Berit om at disse kan brukes som hovedinformantene i prosjektet. Dette innebærer at det har blitt gjort lydopptak av alle samtaler med disse to elevene gjennom hele prosjektperioden. Det har ikke blitt gjort avtaler med disse elevene i forhold til gjennomlesing av oppgaven eller at de kan trekke seg i løpet av prosjektperioden. Digitale data er lagret på en passordbelagt bærbar PC med antivirusprogram. Observasjoner og annen data i papirform er sammen med videokassetter låst inn i et skap. Etter at prosjektet er avsluttet vil bilder og film bli sladdet med mindre det gjøres spesielle avtaler med enkeltelever og deres foresatte.

3.4 Beskrivelse av utvalg og begrunnelse for valg av informanter

I masterprosjektet har jeg tatt utgangspunkt i B-klassen til design og håndverksklasse. I samarbeid med matematikklæreren i klassen ble det valgt ut én elev, Berit, som ble observert i snøskulpturprosjektet. Berit er en noe over normalpresterende elev i matematikk.

Begrunnelsen for at denne eleven ble valgt er hun har et godt forhold til matematikk og at eleven er trygg på medelever og lærere. Hun er en blid, hyggelig og pratsom elev som lett kan sette ord på sine meninger og handlinger. At eleven har et godt forhold til matematikk vurderte vi som viktig. Dette kan gjøre at eleven lettere kan fortelle hvordan hun tenker og hva hun gjør i prosessen fra ide til produkt. I tillegg kan det at eleven føler seg trygg gjøre at eleven også føler seg trygg når jeg som forsker kommer tett innpå situasjonen og stiller spørsmål til hva hun gjør og hvordan hun tenker.

Empirien består av observasjoner, samtaler og intervju. Det ble gjennomført en rekke korte observasjoner. Jeg opptrådte som en fullstendig observatør i klasserommet i følge Gold (1958 i Postholm, 2010). Disse observasjonene ble gjennomført i hele prosjektperioden på to uker. Observasjonene ble skrevet i en logg etter hver observasjon. I tillegg til observasjon ble det også tatt bilder av eleven mens hun jobbet med prosjektet. Fokus i bildene var skisser, tegninger og modeller og eventuelle utregninger. På denne måten kunne jeg koble observasjon med bilde for lettere å gjennomføre analyser i etterkant. Det ble også tatt kopi av alt skriftlig arbeid eleven hadde gjort.

Sammen med observasjonene ble det også gjennomført en rekke samtaler med eleven. Disse samtaler ble gjennomført som ustrukturerte intervju, i følge Postholm (2010). Disse samtaler ble gjort i sammenheng med observasjonene. I disse samtaler fikk eleven

Kapittel 3 Metode

muligheten til å forklare hva hun gjorde, hvordan hun tenkte og svarte på direkte spørsmål. Disse samtalene ble tatt opp på diktafon.

I etterkant av snøskulpturprosjektet ble det gjennomført individuelle halvstrukturerte intervju (Postholm, 2010), med intervjuguide, av fire elever. Disse fire elevene var de to elevene tidligere beskrevet, Alma og Berit, pluss de to lederne av de respektive gruppene.

3.5 Representativitet

Denne oppgaven handler om en enkelt elev, Berit, sitt arbeid. På prøver er hun en noe over normalpresterende elev i matematikk. Sammenliknet med resten av klassen er Berit blant gruppen flinke elever i matematikk.

Berit er en aktiv og engasjert elev som både stiller spørsmål til matematikklærer og svarer på spørsmål. Hun virker å være en trygg elev i klasserommet. Som forsker vil jeg for elevene være en ukjent person i klasserommet. I de samtalene jeg har hatt med eleven har hun vært både åpen og imøtekommende. I tillegg til å svare på mine egne spørsmål har hun også stilt spørsmål til meg. Dette tolker jeg som om at hun er trygg både på seg selv og omgivelsene. Det virker også som hun har et godt forhold til de andre elevene og lærerne.

Alle elevene fulgte den oppsatte planen i prosjektperioden om å ha ferdig en oasismodell til gitt dato. Elevene skulle lage en presentasjon om sin modell for klassen. I denne presentasjonen skulle elevene "selge" sine ideer og vise fram skisser, arbeidstegninger og modell. De fleste elevene gjennomførte presentasjonen for klassen, men noen få elever valgte å presentere kun for sine lærere. Berit presenterte for hele klassen. Dette kan understreke at Berit er trygg i klasseromssituasjonen.

Siden Berit både er en noe over normalpresterende elev og i tillegg er trygg på seg selv, blir konklusjonen at Berit ikke er en representativ elev for hele klassen. Det er ikke et mål for denne oppgaven at eleven skal være representativ annet enn for seg selv. Eleven vil likevel kunne gi viktig informasjon om en elevs representasjonskompetanse i et praktisk estetisk prosjekt som snøskulpturprosjektet.

For at denne undersøkelsen skal være representativ for hele klassen, må jeg trolig bruke hele klassen som informanter. Dette vil føre til at jeg må analysere alle elevers arbeider med designprosessen. Dette vil gi en svært stor mengde data, som i en masteroppgave vil kunne føre til svært overfladiske analyser av arbeidene.

3.6 Undersøkelsen

Snøskulpturprosjektets varighet var to uker. Alle undervisningstimer i design og håndverk og matematikk ble brukt til dette prosjektet. Dette tilsvarer 36 undervisningstimer, pluss tiden til å lage skulpturene i snø. I prosjektperioden var jeg daglig innom klasserommet til elevene.

For det første består undersøkelsen av en rekke observasjoner. I designprosessen fra idéskisser til oasismodell ble disse observasjonene gjennomført i klasserommet. Matematikklærer eller lærere i design og håndverk var også til stede. Det ble tatt bilder og notater av arbeidet til en rekke elever i klassen. Det ble gjennomført tette observasjoner av Berit. I tillegg ble alt av Berits skriftlige materiale kopiert for videre analyser. Siste fase av designprosessen, å lage snøskulpturen, ble gjennomført ute på skolens område. Også her ble det gjort observasjoner. Det ble tatt bilder og notater av arbeidet. I tillegg ble store deler av arbeidet med å lage snøskulpturene tatt opp på video. Berit var utstyrt med diktafon under dette arbeidet. Hun hadde muligheten til å slå av og på denne diktafonen selv, for eksempel slå av under pauser i arbeidet.

For det andre består undersøkelsen av samtaler. Jeg hadde samtaler med de fleste elevene i klassen. Disse samtale ble ikke tatt opp på diktafon. Alle samtaler jeg hadde med Berit ble tatt opp på diktafon. Også matematikklæreren hadde samtaler med Berit som ble tatt opp på diktafon. Alle samtaler med Berit, som ble tatt opp på diktafon, ble transkribert i etterkant av undersøkelsen. På denne måten kunne jeg koble sammen observasjoner, bilder og samtaler med Berit. Dette kan være med og styrke analysene av fasene i designprosessen.

I transkripsjonene har jeg valgt å ta utgangspunkt i tegnsettingen til Kvale og Brinkmann (2009). Doble parenteser, (()), er forskerens informasjon om det som skjer. Et lite "hull" mellom ytringene markeres med (.).

For det tredje består undersøkelsen av et semistrukturert intervju (Fontana & Frey, 2000). Dette intervjuet ble gjennomført i etterkant av snøskulpturprosjektet. Totalt fire elever gjennomførte intervjuet. De fire elevene var Alma og Berit, samt de to lederne av gruppene. Til intervjuene ble det utarbeidet en intervjuguide. Utviklingen av intervjuguiden ble gjort i samarbeid med matematikklærerne ved skolen.

Intervjuet var egentlig en del av det større prosjektet Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring. Intervjuguiden ble laget i etterkant av snøskulpturprosjektet, på denne

måten kunne matematikklærerne og jeg ta utgangspunkt i våre observasjoner og stille spørsmål for å belyse noen av de spørsmålene vi hadde.

3.6.1 Gjennomføring av snøskulpturprosjektet

I starten av snøskulpturprosjektet skal elevene arbeide individuelt. I følge oppgaveteksten skal hver enkelt elev lage 15 skisser. Eleven må så velge ut en av skissene som skal være et utgangspunkt for å lage en bearbeidet skisse. Elevene må begrunne dette valget. Hvis elevene ønsker det kan de lage en modell i plastelina ut fra den bearbeidede skissen.

Deretter skal elevene lage en arbeidstegning i målestokken 1 : 15 i forhold til endelig skulptur. Dette er grunnlaget for å lage en oasismodell i samme målestokk som arbeidstegningen. Elevene må beskrive hvordan skulpturen skal bli seende ut. Hele arbeidsgangen i designprosessen skal dokumenteres.

Nest siste dag av prosjektet skal alle elevene presentere sin idé for medelever og lærere. Elevene bruker da sine skisser, arbeidstegninger og modeller for å presentere sine ideer. I tillegg kan de bruke bilder de selv har tatt i prosessen.

En jury, bestående av lærere i design og håndverk, plukker ut to modeller som skal lages i full størrelse i snø. Utvalgsriteriene er at skulpturen lar seg gjennomføre i snø, samt at kriteriene i oppgaveteksten er fulgt.

Siste dag i prosjektperioden skal brukes til å lage snøskulpturene. Dagen starter med å etablere de to gruppene i klassen. De to elevene som får trukket ut sine modeller skal fungere som ledere av hver sin gruppe. I forkant av denne dagen har lærerne i design og håndverk bestilt snøsylindere i forhold til behovet til de utvalgte modellene. Elevene skal dokumentere arbeidet med snøskulpturene, også med bilder. I etterkant skal gruppa vurdere samarbeid og skulpturen. I tillegg skal elevene levere en skriftlig rapport i matematikk. I denne rapporten skal elevene skrive om den matematikken de har brukt i prosjektet.

I designprosessen skal elevene arbeide med både todimensjonale og tredimensjonale representasjoner av snøskulpturen. Utgangspunktet for snøskulpturprosjektet er en idé om en skulptur. Dette tilsvarer en tredimensjonal representasjon. Denne idéen skal elevene få ned på papiret gjennom idéskisser, bearbeidet skisse og arbeidstegning. Disse skissene og tegningene tilsvarer todimensjonale representasjoner av skulpturen. Ut fra dette skal elevene lage modeller og senere en skulptur i full størrelse. Modellene og skulpturen tilsvarer tredimensjonale representasjoner.

3.7 Utvikling av analyseverktøy

3.7.1 Oversikt over datamaterialet

Etter at undersøkelsen var gjennomført, ble samtalen og intervjuet av Berit transkribert. Deretter ble transkripsjonen kategorisert i forhold til idéskisser, bearbeidet skisse, plastelinamodell, arbeidstegning og oasismodell. Underveis i snøskulpturprosjektet ble det tatt en rekke bilder av de forskjellige fasene i prosessen. I tillegg ble det tatt kopier av alt skriftlig arbeid gjort av Berit. Bilder og kopier ble deretter kategorisert sammen med transkripsjonen.

Store deler av arbeidet med å lage snøskulpturen ble tatt opp på video. I tillegg ble det tatt lydopptak av Berit mens hun arbeidet med snøskulpturen. Jeg har valgt å holde videoen og lydopptakene fra byggingen av snøskulpturen utenom mitt masterprosjekt.

3.7.2 Analysekategorier

Med utgangspunkt i transkripsjonen, skal jeg nå forsøke å kategorisere svarene. Siden jeg skal se på hvordan elevens representasjonskompetanse kommer til uttrykk gjennom de forskjellige fasene i designprosessen, har jeg valgt å ta utgangspunkt i Lithner et al. (2010) rammeverk (MCRF). Lithner et al. (ibid.) deler representasjonskompetanse inn i tre underkategorier. Det er å forstå, å gjøre og bruke og å bedømme. I første omgang gikk jeg gjennom transkripsjonen og markerte i teksten der jeg vurderte at eleven uttrykte representasjonskompetanse. Deretter ble den markerte teksten forsøkt ytterligere kategorisert i de forskjellige underkategoriene.

Med underkategorien *å forstå* menes det at elevene må kunne vise at hun forstår og kan tolke sine egne representasjoner av snøskulpturen. I forhold til siste fase i designprosessen, det å lage snøskulpturen, betyr dette at eleven må vise at hun forstår og kan tolke andres representasjoner. Sett i forhold til sekskanten betyr dette at eleven må vise at hun forstår og kan tolke sine egne representasjoner av sekskanten. Med underkategorien *å gjøre og bruke* menes det at eleven må kunne vise at hun kan velge og bruke representasjoner til å organisere

Kapittel 3 Metode

problemet med å lage en snøskulptur. Videre betyr det at hun må kunne bruke representasjonene til å dokumentere prosessen. I denne underkategorien ligger også det å kunne modellere og tolke fysiske, sosiale og matematiske fenomen, samt kommunisere matematiske ideer. Med underkategorien *å bedømme* menes det at eleven må kunne bedømme og evaluere egne og andres representasjoner.

Videre vurderte jeg å bruke Lithners (2006) kreativ og imitativ resonnering. I etterkant viste det seg at transkripsjonen ikke gav så store muligheter for å kunne kategorisere i forhold til kreativ og imitativ resonnering. I ett tilfelle har jeg likevel valgt å gjøre dette. Det gjelder en diskusjon mellom matematikklærer og Berit angående vinkler og vinkelsum i en mangekant.

I dette prosjektet kunne jeg valgt å bruke både Niss og Højgaard Jensen (2002) og Brekke (1995). Siden jeg skal undersøke representasjonsevnen til elevene, er det kun Lithner et al. som har et spesielt fokus på dette. Det er årsaken til at jeg har valgt å kun fokusere på Lithner et al.

3.8 Reliabilitet og validitet

3.8.1 Reliabilitet

Reliabilitet betyr pålitelighet, og henviser til hvor pålitelige våre resultater er (Kleven, 2002). I tillegg kan reliabilitet knyttes til om det er mulig å få de samme resultatene dersom studien gjennomføres på et annet tidspunkt med andre forskere (Kvale & Brinkmann, 2009). I en intervjuundersøkelse kan man snakke om hvor reliabel intervjueren er, det vil si om intervjueren påvirker intervjupersonen (ibid.).

I snøskulpturprosjektet vil observasjon og samtale være viktige metoder. For slike undersøkelser har Kleven (2002) tre spørsmål som kan relateres til reliabilitet: 1) I hvilken grad er resultatet avhengig av hvilke dager eller tidspunkt på dagen som observasjonen tilfeldigvis finner sted? 2) I hvilken grad er resultatet avhengig av hva observatøren tilfeldigvis fester oppmerksomheten ved under observasjonen? 3) I hvilken grad er resultatet avhengig av hvordan observatøren tolker det han ser? Jeg vil forsøke å besvare disse spørsmålene i forhold til min studie.

1) I hvilken grad er resultatet avhengig av hvilke dager eller tidspunkt på dagen som observasjonen tilfeldigvis finner sted?

Kapittel 3 Metode

I snøskulpturprosjektet ble det gjennomført en rekke observasjoner og samtaler av Berit gjennom hele prosjektperioden. Observasjonene eller samtalene var ikke knyttet til å teste eleven, men i stedet et forsøk på å få fram hva hun gjorde, hvordan hun gjorde det og hvorfor hun gjorde det slik. Det er derfor lite trolig at Berit bevisst har prøvd å mislede meg som forsker. Det er mulig at enkelte observasjoner er gjort på et tidspunkt på dagen hvor Berit var trøtt og sliten og slik sett ikke gjorde sitt beste. Likevel er det summen av alle observasjonene og samtalene som danner grunnlaget for analysene. Når det gjelder intervjuet av Berit i etterkant av snøskulpturprosjektet, ble dette gjort en formiddag på skolen. Det er derfor ikke grunn for at dette tidspunktet skal påvirke resultatet i noe særlig grad.

2) I hvilken grad er resultatet avhengig av hva observatøren tilfeldigvis fester oppmerksomheten ved under observasjonen?

Observasjonene og samtalene av Berit ble gjort underveis i arbeidet med snøskulpturene. Hva som ble observert og snakket om, var direkte avhengig av hvor Berit befant seg i prosessen. Hvilke spørsmål som ble stilt i samtalene og hvilke temaer som det ble gått inn på, er i utgangspunktet styrt av problemstillingen. I første del av designprosessen observerte jeg hvilken matematikk elevene brukte i snøskulpturprosjektet. Dersom fokuset hadde vært på elevenes representasjonskompetanse gjennom hele observasjonen, kunne resultatene blitt noe annerledes. I det semistrukturerte intervjuet i etterkant av snøskulpturprosjektet ble det benyttet en intervjuguide. Til tross for at intervjuet var semistrukturert, vil resultatet av dette i stor grad være uavhengig av hvem som gjennomfører intervjuer.

3) I hvilken grad er resultatet avhengig av hvordan observatøren tolker det han ser?

I denne studien har jeg selv gjennomført de fleste observasjonene av Berit. Dette gjør at jeg sitter med førsteordens informasjon og unngår tolkninger av andres observasjoner. Samtalene med Berit ble gjort i sammenheng med observasjonene. Følgelig hadde jeg mulighet til å stille spørsmål til hva jeg hadde observert. Jeg hadde også mulighet til å stille nye spørsmål dersom jeg ikke forstod hva eleven mente eventuelt ønsket å gå i dybden på et tema. Siden alle samtalene med Berit ble tatt opp på diktafon, er det mulig å transkribere og tolke samtalene i etterkant av undersøkelsen. Jeg har benyttet teori for å analysere disse samtalene. Når det kommer til å analysere observasjonene og samtalene vil jeg være farget av min utdanning og de erfaringene jeg har gjort. Det er derfor sannsynlig at, til tross for et ønske om å være objektiv i analysene, vil analysene kunne bli subjektive. Hvis andre forskere hadde gjort analysene ville resultatet kunne blitt annerledes.

3.8.2 Validitet

Validitet betyr gyldighet, og henspeiler på hvorvidt en studie undersøker det den skulle undersøke (Kvale & Brinkmann, 2009). En av case-studiers store styrke er muligheten for inngående og detaljert kunnskap om empiri. Denne kunnskapen er igjen grunnlaget for videre tolkninger i studien. I følge Andersen (1997) vil mange empiriske indikatorer følgelig gi case-studien styrke, altså validitet.

I denne undersøkelsen valgte jeg å bruke en kvalitativ metode, singel-case, på én elev. Som jeg har nevnt er ikke Berit en representativ elev. Det vil si at mine funn angående representasjonskompetanse ikke vil være generaliserbare på den måten at resultatene vil bli de samme dersom undersøkelsen gjøres i en annen klasse. Derimot vil resultatet i stor grad bli det samme dersom undersøkelsen hadde blitt gjort på nytt i samme klasse, på samme elev, av samme forsker.

Generelt ønsker man at undersøkelsen er både reliabel og valid. Likevel er det mulig at en studie er reliabel, uten å være valid (Kleven, 2002). Det betyr at resultatene man har er pålitelige, men undersøkelsen har ikke undersøkt det den skulle undersøke.

4 Analyse

Dette kapitlet er delt inn etter de forskjellige fasene i Berits designprosess. Innefor hver av disse fasene har jeg analysert hvordan Berits representasjonskompetanse kommer til uttrykk gjennom hennes arbeid. Lithner et al. (2010) deler representasjonskompetanse inn i tre underkategorier; å forstå, å gjøre og bruke og å bedømme. Jeg har valgt å bruke disse underkategoriene i analysene. Analysene består i på den ene siden å kategorisere de forskjellige fasene i designprosessen i forhold til Lithner et al. (ibid.) representasjonskompetanse. Videre vil jeg analysere de forskjellige representasjonene av sekskanten.

4.1 Gjennomføring av snøskulpturprosjektet

I første del av snøskulpturprosjektet skulle elevene jobbe individuelt med å utvikle idéskisser, arbeidstegning og oasismodell. I denne fasen observerte jeg eleven Berit. Jeg hadde en rekke samtaler med henne mens hun arbeidet med skissene, arbeidstegningen og modellene. Disse samtalene ble tatt opp på diktafon og transkribert i etterkant. Utdrag fra disse samtalene er gjengitt i analysene nedenfor. Det ble også tatt en rekke bilder av eleven mens hun arbeidet med skissene, arbeidstegningen, samt lagde modeller. Det ble også tatt kopi av alt skriftlig arbeid Berit hadde gjort i denne designprosessen. Bilder av forskjellige faser i prosessen, samt kopier av alt arbeid gjort av eleven, vil gjøre at jeg sitter med god dokumentasjon av hva som ble gjort underveis i designprosessen. Samtalene med Berit har jeg koblet til bilder og kopier av arbeidet til eleven.

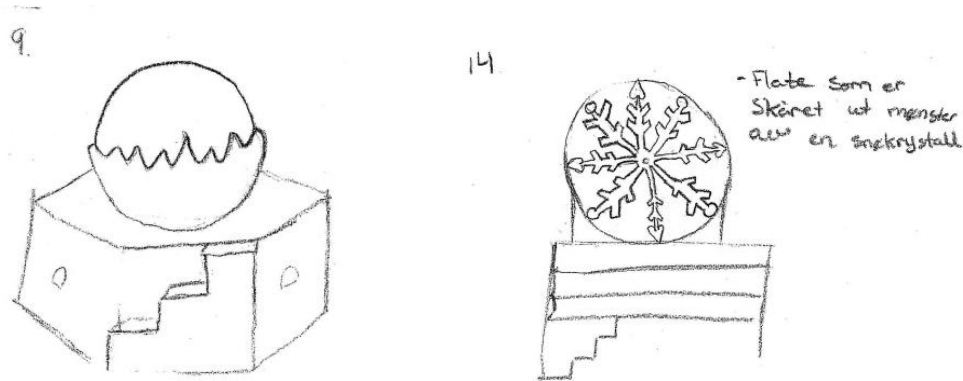
Elevene presenterte sine idéer for medelever og lærere. Berit valgte å presentere sine ideer framme ved tavla ved å holde opp skissene, arbeidstegningen og oasismodellen. Etter presentasjonen plukket juryen ut to modeller som det skulle lages snøskulpturer av. Berit fikk ikke plukket ut sin modell, men ble i stedet plassert i én av to grupper. Lederen av denne gruppen, velger å kalle henne Cecilie, var en av de som fikk plukket ut sin modell. Det videre arbeidet med snøskulpturene var en gruppeoppgave. Det var 5-6 elever på hver gruppe.

Det var i utgangspunktet satt av én dag for å lage snøskulpturer. Da flere av gruppene ikke ble ferdige denne dagen, ble det bestemt at de i tillegg skulle bruke noen timer påfølgende dag. Den første av dagene for å lage snøskulpturer, startet med at gruppene ble etablert. På gruppene ble arbeidstegninger og modeller gjennomgått og diskutert før arbeidet startet med å lage snøskulpturer. I forkant hadde lærerne i design og håndverk bestilt snøsylindere i forhold

til behovet til de utvalgte modellene. Det viste seg at leveransene av snøsylindere ikke var i henhold til bestillingen. Berits gruppe fikk bare to i stedet for tre snøsylindere. Det resulterte i at den ene delen av skulpturen ble lavere enn det som var planlagt.

4.2 Idéskisser

Berit var rask og effektiv i denne delen av designprosessen og lagde 18 idéskisser. To av idéskissene er gjengitt i Figur 2.



Figur 2: Figuren viser to av Berits idéskisser. Skisse nr. 9 til venstre og skisse nr. 14 til høyre.

Gjennom disse skissene viser Berit stor variasjon med bruk av former, samtidig som det er likhetstrekk mellom skissene. Alle skissene, med kun få unntak, har med oppgavens krav om geometriske former, plataer, trapper og lysrom. For eksempel inngår kula som form på mange av skissene. Ved enkelte skisser har Berit også skrevet noen forklaringer på hvordan skulpturen skal bli seende ut. Lysrommene er på de fleste idéskissene tegnet som halvsirkler.

Jeg hadde en samtale med Berit mens hun arbeidet med idéskissene. Et utdrag fra samtalen er gjengitt nedenfor.

5 Forsker: (...) Ja, hva har du tenkt, det skulle være noen geometriske former i dette?

6 Elev: Ja, så jeg må jo ha rundinger, firkanter og trekkanter. Skal det jo gå ut på.

På spørsmålet om geometriske former på skulpturen bruker Berit de plangeometriske termene trekkanter og firkanter (transkripsjon 5-6). På dette stadiet i designprosessen bruker Berit ordet "runding". Det ble observert en rekke ganger at elevene seg imellom brukte de plangeometriske termene på romgeometriske former.

En tolkning av bruken av plangeometriske termer i arbeidet med idéskissene kan være at elevene arbeidet med en todimensjonal representasjon av snøskulpturen. Det vil si at de tegnet

Kapittel 4 Analyse

plangeometriske figurer på arket. Det kan derfor være naturlig å bruke ord som sirkel, firkanter og trekkanter siden figurene har denne formen på arket. Å bruke ord som kule, prisme, sylinder og kjegler kan derfor virke uhensiktsmessig.

En annen tolkning av bruk av plangeometriske termer er at elevene arbeider med en praktisk oppgave i design og håndverk. Elevene er følgelig i en design og håndverk-setting. I design og håndverk brukes en annen terminologi enn i matematikk. Det kan også være at det ikke er behov for en mer nøyaktig og presis terminologi. Det kan virke som om elevene likevel forstod hverandre, til tross for denne upresise bruken av termene. En tolkning av bruk av ordet ”runding” kan også knyttes til terminologien i design og håndverk. Det er mulig at en rounding er presist nok i design og håndverk, men i matematikk vet man ikke om det da menes sirkel, ellipse, kule eller ellipsoide.

Berit har mange idéer om hvordan den endelige snøskulpturen skal bli seende ut. Disse idéene kommer til uttrykk gjennom Berits skisser. Hun har med utgangspunkt i en tenkt tredimensjonal skulptur, laget todimensjonale idéskisser. Noen av idéskissene uttrykkes som rene flatetegninger mens andre er tegnet med perspektiv. Perspektivet i disse idéskissene har hverken en, to eller tre forsvinningspunkt. Det er heller ikke isometrisk perspektiv. En mulig tolkning er at perspektivet kun er løselig tegnet og tatt med for å skape en følelse av dybde i idéskissen. En annen tolkning er at Berit ikke kjenner til eller kan gjøre bruk av perspektiv i slike skisser. For eksempel ser vi at i Figur 2 er idéskissen til venstre tegnet med perspektiv, mens idéskissen til høyre er tegnet som flatetegning. Av de 18 idéskissene Berit har laget, er det skissen til venstre i Figur 2 hun har brukt som utgangspunkt for det resterende arbeidet med snøskulpturene.

Berit viser gjennom sitt arbeid at hun har forstått oppgaven, det vil si å lage en rekke idéskisser hvor geometriske former, plataer, trapper og lysrom er til stede. Disse idéskissene er Berits uttrykk for hvordan hun mener snøskulpturen skal se ut. Idéskissene er derfor Berits representasjon av snøskulpturen. Matematikken som er med og definerer idéskissene som en representasjon er på den ene siden bruken av plangeometriske termer på de romgeometriske formene. Videre er det bruken av flatetegning og enkle perspektivtegninger. Sammenliknet med nivåene i TIMSS vil matematikken som Berit har uttrykt gjennom idéskissene ligge på middels nivå.

Berit har laget en rekke raske idéskisser. Dette er en del av designprosessen. Skissene er et uttrykk for Berits tolkning av en snøskulptur. Det at Berit har laget skissene selv og at de

uttrykker en tolkning av en snøskulptur, kan tolkes som at Berit forstår denne representasjonen. Denne første fasen av designprosessen består i å lage mange raske idéskisser for deretter å bruke de gode idéene til å lage nye skisser. Dette kan ses på som at Berit skal velge og bruke en representasjon som er fornuftig på dette stadiet i designprosessen. De forskjellige idéskissene er også med på å dokumentere Berits arbeid, både for seg selv og for medelever og lærere. Spesielt med tanke på at elevene skal presentere sine ideer senere. Berit valgte for den videre prosessen å ta utgangspunkt i skisse nr. 9 (se Figur 2). For at Berit skal kunne velge denne skissen må hun ha evaluert de forskjellige skissene og konkludert med at dette var den beste. Dette kan ses på som om Berit kan bedømme en representasjon.

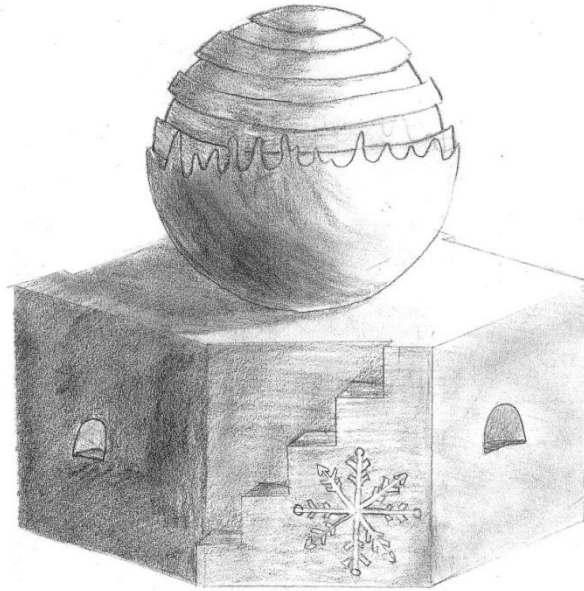
4.2.1 Sekskanten

Det ble gjennomført to samtaler med Berit mens hun arbeidet med idéskissene. Begge samtale ble gjennomført etter at idéskisse nr. 9 (se Figur 2) var tegnet. I disse samtale ble ikke sekskanten nevnt. Idéskisse nr. 9 er blant de første skissene som er tegnet med en løselig form for perspektiv. En tolkning av at det er brukt en løselig form for perspektiv kan være at det var viktig for Berit å få fram den spesielle formen på den sekskantede sokkelen på skulpturen. Dersom skissen hadde vært tegnet som en flatetegning sett fra siden, ville ikke den sekskantede formen på sokkelen blitt synlig. Selv om kula på toppen skygger for den ene siden av sokkelen, kan det, ut fra et symmetrisk argument, forstås som at dette likevel er en sekskant. En annen tolkning kan være at sokkelen ikke er sekskantet. Det kan for eksempel være slik at de to sidene som forsvinner bak kula forlenges og skjærer hverandre. Sokkelen vil da bli femkantet. Det at vi kun ser en trapp kan støtte en slik tolkning. Det kan også være muligheter for mer kreative tolkninger av denne sokkelen. For eksempel kan sidene på sokkelen være kombinasjoner av rette kanter og buede kanter. Så lenge kula skygger for baksiden, og at Berit ikke har laget en skisse av skulpturen tegnet rett ovenfra, er det vanskelig å konkludere noe om formen på sokkelen.

Det er vanskelig, ut fra idéskissen, å kunne konkludere om Berit forstår at dette er en representasjon av en sekskant. Likevel kan man si at formen på sokkelen i skissen er en representasjon for en tilsvarende sokkel på en snøskulptur. At Berit har valgt å lage denne formen på sokkelen, som muligens er sekskantet, kan være et uttrykk for at hun velger å bruke en slik representasjon for sekskanten. Jeg har ikke noe grunnlag for å si noe om hvordan Berit bedømmer denne sekskanten.

4.3 Bearbeidet skisse

Berit valgte å ta utgangspunkt i idéskisse nr. 9 (se Figur 2) i sitt videre arbeid med snøskulpturene. I tillegg brukte hun elementer fra noen av de andre idéskissene, for eksempel snøkrystallen på trappa. Den bearbejdede skissen ses i Figur 3.



Figur 3: Figuren viser en bearbejdet skisse.

Etter at Berit hadde laget ferdig den bearbejdede skissen hadde jeg en samtale med henne. Utdrag fra samtalen er gjengitt nedenfor.

- 67 Forsker: Hvorfor har du plukket ut den her ((bearbejdet skisse))?
- 68 Elev: Nei, for det at den faktisk går an å lage.
- 77 Forsker: Hvilke geometriske former har du her da?
- 78 Elev: Jeg har sirkel, eller altså (.) kula.
- 79 Forsker: Mhm.
- 80 Elev: Og så en sekskant. Det er jo sånn og sånn. Bakom der også.
- 81 Forsker: Sånn ja, ok. Du har en sånn skrå – som vi på en måte ikke ser.
- 82 Elev: Ja, det er jo bakom.
- 83 Forsker: Ja, ok, skjønner.

De to hovedformene Berit har tatt utgangspunkt i er en sokkel formet som et rett sekskantet prisme og ei kule på toppen av prismet. Berit har i sin bearbejdede skisse valgt former og sammensetninger som gjør det mulig å lage en snøskulptur med denne formen (transkripsjon

Kapittel 4 Analyse

67-68). Med mulig menes her at skulpturen er selvbærende, det er ingen svake punkter eller former som ikke er festet til resten av skulpturen.

Den bearbejdede skissen er tegnet i perspektiv. Det kan se ut som om det er et isometrisk perspektiv da det ikke tydelig framkommer noen forsvinningspunkter. Perspektivet er likevel tydeligere og mer nøyaktig enn i idéskissen nr. 9. I den bearbejdede skissen har Berit brukt skygger slik at formene på skulpturen kommer tydelig fram.

Ved å måle på den bearbejdede skissen ser man at alle høydene på sokkelen er like høye. Videre er kula sirkulær, slik at det er mulig det er brukt passer eller annen sirkulær form. Trappene på den bearbejdede skissen kan ses på som om de ligger på utsiden av tre av de seks sideflatene på prismet. Trappetrinnhøyden er lik i alle trinnene, bortsett fra det nederste trinnet. Det er vanskelig å vurdere om trinnene vil ha en kvadratisk eller rektangulær form ut fra denne perspektivtegningen.

På spørsmålet om hvilke former den bearbejdede skissen består av svarer Berit "(...) sirkel, eller altså (.) kule. (...) Og så en sekskant" (transkripsjon 77-80). Vi ser at også i arbeidet med den bearbejdede skissen brukes i første omgang de plangeometriske termene på romgeometriske former. Berit retter seg selv når det gjelder kula. Dette er interessant sammenliknet med samtaleene som ble gjort i arbeidet med idéskissene hvor hun konsekvent brukte plangeometriske termer.

I løpet av prosjektperioden ble det, en rekke ganger, observert at elevene brukte plangeometriske termer når de arbeidet med romlegemer. For eksempel sirkel i stedet for kule. Ved samtaler med disse elevene, og på spørsmål hva de mener med en sirkel, svarte de at de mente kuler. Når elever snakket sammen og diskuterte sine modeller, ble det også observert at de brukte plangeometriske termer. Det kan også virke som om at både den som sa "sirkel", og den som mottok "sirkel", hadde en felles forståelse for at de snakket om kuler. Som nevnt ovenfor, kan dette med bruk av termer i design og håndverk, knyttes til at det ikke er nødvendig å bruke presise matematiske termer i design og håndverksarbeidet. Alle, både elever og lærere, forstår hverandre likevel.

En tolkning av at hun retter seg selv, fra "sirkel" til "kule", kan være at hun snakker med en person med matematikkbakgrunn. Det kan gjøre at hun prøver å være mer presis i språkbruken sammenliknet med når hun snakker med design- og håndverkslærere. En annen tolkning kan være at Berit fokuserer mer på matematikk etter hvert som prosjektet skrider

Kapittel 4 Analyse

frem. Ved at Berit får mer matematikkfokus, kan dette gjøre at hun i større grad bruker matematiske termer på formene.

Denne bruken av sirkel og kule kan være et uttrykk for at elevene har forskjellige termer og språk i fagene design og håndverk og matematikk. Det hadde vært interessant og forsket videre på om denne bruken av termer kun gjelder i design og håndverksituasjoner eller om det også gjelder generelt i andre fag. Dette vil være for omfattende å gå inn på i denne oppgaven.

Den bearbejdede skissen til Berit er en ny og forbedret utgave av idéskissen. Den bearbejdede skissen er en ny representasjon av snøskulpturen. Denne skissen får fram hovedidéene, samt detaljer, om hvordan skulpturen skal se ut. Gjennom samtalene (transkripsjon 77-82) forklarer Berit hvordan skulpturen skal se ut. Både den bearbejdede skissen og forklaringene til Berit kan tolkes som om at Berit forstår denne representasjonen av skulpturen.

Matematikken som er med å definere den bearbejdede skissen som en representasjon, er på den ene siden bruken av en noe mer presis term på den romgeometriske formen kule. Det rette sekskantede prismet har blitt mer nøyaktig beskrevet, både som tegning og i samtalene.

Videre er den isometriske perspektivtegningen av den bearbejdede skissen med på å definere den bearbejdede skissen som en representasjon.

Å lage en bearbejdet skisse er en fase i designprosessen. Den bearbejdede skissen er med på å dokumentere arbeidet med prosessen. Denne skissen er også med på å organisere arbeidet med å lage en gjennomførbar snøskulptur. Den bearbejdede skissen kan ses på som tolkning av et fysisk fenomen (snøskulpturen). Skissen er med på å kommunisere Berits ideer til medelever og lærere. Å bruke denne representasjonen til å dokumentere prosessen, organisere arbeidet, samt tolkning av fysiske fenomen og kommunisere ideer, kan tolkes som at Berit kan gjøre bruk av en representasjon.

4.3.1 Sekskanten

I samtalen med Berit (transkripsjon 80-82) kommer det fram at hun har laget en sekskant. Berit presiserer ikke noe om egenskaper til denne sekskanten. Det vil si at det er uvisst om hun har tenkt på en mangelkant med seks sider, en mangelkant med seks like lange sider eller en regulær sekskant. Det eneste hun presiserer er at det er en side på sekskanten vi ikke ser på grunn av at kula er i veien. En tolkning av Berits utsagn om at hun har laget en sekskant er at sidene i sekskanten har ulik lengde. Utsagnet til Berit vil i så måte være helt korrekt. En annen tolkning er at hun mener en regulær sekskant, men at hun ikke kjenner termen ”regulær”. Ut

Kapittel 4 Analyse

fra skissen kan det se ut som om hun har uttrykt et regulært heksagonalt prisme. Hvis det er slik at Berit faktisk mener regulær sekskant, men bruker bare termen sekskant, er det et uttrykk for at Berit har en intuitiv forståelse for en regulær sekskant. Å konkludere at sekskanten er regulær vil uansett være vanskelig i og med at skissen er tegnet i perspektiv.

Ut fra den bearbejdede skissen, og forklaringene til Berit, gir hun et uttrykk for at hun forstår at sekskanten i den bearbejdede skissen er en representasjon av en sekskant. På den bearbejdede skissen er sidekantene noenlunde like lange og det kan se ut som om vinklene like store. Dette kan tolkes som om Berit har prøvd å få fram en regulær sekskant. Dette støtter opp om at Berit har forståelse for denne representasjonen av sekskanten. Sett i forhold til underkategorien å gjøre og bruke en representasjon er sekskanten i denne skissen med på å modellere og tolke et matematisk fenomen, samt kommunisere matematiske ideer. Ut fra dette kan det tolkes at Berit kan gjøre bruk av sekskanten som en representasjon. Det er vanskelig å tolke noe angående det å bedømme sekskanten da verken samtalen eller den bearbejdede skissen gir noe informasjon om dette.

4.4 Plastelinamodell

I designprosessen valgte Berit å gå fra bearbejdet skisse til å lage en plastelinamodell. Bilde av plastelinamodellen ses på Figur 4.



Figur 4: Bildet viser en plastelinamodell.

I etterkant av at Berit hadde laget plastelinamodellen, hadde matematikklæreren i klassen en samtale med Berit. Utdrag fra samtalen er gjengitt nedenfor.

Kapittel 4 Analyse

- 183 Lærer: Jeg lurer på hvordan du fant det ut at det ble så symmetrisk (.) rundt.
- 184 Elev: Symmetrisk?
- 185 Lærer: Fant du noen vinkler, eller? Alt ser jo helt perfekt ut med vinklene i denne der.
- 186 Elev: Det er bare at jeg har justert ganske masse på det her her.
- 187 Lærer: Ok, så du hadde ikke målt vinklene i den der... Er det en sekskant?
- 188 Elev: Ja, jeg har bare slengt en sekskant...
- 189 Lærer: Sånn på øyemål?
- 190 Elev: Ja, så satt jeg bare på trappa. Etterpå.
- 191 Lærer: Det så jo kjempefint ut det der.
- 204 Elev: Det her ((plastelinamodellen)) var jo bare slik at jeg skulle se.
- 205 Lærer: Ja, det var jo lurt det, så du ikke ødelegger en masse sånn oasiser.
- 206 Elev: Ja, og sånn for å få litt ideer også.

Å lage plastelinamodell er ikke et krav i følge oppgaveteksten. Berit har likevel valgt å lage en plastelinamodell, og i følge henne selv er "plastelinamodellen bare for at jeg skal kunne se, og for å få litt idéer også" (transkripsjon 204-206).

Tidligere i designprosessen har elevene arbeidet med skisser av skulpturen. Skissene tilsvarer todimensjonale representasjoner av skulpturen. Med plastelinamodellen har Berit laget en tredimensjonal representasjon. Dette er en ny representasjon av skulpturen.

Læreren spør Berit hva hun hadde gjort for å få plastelinamodellen så symmetrisk (transkripsjon 183). Jeg tolker lærerens utsagn som om hun tenker på sokkelen til skulpturen som er en tilnærmet regulær sekskant. På svaret Berit gir læreren kan det virke som om symmetri er et ord hun ikke har noe spesielt forhold til. Symmetri er ikke et kompetansemål i læreplanen for Vg1 og elevenes lærebok har heller ikke noe om symmetri. Læreren følger opp spørsmålet med å trekke inn at "alt ser jo perfekt ut med vinklene i denne der" (transkripsjon 185). Berit svarer at hun hadde justert modellen flere ganger og at det var øyemålet som gjorde at hun hadde fått denne formen. For å lage modellen har Berit brukt en kjent framgangsmåte i matematikk – prøv og feil, med påfølgende justering. En tolkning er at hun ikke har behov for en mer nøyaktig gjengivelse av en regulær sekskant i denne fasen av prosessen. Likevel har hun fått fram en modell som er et godt utgangspunkt for å kunne lage ei arbeidstegning. De tre trappene ble satt på etter at det heksagonale prismet var laget. En annen tolkning kan være at Berit ikke har et verktøy eller metode for få en regulær sekskant.

Kapittel 4 Analyse

Berit viser med sin plastelinamodell at dette er en ny representasjon av snøskulpturen. Hun kan også forklare hvordan denne modellen er bygd opp – med det heksagonale prismet, kula på toppen og trappene på siden. Dette kan tyde på at Berit har forståelse for denne representasjonen.

Plastelinamodellen er et viktig utgangspunkt for å kunne tegne en arbeidstegning. En arbeidstegning skal være en flatetegning av skulpturen sett fra forskjellige synsvinkler. Med plastelinamodellen har Berit en mulighet til fysisk å se hvordan modellen ser ut fra forskjellige synsvinkler. Deretter må hun gjøre et forsøk på å overføre dette til arbeidstegningen. Denne modellen er med på å organisere og dokumentere problemet med å lage ei arbeidstegning og senere en snøskulptur. Det at Berit bruker en representasjon som plastelinamodellen til å organisere og dokumentere arbeidet, kan være et uttrykk for at Berit kan velge og bruke en representasjon. I samtalen med læreren sier Berit at hun har justert modellen flere ganger og at sekskanten ble laget på øyemål (transkripsjon 186-190). Dette kan tolkes som om at Berit kan evaluere sin egen modell. Dette kan igjen være et uttrykk for at Berit kan bedømme representasjonen.

4.4.1 Sekskanten

I de tidligere skissene har Berit vist sekskanten gjennom skisser som ble tegnet i perspektiv. Sekskantene i skissene kan tolkes som om at Berit har en intuitiv forståelse for hvordan en sekskant skal se ut. I plastelinamodellen har sekskanten blitt konkretisert. Det gjør at det er mulig å ta og føle på sekskanten, rotere den, se på den fra forskjellige sider. I tillegg er det mulig å måle lengdene på sidene og eventuelt vinklene.

I plastelinamodellen har Berit i større grad enn tidligere fått fram detaljer om sekskanten. Ved å studere modellen kan man se at sidekantene er tilnærmet like lange og vinklene tilnærmet like store. En tolkning er at Berit har gjort et forsøk på å lage en regulær sekskant. Dette er gjort ut fra prøving og feiling, og justeringer. Hun har ikke benyttet seg av noen spesielle verktøy eller hjelpemidler for å framskaffe denne formen. Berit viser med sin modell at hun ikke bare har en intuitiv forståelse for en sekskant, men også om regulære sekskanter. Dette støttes ut fra samtalen mellom lærer og elev (transkripsjon 183-190). En annen tolkning kan være at Berit har laget en tilnærmet regulær sekskant fordi dette er den formen som ble penest. Dette kan ha noe med at symmetrien i sokkelen framstår som mer harmonisk enn en sokkel uten symmetri. På denne måten er det ikke den regulære sekskanten i seg selv som er drivkraften, men at skulpturen skal bli pen.

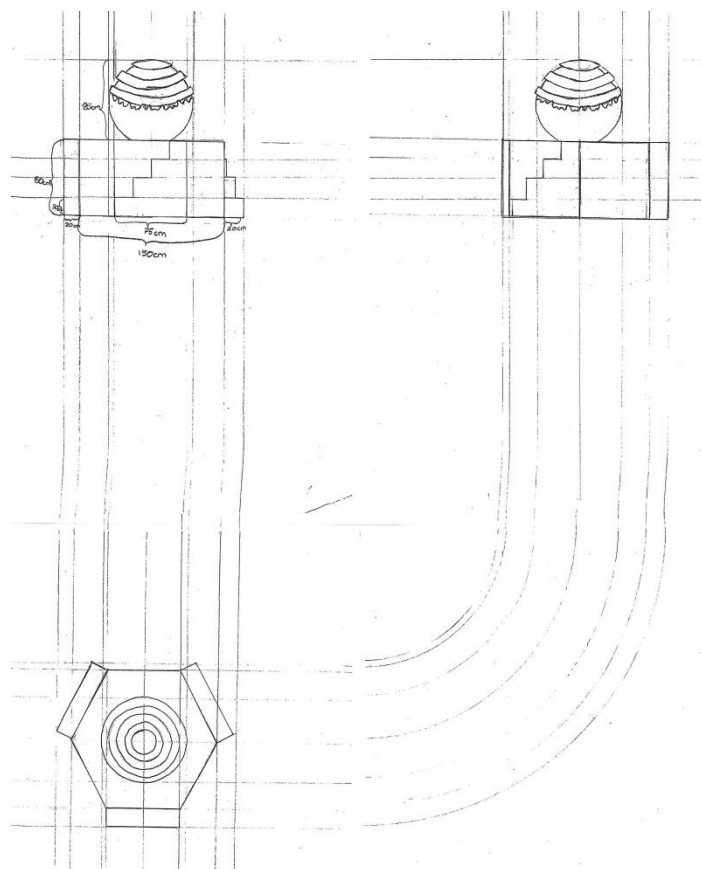
Kapittel 4 Analyse

Sekskanten laget i plastelina er en annen representasjon av sekskanten enn hva Berit har laget tidligere. Det er tydelig at hun forstår hvordan en sekskant ser ut da modellen har seks kanter. Hun har også en intuitiv forståelse av en regulær sekskant, uten at hun har brukt ordet regulær. Sett i forhold til underkategorien å gjøre og bruke har Berit laget en sekskant som oppfyller kriteriene. Gjennom plastelinamodellen har Berit både modellert og tolket det matematiske fenomenet sekskant. Berit har bedømt resultatet av sekskanten på den måten at den er laget ut fra prøving og feiling. Hun trekker fram i samtalen med læreren at plastelinamodellen ble laget kun for å få et bedre inntrykk av skulpturen. Jeg tolker dette som at hun innser at hun kan gjøre dette bedre og mer nøyaktig på andre måter og andre materialer.

4.5 Arbeidstegning

Med plastelinamodellen som utgangspunkt skal Berit lage ei arbeidstegning.

Arbeidstegningen ses i Figur 5.



Figur 5: Bildet viser arbeidstegningen. Oppe til venstre ses opprisset (modellen sett forfra), nede til venstre grunnrisset (modellen sett ovenfra) og oppe til høyre siderisset (modellen sett fra siden). Skjevheten i noen linjer skyldes kopieringen.

Kapittel 4 Analyse

Ei arbeidstegning består av fire stk. A3-ark satt sammen til ett A1-ark. Det første arket, øverst til venstre, er opprisset. Dette er en tegning av modellen sett rett forfra. Det andre arket, nede til venstre, kalles grunnriss. Grunnrisset viser modellen sett ovenfra. Det tredje arket, oppe til høyre, kalles sideriss. Siderisset viser modellen sett fra siden. Det fjerde arket, nede til høyre, brukes for å bevare avstander. Dette gjøres ved bruk av en passer. Passerspissen settes i skjæringspunktet mellom de fire arkene. Deretter tas avstanden fra skjæringspunktet ned til den første linjen på andre arkets høyre kant. Lager så en bue på det fjerde arket. Gjentar denne prosedyren på alle linjene på andre arkets høyre kant. På denne måten vil avstandene være bevart og markert på tredje arkets nedre kant. Tar så utgangspunkt i punktene på tredje arkets nedre kant og trekker linjer som er parallell med tredje arkets venstre kant (Løvstad & Strømme, 2007).

Arbeidstegningen er målsatt med de mål som den endelige snøskulpturen skal ha. På arbeidstegning kan høyden på skulpturen måles til 11 cm. Berit har skrevet at den totale høyden på skulpturen er 165 cm. Dette tilsvarer en målestokk på 1 : 15. Den samme målestokken gjelder for de andre målene på arbeidstegningen. Dette er i samsvar med kravet i oppgaven.

Berit har brukt plastelinamodellen som utgangspunkt når hun har tegnet arbeidstegningen. Dette gav henne en unik mulighet til å kunne rotere plastelinamodellen når hun skulle tegne arbeidstegning. Arbeidstegningen er en todimensjonal flatetegning av en tredimensjonal skulptur. Arbeidstegningen skal bestå av grunnriss, oppriss og sideriss. I forhold til et tredimensjonalt aksesystem, kan vi anta at skulpturen står i xy -planet. Grunnrisset tilsvarer da en projeksjon av skulpturen ned i xy -planet. Hvis da opprisset tilsvarer en projeksjon i xz -planet, vil siderisset tilsvare en projeksjon i yz -planet. Projeksjoner av objekter ned i forskjellige plan er hverken et kompetansemål eller et tema i læreboken til elever på Vg1. Dette gjør at det ikke kan forventes at elevene har noen formell kunnskaper om projeksjoner. Berit viser med sin arbeidstegning at hun har en intuitiv forståelse av projeksjon av skulpturen ned i de tre planene.

En del elever valgte å gå fra bearbeidet skisse til arbeidstegning. Disse elevene må da se for seg hvordan skulpturen skal bli seende ut, kun ut fra den bearbeidede skissen og idéen de har av skulpturen. Berit valgte å lage en plastelinamodell før arbeidstegningen og kan studere modellen fra forskjellige synsvinkler. Hun har gått fra en tredimensjonal representasjon med plastelinamodellen, til en todimensjonal representasjon med arbeidstegningen. Modellen,

Kapittel 4 Analyse

kombinert med den bearbejdede skissen og idéen hun hadde om skulpturen, gjør at arbeidstegningen blir mer nøyaktig og til et bedre verktøy senere i designprosessen.

En arbeidstegning skal gi nøyaktig informasjon om hvordan produktet skal bli seende ut. I følge elevenes lærebok i design og håndverk (Løvstad & Strømme, 2007) står det at vinklene i arbeidstegningen vanligvis ikke behøves å konstrueres. Berit har ikke konstruert noen vinkler i sin arbeidstegning. De parallelle linjene er laget ved å måle og markere avstander ved bruk av linjalen, for deretter trekke linjene. Sammenliknet med å konstruere parallelle linjer er ikke denne metoden helt nøyaktig. Metoden er likevel hensiktsmessig for å lage en arbeidstegning. Berit har brukt passeren for å lage sirkler. I tillegg har hun brukt passeren for å bevare avstander fra grunnriss til sideriss. Å bruke passeren for å bevare avstander er en mer nøyaktig metode enn å måle med linjal.

Arbeidstegningen til Berit er en ny representasjon av snøskulpturen. Det at hun har konstruert arbeidstegningen er et uttrykk for at Berit forstår denne representasjonen. Tegningen er med på å dokumentere designprosessen. I tillegg er tegningen med på å organisere problemet med å lage en oasismodell og senere en snøskulptur. Dette kan ses på å være et uttrykk for at Berit kan gjøre og bruke representasjonen. Når det gjelder hvordan Berit bedømmer representasjonen har hun verken gjennom samtaler eller observasjoner gitt uttrykk for dette.

4.5.1 Sekskanten

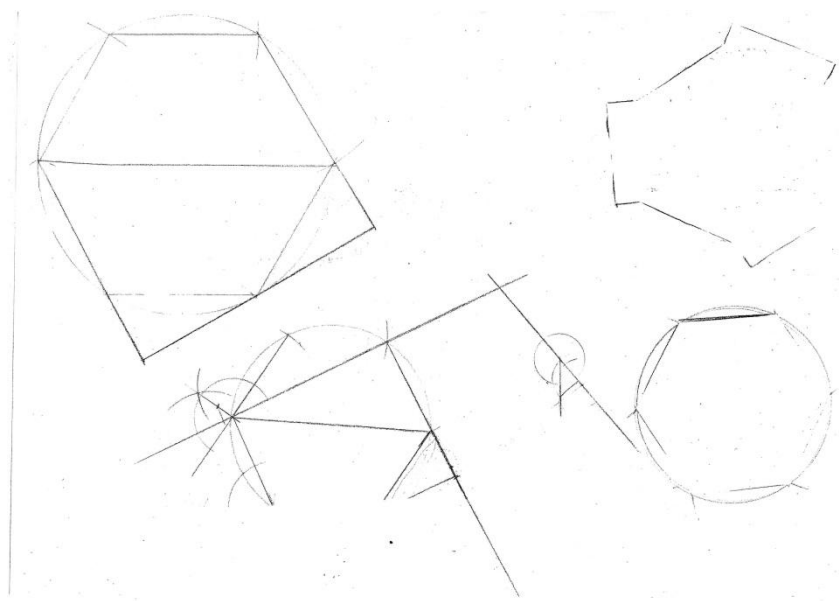
Grunnrisset på arbeidstegningen, arket nede til venstre, viser formen på sekskanten (se Figur 5). Dette er den første tegningen Berit har laget hvor det er mulig å se skulpturen ovenfra. Dette gjør at sekskantens form kommer tydelige fram. Sammenliknet med den bearbejdede skissen vises formen på sekskanten tydeligere på arbeidstegningen.

Ved første øyekast er sekskanten tilnærmet regulær. Med tanke på at sekskanten ikke er konstruert, men kun tegnet ved hjelp av linjal, er dette en meget god tilnærming. Ved å måle på arbeidstegningen ser man at sekskanten ikke er regulær. Sidekantene varierer fra 5,0 cm til 5,6 cm. Følgelig vil også vinklene variere. Arbeidstegningen er likevel nøyaktig og detaljert nok til å kunne gi et godt inntrykk av hvordan skulpturen skal bli seende ut. Det er verdt å merke seg at å tegne en regulær sekskant kun med bruk av linjal er en vanskelig oppgave. Tegningen er nøyaktig nok til å være et hjelpemiddel og verktøy til å lage en oasismodell, samt som et hjelpemiddel for å lage en skulptur av snø.

Selv om at sekskanten ikke er konstruert, kan arbeidstegningen tolkes som om at Berit har en intuitiv forståelse for hvordan en regulær sekskant ser ut. Dette samsvarer med at sekskanten i arbeidstegningen er en ny representasjon av sekskanten. Hun viser også at hun kan tegne en tilnærmet regulær sekskant, kun med bruk av linjal. Det viser at hun kan gjøre bruk av denne representasjonen av en sekskant. Sammenliknet med skissene er sekskanten i arbeidstegningen mer nøyaktig og viser tydeligere formen. Dette kan ses på som at Berit har bedømt sekskanten i forhold til tidligere skisser og har nå laget en bedre versjon.

4.6 Forarbeid til oasismodellen

I arbeidet med å lage en oasismodell har Berit laget et ark med flere figurer. To av figurene er sirkler med innskrevne sekskanter, en sirkel med noen tilhørende konstruksjoner, samt en tegning av skulpturen sett ovenfra. Den ene sirkelen med innskrevet sekskant er større enn de andre figurene. Tegningen er gjengitt i Figur 6.



Figur 6: Figuren viser tegninger og konstruksjoner av sekskanter.

Med utgangspunkt i arket med sekskantene, spør matematikklæreren Berit om hvordan hun har gått fram for å lage en sekskant. Utdrag fra samtalen mellom læreren og Berit er gjengitt nedenfor.

- 225 Lærer: Hva det er du har gjort her, for noe spennende?
226 Elev: Nei, det er bare å teste ut hvordan jeg skal regne ut de forskjellige vinklene.
227 Lærer: I sekskanten?
228 Elev: Ja, og hvor jeg skulle plassere trappene, og sånt.

Kapittel 4 Analyse

- 229 Lærer: Hvordan gjorde du det her når du... Du har jo delt den her sirkelen i seks biter.
- 230 Elev: Ja, det var jo for å finne ut hvordan jeg skulle tegne den der sekskanten, så lagde jeg sekstivinkler. Lagde bare sånn med passer. Satte en strek mellom.
- 231 Lærer: Ok. Ja?
- 232 Elev: Så har jeg liksom bare funnet ut hva man ser når at (.) når jeg ser forfra.
- 233 Lærer: Mhm.
- 234 Elev: Men det der vet jeg ikke helt hva jeg har gjort.
- 235 Lærer: Når du sier sekstivinkler, hvor mener du at du har sekstivinkler?
- 236 Elev: I sekskanten så er det jo sekstivinkler, for det er jo til sammen, sånn rundt.
- 237 Lærer: Her? I sirkelen?
- 238 Elev: Ja.
- 239 Lærer: Men, tenker du at dette er en sekstivinkel?
- 240 Elev: Ja.
- 241 Medelev: Men det går jo ikke an.
- 242 Elev: Jo.
- 243 Medelev: Nei, fordi at en sekstigrader han er liksom mindre enn nitti.
- 244 Elev: Ja, men her sånn, tenkte jeg på.
- 245 Lærer: Du tenker en halv vinkel i en sekskant er seksti grader?
- 246 Elev: Ja, for jeg tok jo den her sånn, så lagde vi en runding. Så tok jeg passeren og satte den der, og gjorde sånn, med samme avstand.
- 247 Lærer: Så det er den, det er halve vinkelen i en sekskant.
- 248 Elev: Ja, for liksom jeg tok jo og fant midten. Så lagde jeg en runding. Så tok jeg samme avstand, som jeg liksom (.) sånn, og så bare gjorde sånn.
- 249 Lærer: Ja. Hvor mange grader er hver vinkel i en sekskant da?
- 250 Elev: Da blir den (.) hundreogtjue.
- 251 Lærer: Ja. Du regner så det koster etter.

4.6.1 Sekskanten

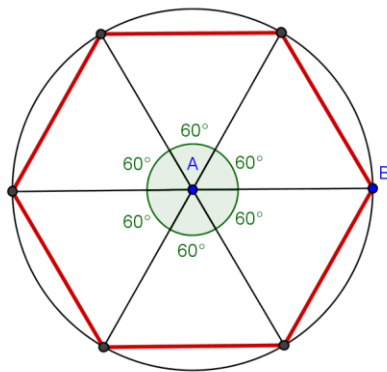
I arbeidet med å lage en oasismodell, har Berit valgt å konstruere en regulær sekskant på et eget ark. På arket (se Figur 6) er diameteren på den største sirkelen 15 cm, mens de to små er 10 cm. På spørsmål om hva hun har gjort svarer Berit at det er for å kunne regne ut størrelsen

Kapittel 4 Analyse

på vinklene i en sekskant. Berit har på eget initiativ bestemt seg for å finne disse vinklene. Konstruksjon ikke er et kompetansemål i læreplanen for disse elevene.

Det at Berit har valgt å konstruere sekskanten kan tolkes som at hun ønsker å lage en ny representasjon av sekskanten. Denne representasjonen av sekskanten bygger på de andre sekskantene, men er en konstruksjon. Dette gjør at sekskanten blir en regulær sekskant. En annen tolkning kan være at Berit vurderer sekskanten på arbeidstegningen til ikke å være nøyaktig nok til å lage en oasismodell av. Derfor må Berit konstruere en regulær sekskant med korrekt målestokk.

Læreren kommenterer overfor eleven at hun har delt “sirkelen i seks biter”. Hun svarer at hun lagde “seksvinkler med passeren og satte streker mellom”. Læreren ber Berit peke på hvor hun har “seksvinkler”. Berit svarer at “i sekskanten er det jo seksvinkler, for det er jo grader til sammen”.



Figur 7: Figuren viser en sekskant med inntegnede likesidede trekantar.

Det er flere tolkninger av hva som menes med “i sekskanten er det jo seksvinkler, for det er jo 360 grader til sammen”. En tolkning kan være at Berit har brukt konstruksjon av en 60° vinkel, i punktet A, for å konstruere sekskanten. Ved å se på Figur 7 ser vi at det vil oppstå seks vinkler á 60° om punktet A. Følgelig vil dette være med å underbygge at vinkelsummen i en sekskant er $6 \cdot 60^\circ = 360^\circ$. Dette er i så fall feil.

En formel for å regne ut vinkelsummen i en regulær n -kant, der n er antall kanter, er $(n - 2) \cdot 180^\circ$ for $n \geq 3$ (Bue, et al., 2009) og står i elevenes lærebok i matematikk. Vinkelsummen for en sekskant er 720° og vinklene i sekskanten blir da 120° .

I diskusjonen med læreren prøver Berit å finne ut vinklene i sekskanten. Berit sier at for å “finne ut hvordan jeg skulle tegne den der sekskanten, så lagde jeg seksvinkler”

Kapittel 4 Analyse

(transkripsjon 230). Ut fra denne tolkningen har Berit slått en sirkel og bevart radien i sirkelen som avstand i passeren. Deretter har hun laget et merke på sirkelperiferien, satt spissen i merket og satt en ny avstand langs sirkelperiferien. Denne teknikken har hun så gjentatt til hun har delt sirkelen i seks like store deler. Læreren ber Berit peke på “sektivinklene” og får svar at “i sekskanten er det jo sektivinkler, for det er jo 360 grader til sammen” (transkripsjon 236). Dette kan tolkes som at Berit tenker på vinkel BAC i Figur 8. På spørsmål fra læreren om også vinkel BCD er en “sektivinkel” svare Berit ja. Kommentaren fra medeleven gjør at Berit må stoppe opp og begrunne sin påstand.

Det kan virke som om Berit har oppdaget en konflikt mellom sin påstand om at vinklene i en regulær sekskant er 60° og kommentaren fra medeleven. Det gjør at Berit prøver å argumentere på en annen måte. Hun fokuserer på vinkel BCA og sier at det er denne vinkelen som er seksti grader (transkripsjon 244). Matematikklæreren spør “du tenker en halv vinkel i en sekskant er seksti grader?” (transkripsjon 245). Etter at Berit igjen går gjennom og forklarer konstruksjonen av sekskanten, konkluderer hun med at vinkelen i en regulær sekskant er 120° .

“Plausibility” er et kriterium for at et resonnement skal være kreativt (Lithner, 2006). Det betyr at resonnementet må følges av argumenter som støtter valgene i løsningen. Når det gjelder “plausibility” i diskusjonen rundt konstruksjon av sekskanten, mangler Berit gode argumenter for hvor stor vinkelen i sekskanten er. I stedet for å argumentere for at hun har korrekt, gjentar Berit i stedet hvordan hun har konstruert sekskanten. Hun har følgelig ikke noen argumenter som støtter hennes valg i løsningen.

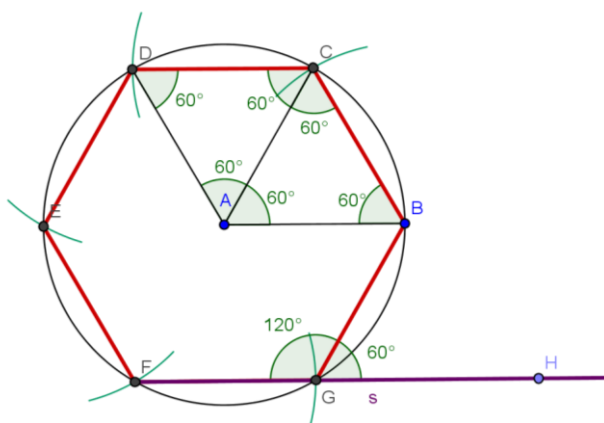
“Mathematical foundation” er et fjerde kriterium for kreativt resonnement. Det vil si at argumentene som brukes må være forankret i matematiske egenskaper (Lithner, 2006). Berit prøver å argumentere for sin påstand om at vinkelen er 60° med å peke på en konkret 60° vinkel og ved å forklare konstruksjonen av sekskanten på nytt. Dette kan tolkes som at Berit ikke benytter seg av matematiske egenskaper ut over det hun har forklart tidligere. Følgelig kan man si at argumentene ikke blir “mathematical foundation”. Det kan dermed tolkes som om at den delen av konstruksjonen hvor eleven skal argumentere for hvor stor vinkelen blir, brukes ikke kreativ resonnement.

Berit har gjennomført en konstruksjon som har ført fram til en regulær sekskant. Hun arbeider med å finne ut hvor stor vinklene i sekskanten er. Hennes eget utsagn er at hun har brukt “sektivinkler” for å lage sekskanten. På spørsmål fra læreren om hun mener at vinklene i

Kapittel 4 Analyse

sekskanten er ”seksstivinkler”, svarer Berit bekreftende ja. Kommentaren fra medeleven om at det ikke er mulig, gjør at Berit må tenke seg om og finne nye argument. Først når læreren spør om ”du mener en halv vinkel i en sekskant er seksti grader”, konkluderer eleven at vinklene i sekskanten må 120° .

Berit konkluderer at vinklene er 120° , men det er på bakgrunn av lærerens spørsmål om at en halv vinkel i en sekskant er 60° . Berit mangler kravet om at hun selv må argumentere for sin løsning, selv om at hun begrunner hvordan hun har kommet fram til konstruksjonen. Det kan derfor virke som om at Berit har brukt et imitativt resonnement når hun skal argumentere for vinkelen. Læreren stiller spørsmål som gjør at hun kommer seg videre i argumentasjonen og til slutt kan konkludere angående vinkelens størrelse. Lithner (2006) kaller dette støttet algoritmeresonnering.



Figur 8: Figuren viser en konstruert sekskant. Sekskanten har inntegnet to likesidede trekanter, samt nabovinkler.

En annen tolkning av “i sekskanten er det jo seksstivinkler, for det er jo 360 grader til sammen”(transkripsjon 236) kan være at Berit fokuserer på en av de ytre vinklene i sekskanten. I Figur 8, i punktet G, er det tegnet inn en stråle s som er en forlengelse av linjestykket FG . Punktet H ligger på strålen s . De to vinklene FGB og BGH er nabovinkler siden de til sammen er 180° . Teknikken Berit har brukt i konstruksjonen av sekskanten gjør at hun har fått fram 60° vinkler langs periferien. Med denne tolkningen har Berit rett i sin påstand om at hun har brukt ”seksstivinkler”. Det kan derfor være at det er læreren, ut fra denne tolkningen, som misforstår Berits argumenter.

En medelev overhører samtalen mellom Berit og læreren angående “seksstivinkler” i sekskanten. Medeleven skyter inn at “det går jo ikke an, fordi at en sekstigrader han er liksom mindre enn nitti” (nr. 241-243). Denne kommentaren fra medeleven gjør at Berit bruker et

Kapittel 4 Analyse

annet argument i diskusjonen med læreren. På nytt forklarer hun konstruksjonen for læreren. Hun forklarer at hun startet med å tegne en sirkel. Deretter bevarte hun avstanden i passeren for så å merke av seks punkter langs sirkelperiferien (Se Figur 8).

I følge Lithner et al. (2010) betyr det å gjøre og bruke et resonnement at man kan velge og bruke uformelle og formelle argumenter. I samtalen mellom lærer og elev angående “sektivinkler” og vinkelsummen i en sekskant bruker Berit et uformelt resonnement. Hun har en klar tanke om hva hun har gjort og hvilke vinkler som er “sektivinkler”. Selv når medeleven skyter inn “at en sekstigrader han er liksom mindre enn nitti” (transkripsjon 243), er Berit klar på at de andre misforstår hvilke vinkler hun tenker på. Hun understreker dette med å vise på tegningen og forklare med “Ja, men her sånn, tenkte jeg på” (transkripsjon 244). Det kan virke som om læreren ikke er fornøyd med dette resonnementet og at læreren er ute etter et mer formelt resonnement. Det kan dermed være at læreren har misforstått Berits uformelle resonnement.

En tolkning kan være at Berit i dette tilfellet tenker på de konstruerte ”sektivinklene” som vinklene i den likesidete trekanten ABC i Figur 8. Vinkel BCA vil følgelig bli 60° . Dette støttes ved at lærer spør ”du tenker en halv vinkel i en sekskant er sekstigrader?”(transkripsjon 245). Dette bekreftes av eleven. Berit gjentar så hvordan hun har gått fram for å konstruere sekskanten. Dette gjøres to ganger. På spørsmål fra læreren om hvor mange grader hver vinkel i en sekskant er, svarer Berit 120° (transkripsjon 250).

I begynnelsen av denne samtalen påstår Berit at vinkelsummen i en sekskant er 360° . Dette sa hun før det ble konkludert at vinklene i sekskanten er 120° . Det ble dessverre ikke spurt om vinkelsummen i sekskanten etter at Berit hadde konkludert med at vinklene er 120° . Det hadde vært interessant å høre hvordan eleven hadde resonnerert og konkludert med det nye gradtallet.

Det at Berit har klart å konstruere en regulær sekskant kan tolkes som at hun har brukt kreativ resonnering (Lithner, 2006) for å få dette til. Det er mulig at eleven har sett en slik konstruksjon før, eventuelt brukt en liknende konstruksjon for å lage fine mønstre. Likevel har ikke eleven noen gitt algoritme for å lage en regulær sekskant. Hun har utnyttet en sirkel og gjentakelse av sekstigraders vinkler. I følge Lithner (2006) kan dette ses på som “novelty” og “flexibility” i resonneringen. Det vil si å kunne reetablere et resonnement og at eleven bruker flere innfallsvinkler i resonneringen.

Kapittel 4 Analyse

En mulig tolkning angående konstruksjonen av den regulære sekskanten er at Berit ikke har noen formell metode for å konstruere regulære sekskanter. I stedet har hun benyttet seg av en teknikk som består i å bruke en passer med fast åpning. Først slår man en sirkel. Deretter bevarer man avstanden i passeren og plasserer spissen på sirkelperiferien. Slår deretter en ny sirkel. Plasserer spissen i skjæringspunktene mellom sirklene og slår nye sirkler. Mønsteret som framkommer vil mange kjenne igjen som en blomst. Denne metoden fører til at den opprinnelige sirkelen blir delt i seks like store deler og følgelig kan man trekke linjestykker og få en regulær sekskant.

Den konstruerte sekskanten i arbeidet med oasismodellen er en ny representasjon av sekskanten. Den skiller seg fra de foregående representasjonene ved at den nå er konstruert og følgelig blitt en regulær sekskant. Etter samtalen med læreren har Berit kommet fram til at vinklene i den regulære sekskanten er 120° . Berit har formalisert sekskanten med tallstørrelse på vinklene. Dette er første gang i designprosessen at Berit har formalisert denne vinkelstørrelsen. Dette ble altså ikke gjort ved de tidligere skissene eller plastelinamodellen. At Berit både har konstruert sekskanten og i tillegg kommet fram til vinkelens størrelse kan tolkes som at Berit forstår denne representasjonen. Arbeidet med konstruksjonene (Figur 6) viste seg å være en viktig fase i det å løse problemet med å lage en oasismodell. Disse konstruksjonene kan tolkes som at Berit kan gjøre og bruke denne representasjonen.

Berit har valgt å ta utgangspunkt i den konstruerte sekskanten når hun skal lage oasismodellen. En tolkning er at Berit har vurdert og bedømt at den konstruerte sekskanten er bedre egnet til å bruke som mal på oasisen enn de andre sekskantene. Dette kan være fordi den konstruerte sekskanten er regulær, og følgelig mer nøyaktig enn tidligere tegnede sekskanter. Dette vil igjen gjøre at oasismodellen blir så nøyaktig som mulig. Som en avslutning på den individuelle oppgaven til elevene skal de presentere sine modeller for den andre i klassen. En nøyaktig oasismodell kan være et viktig ledd når Berit skal selge sine ideer til de andre i klassen. I samtalen mellom Berit og læreren prøver Berit å formidle til læreren hvordan hun har tenkt og gjort angående konstruksjonen. Hun prøver videre å grunngi hvorfor bruk av ”sektivinkler” gir korrekt figur. Dette kan ses på som at Berit utfører en form for bedømming eller evaluering av representasjonen.

4.7 Oasismodell

Den siste individuelle fasen av designprosessen til elevene var å lage en oasismodell. Bilde av Berits oasismodell ses i Figur 9.



Figur 9: Bildet viser en oasismodell.

Når Berit skal lage oasismodellen velger hun å konstruere en regulær sekskant på stivt papir. Det er gitt i oppgaven at oasismodellen skal ha samme størrelse som arbeidstegningen, altså størrelsesforholdet 1 : 1. Ved å konstruere sekskanten i samme størrelse som på arbeidstegningen, kan Berit klippe ut sekskanten og legge den oppå oasisen. Deretter kan hun skjære i oasisen etter sekskanten som mal. Hun får da et rett regulært heksagonalt prisme. Teknikken med å skjære ut etter mal ble også brukt på de tre trappene. Dette gjør videre at oasismodellen blir meget nøyaktig.

På oasismodellen går trappene ned mot høyre. Sammenliknet med skissene, plastelinamodellen og arbeidstegningen går disse trappene ned mot venstre. En mulig årsak til dette er at den utklippte malen kan ha blitt speilvendt idet malen ble lagt på oasisen. Følgelig vil også trappene endre retning. Dette har ikke noe å si for det endelige resultatet.

Jeg tolker Berits arbeid med oasismodellen som at hun har forståelse for denne representasjonen av skulpturen. Modellen er med på å dokumentere prosessen med å lage en snøskulptur. Denne modellen er også med på å organisere prosessen med å løse problemet. Dette kan tolkes som at Berit kan gjøre og bruke denne representasjonen. Oasismodellen er siste fase i den individuelle delen av designprosessen. Etter at denne modellen er ferdig skal elevene legge fram sine ideer for klassen. Skisser, arbeidstegning og modeller vil alle være en viktig del av dokumentasjonen av designprosessen, i tillegg til vurderinger og begrunnelser av disse. Gode skisser, arbeidstegninger og modeller vil hjelpe eleven i å "selge" sine ideer.

Dokumentere produksjonsprosesser, samt presentere, begrunne og argumentere for markedsføring og salg er sentrale deler av kompetansemålene i design og håndverk (Udir, 2010b).

4.7.1 Sekskanten

I oasismodellen har Berit valgt å bruke en konstruert regulær sekskant som mal for sokkelen. Dette gjør at også sokkelen blir en regulær sekskant. Sammenliknet med plastelinamodellen, er nøyaktigheten og detaljene på et mye høyere nivå på oasismodellen. Spesielt hvor det inngår rette linjer og flater. Dette har noe med materialet oasis å gjøre.

Teknikken med å overføre den regulære sekskanten fra malen til oasisen er elegant og kan tolkes som at Berit viser stor forståelse for oasisen som representasjon. I tillegg kan dette være et uttrykk for at hun ser sammenhenger mellom representasjonene og kan utnytte disse sammenhengene. Dette samsvarer med at Berit kategoriseres i kompetanseklasser 2 fra PISA (Kjærnsli, 2007). Det at Berit ser og kan bruke sammenhenger mellom representasjonene kan også tolkes som at hun kan gjøre og bruke en representasjon. Det at Berit har benyttet en regulær sekskant som mal for å lage sokkelen, kan tolkes som at hun har vurdert og funnet ut at dette var den beste teknikken for å få den rette formen på sokkelen. Dette kan være et uttrykk for at Berit kan bedømme denne representasjonen.

4.8 Sekskanten som formell, preformell og uformell representasjon

Webb et al. (2008) bruker metaforen ”toppen av isfjellet” for å skille mellom uformelle, preformelle og formelle representasjoner. Den formelle representasjonen er den regulære sekskanten. Denne kan vi plassere i toppen av isfjellet. Sekskanten i idéskissen og den bearbejdede skissen kan begge tolkes som uformelle representasjoner av sekskanten. I disse skissene ble skulpturen tegnet i perspektiv og følgelig var det ikke mulig å bekrefte om sidekantene var like lange eller om vinklene var like store. Berits forklaring av sekskanten i den bearbejdede skissen kan tolkes som en uformell representasjon (ibid.). Berit brukte ingen matematiske egenskaper for å definere sekskanten. I stedet pekte hun på skissen og forklarte at ”det er jo sånn og sånn. Bakom der også” (transkripsjon 80).

På plastelinamodellen kommer formen på sekskanten tydelig fram. Berit forteller til læreren at hun hadde justert modellen flere ganger. Det kan tolkes som om at Berit har laget en regulær sekskant, selv om hun ikke eksplisitt sier dette selv. Arbeidstegningen viser sekskanten i grunnrisset. Også her virker det som om Berit har tegnet en regulær sekskant. Sekskanten i

Kapittel 4 Analyse

plastelinamodellen og arbeidstegningen kan da tolkes å være preformelle representasjoner av sekskanten da de bygger på elevens uformelle representasjon (Webb, et al., 2008).

Når Berit skal lage en oasismodell velger hun å konstruere en regulær sekskant og bruke denne som mal for å skjære ut et regulært heksagonalt prisme. Berit bruker ikke termen ”regulær sekskant”. Konstruksjonene på Figur 6 kan tolkes som at hun likevel kjenner egenskapene til en regulær sekskant. Med det menes at alle sidene er like lange og alle vinklene er like store. Ut fra denne tolkningen er da den regulære sekskanten en formell representasjon (ibid.).

4.9 Snøskulptur

I den siste fasen i snøskulpturprosjektet skal elevene lage snøskulpturene. Dette arbeidet er en gruppeoppgave. Siden Berit ikke fikk uttrukket sin modell, er hun på gruppa til Cecilie. Bilde av oasismodellen til Cecilie og snøskulpturen til gruppa ses i Figur 10.



Figur 10: Vil venstre ses en oasismodell. Til høyre ses den tilhørende snøskulpturen.

Oasismodellen til Cecilie består av en sokkel og to bølgeformede deler med gjennomgående lysrom. I følge den målsatte arbeidstegningen skal delen til venstre bli 150 cm høy, mens delen til høyre skal bli 225 cm høy. Etter bestilling får elevene et visst antall snøsylindere å arbeide med. Størrelsen på snøsyndrene er 1,5 m i diameter og 1,5 m i høyden. Følgelig trengte gruppa totalt tre snøsylindere; én sylinder til delen til venstre og to sylindere til delen til høyre. For delen til høyre må den ene sylinderen stables oppå den andre.

Under arbeidet med å skape snøskulpturen har elevene tatt utgangspunkt i oasismodellen og arbeidstegningen. Dette betyr at elevene har brukt to representasjoner av snøskulpturen for å lage snøskulpturen. Tidligere har elevene kun laget og brukt egne representasjoner av snøskulpturen. I siste fase i designprosessen må elevene på gruppa kunne forstå og tolke Cecilies representasjoner. Alle elevene var med og bygde snøskulpturen. Dette kan tolkes som

Kapittel 4 Analyse

om at elevene har tolket Cecilies representasjoner og forstått sammenhengene mellom disse representasjonene. En annen tolkning kan være at elevene på gruppa ikke har sett arbeidstegningen eller modellen til Cecilies. I stedet har de fått klare arbeidsoppgaver av Cecilie som var leder på gruppa. På denne måten trenger ikke elevene å tolke og forstå Cecilies representasjon.

I utarbeidelsen av snøskulpturen har elevene brukt en rekke verktøy. For eksempel måtte elevene bruke måleverktøy for å kunne avsette lengder på skulpturen. Videre har elevene brukt sag, skraper, rasper og liknende for å forme skulpturen i henhold til modell og arbeidstegning. Dette arbeidet er en del av å løse problemet med å lage en snøskulptur. Jeg tolker dette som at elevene kan gjøre og bruke en representasjon.

Snø kan være et vanskelig materiale å arbeide i, sammenliknet med for eksempel plastelina og oasis. Å arbeide i plastelina dreier seg om å legge på stadig nye lag og forme disse lagene med fingre eller andre verktøy. Prinsippet er å bygge utover. Når det gjelder snø må elevene hele tiden fjerne snø fra skulpturen. Det blir derfor viktig å ha oversikt over både arbeidstegninger og oasismodell slik at det ikke gjøres uopprettelige feil underveis.

Gruppa til Berit opplever at snøsylindrerene som de skal lage snøskulptur av ikke er i tråd med deres bestilling. I stedet for behovet på tre sylindere, hvor to står ved siden av hverandre og den tredje står oppå den andre, har de kun fått to sylindere som står ved siden av hverandre. Dette gjør at de har vansker med å lage den høyeste delen av skulpturen.

I etterkant av snøskulpturprosjektet, ble det gjennomført et halvstrukturert intervju av Berit. Tilstede under intervjuet var Berit, meg selv og medforsker. Intervjuguiden (se vedlegg 5) var utgangspunktet for intervjuet. Jeg ledet intervjuet og medforsker supplerte med oppfølgingsspørsmål der det var krevet.

Berit får spørsmål om det ble gjort noen forandringer underveis i skulptureringen, det vil si forandringer i forhold til planene arbeidstegningen. Hun svarer at bølgemønsteret ”ble litt tettere” (transkripsjon 359). Ved å se på Figur 10 ser man at snøskulpturen har fått flere bølger enn oasismodellen. Hun forklarer at det ble gjort feil på den ene siden av den ene bølgeformede delen. Dermed måtte de bare fortsette med denne formen på resten av skulpturen. Berit begrunner dette ut fra at de ikke kunne begynne på nytt da det var for lite snø igjen. Jeg tolker dette som at Berit og elevene, underveis i arbeidet, har evaluert

Kapittel 4 Analyse

snøskulpturen. Dette viser at Berit og elevene kan bedømme en representasjon. Dette førte til at det ble gjort endringer som fikk konsekvenser for resten av skulpturen.

Under intervjuet får Berit spørsmål om hvordan hun bedømmer resultatet i forhold til den opprinnelige modellen. Hun svarer at “jeg synes den ble bra, men litt annerledes ble den” (transkripsjon 408-410). På spørsmål om det var noe de kunne gjort annerledes svarer hun at de kunne ha båret opp snø for selv å bygge sylindren høyere. Det bemerkes at dagen for bygging av skulpturer var det minusgrader og snøen var ikke kram. Derfor, under de rådende omstendigheter, var ikke dette noe godt alternativ. Jeg spør Berit om det kunne være noen andre muligheter for å løse dette problemet, hvor de kunne bevare forholdet mellom de to delene på modellen? På dette svarer Berit at de kunne laget snøskulpturen i mindre målestokk i forhold til arbeidstegningen. Dette ble ikke vurdert mens skulptureringen pågikk. Berit følger opp dette med å si at ”det har jeg ikke tenkt på før nå, faktisk” (transkripsjon 429). Intervjuet ble gjennomført ca. en måned etter at elevene bygde snøskulpturene. Det at Berit og elevene ikke vurderte å lage snøskulpturen i mindre målestokk, kan tolkes som at de var svært tro mot oppgaveteksten. Oppgaven sa at målestokken mellom modell og snøskulpturen skulle være 1 : 15.

4.10 Noen refleksjoner rundt snøskulpturprosjektet

I denne undersøkelsen har mitt hovedfokus vært på hvordan elevenes representasjonskompetanse har kommet til uttrykk gjennom de ulike fasene i designprosessen i snøskulpturprosjektet.

I dette avsnittet vil jeg trekke fram noen tanker om hvordan det var å gjennomføre en undersøkelse i design og håndverk. Hovedprosjektet i perioden var Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring. Jeg og medforsker, sammen med lærerne i matematikk, skulle identifisere og beskrive matematikken i de estetiske aktivitetene. Snøskulpturprosjektet var en av disse estetiske aktivitetene. Det ble tidlig klart at snøskulpturprosjektet også skulle danne grunnlaget for datainnsamlingen i mitt masterprosjekt. Problemstillingen til masterprosjektet dreide seg, på dette tidspunktet, om grunnleggende ferdigheter i matematikk. Spesielt skulle jeg se på hvordan grunnleggende ferdigheter i matematikk kom til uttrykk i arbeidet med geometriske former.

I første periode av snøskulpturprosjektet, det vil si i designprosessen fra idéskisse til oasismodell, gikk jeg bredt ut og var åpen for alt som dreide seg om matematikk. Fokuset var

Kapittel 4 Analyse

å identifisere matematikken, samt hvordan elevene arbeidet med grunnleggende ferdigheter. Observasjonene og samtalene jeg hadde med Berit, hadde dette fokuset.

I forkant av at elevene skulle begynne på siste fase i designprosessen, lage snøskulptur, hadde jeg, medforsker og matematikklærer møte med veileder for masterprosjektet og hovedprosjektet. I møtet diskuterte vi observasjonene vi hadde så langt i snøskulpturprosjektet. Det vi hadde observert var at elevene representerte matematikken på forskjellige måter underveis i snøskulpturprosjektet. Disse observasjonene ble utslagsgivende for hvilket fokus vi satte i siste fase. Det ble derfor enighet om at vi spisset prosjektet ved å fokusere på elevenes representasjonskompetanse. Valget falt da på rammeverket til Lithner et al. (2010). Dette fordi vi så på dette rammeverket som spesielt egnet med tanke på dens inndeling i underkategoriene forstå, gjøre og bruke og bedømme.

Samtalene jeg hadde med Berit underveis i snøskulpturprosjektet forløp på den måten at jeg under observasjonen satte meg ned ved siden av henne og spurte hva hun arbeidet med. Disse samtalene kan ses på som ustrukturerte intervjuer. I følge Fontana og Frey (2000) er grensen mellom en observasjon og et ustrukturert intervju vagt. Til disse samtalene hadde jeg ikke noen form for intervjuguide. Dette fordi jeg ikke på forhånd kunne vite hva elevene jobbet med når jeg skulle observere. Alle spørsmål som ble stilt var direkte avhengig av situasjonen. Det vil si at spørsmålene var avhengig av hva Berit hadde gjort eller arbeidet med i øyeblikket. Det kunne også være tilfeller hvor Berit stilte spørsmål til meg angående det hun arbeidet med. Jeg antar at hun så på meg som en matematikklærer i tillegg til forsker.

Mens jeg observerte Berit ble jeg svært positiv og hadde en oppfatning av at hun benyttet mye matematikk i sitt arbeid med de forskjellige fasene i designprosessen. Også når det gjaldt samtalene hadde jeg en oppfatning av at hun ”snakket mye matematikk” og at dette var formell matematikk. Med ”snakket matematikk” kan jeg støtte meg til beskrivelsen i LK06 som sier at ”å kunne uttrykke seg muntlig innebærer å gjøre antagelser, stille spørsmål, argumentere og forklare en tankegang ved hjelp av matematikk” (KD, 2006).

Transkripsjonen av samtalene og det halvstrukturerte intervjuet ble først gjort i etterkant av snøskulpturprosjektet. Jeg ble svært overrasket da jeg leste gjennom transkripsjonen. I første øyekast var det ikke samsvar mellom min tidligere oppfatning om at Berit snakket mye matematikk, og slik jeg i første omgang tolket det transkriberte materialet. Dette var en frustrerende situasjon, med tanke på at jeg skulle basere hele masteroppgaven på disse

Kapittel 4 Analyse

observasjonene og samtalene. Hvorfor var det ikke sammenheng mellom min oppfatning underveis i prosjektet og ”realiteten” i transkripsjonen?

Jeg skal prøve å gi en mulig forklaring til dette. Hvilke forventninger hadde jeg til snøskulpturprosjektet? Snøskulpturprosjektet var et tverrfaglig prosjekt mellom design og håndverk og matematikk. Likevel var prosjektet sterkt påvirket av arbeidsmetoder og teknikker fra design og håndverk. Matematikklærerne hadde vært med og påvirket oppgaveformuleringen, i tillegg til at elevene hadde en matematikkinnlevering tilknyttet prosjektet. Matematikklærernes rolle bestod i å være tilstede og veilede elevene, i tillegg til at de var med som medforskere. Siden prosjektet var sterkt påvirket av design og håndverk, var jeg svært positiv da jeg observerte at elevene brukte matematikk i designprosessen. Jeg var ukritisk til hvordan denne matematikken kom til syne og var mer interessert i at den faktisk var tilstedeværende.

Et eksempel er på spørsmål fra forsker om hva Berit tenkte angående geometriske former. Svaret fra Berit var ”(...) så jeg må jo ha rundinger, firkanter og trekkanter” (transkripsjon 6). Dette svaret ble tolket positivt og at eleven hadde en klar formening om hva geometriske former er. Dette til tross for elevens bruk av ord for å beskrive tredimensjonale former. I analysene har jeg trukket fram noen sentrale matematikkemner. For eksempel var Berits sekskant helt sentral i hennes arbeid. I kapittel 4.6.1 har jeg analysert hvordan Berit argumenterer for hvor stor vinklene i sekskanten er. I dette kapittelet trekker jeg fram at i første omgang virket argumentene formelle og holdbare, men når man går nøyere til verks kan argumentene ses på som uformelle.

Hva var førsteinntrykket av transkripsjonen? Forventningene når jeg startet arbeidet med å transkribere samtalene og intervjuet var skyhøye. Jeg så for meg at samtalene med Berit ville være svært klargjørende i forhold til matematikk i prosjektet. Min første tolkning av transkripsjonen var at matematikken var nesten fraværende. Jeg savnet de presise formuleringene og den tydelige matematikken som jeg trodde var å finne i transkripsjonen. Berit framsto ikke lenger som tydelig og klar i sine matematikkuttalelser. Transkripsjonen virket svært overfladisk. Jeg hadde ikke stilt de rette spørsmålene til rett tid. Med tanke på at Berit har brukt mye matematikk i sitt arbeid, savner jeg at jeg ikke gikk i dybden på dette stoffet. Jeg burde ha stilt flere *hvorfor* og *hvordan* i samtalene med Berit. Følgelig har ikke Berit selv fått forklare og begrunne hvorfor hun har gjort som hun har gjort. Dette ser jeg på som en stor mangel i samtalene. Ved ett tilfelle har jeg svart på mitt eget spørsmål. Noen

Kapittel 4 Analyse

ganger har jeg vært for høflig overfor eleven. For eksempel stilte jeg spørsmålet hva det er som gjør at en idé er mer gjennomførbar enn andre. På dette svarte Berit ”vet ikke”, til tross for at hun forut for spørsmålet hadde konkludert at skulpturen i den bearbejdede skissen faktisk lot seg lage. I dette tilfellet burde jeg ha fulgt opp spørsmålet.

Hva var realiteten i transkripsjonen? Når jeg startet analysearbeidet var det med utgangspunkt i at jeg skulle se hvordan elevenes representasjonskompetanse kom til uttrykk i arbeidet med de ulike fasene i designprosessen. På den ene siden pekte de ulike fasene i designprosessen seg ut som forskjellige representasjoner av snøskulpturen. Når jeg så gikk dypere inn i materialet, pekte også sekskanten seg ut som spesielt interessant. I analysene har jeg pekt på hvordan denne sekskanten representeres gjennom de ulike fasene i designprosessen. I forhold til formell og uformell matematikk er diskusjonen mellom matematikklærer og Berit i kapittel 4.6.1 interessant. I dette kapitlet trekkes fram ulike tolkninger av denne diskusjonen. En tolkning var her at læreren ønsker å få Berit til å komme med et formelt argument angående vinkelen i sekskanten, mens eleven bruker uformelle argumenter.

Hvordan fungerte intervjuguiden? Intervjuet var en viktig del av hovedprosjektet (Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring). Til dette intervjuet ble det utviklet en intervjuguide. Intervjuguiden ble utviklet av meg, medforsker og matematikklærere. Denne guiden inneholdt over 20 spørsmål om snøskulpturprosjektet, fra begynnelse til slutt. Til tross for at vi på dette tidspunktet hadde bestemt oss for at representasjon var et hovedfokus, kommer ikke dette tydelig fram i intervjuguiden. Det var mange hensyn som ble tatt når intervjuguiden ble laget. Dette førte til at det var stort sprik i temaene og spørsmålene. Jeg sitter igjen med en følelse av at også intervjuet, hvor vi virkelig hadde muligheten til å gå i dybden på enkelte temaer, framstår som svært overfladisk. Hvorfor ble det slik? I etterkant ser jeg behovet for at samtalene med Berit hadde vært transkribert før intervjuet ble gjennomført. Da kunne jeg kanskje ha bestemt meg for at jeg vil analysere hvordan sekskanten blir representert i prosjektet. Deretter kunne jeg ha laget en intervjuguide som i mye sterkere grad holdt fokus på sekskanten og representasjon.

Læreplanen for matematikk på Vg1 ble endret 1. august 2010. I den nye planen ble målestokk tatt inn som et kompetansemål. I snøskulpturprosjektet observerte jeg at elevene brukte målestokk da de lagde arbeidstegning og oasismodell. Målestokk ble brukt i beregninger på arbeidstegningen, mens i arbeidet med å lage modell og snøskulptur ble målestokk brukt i praktisk arbeid. Målestokk var også et emne i læreboken i matematikk (Bue, et al., 2009), selv

Kapittel 4 Analyse

om at målestokk ikke var et kompetansemål i følge den forrige læreplanen. Det kan dermed virke som om målestokk er et sentralt emne i matematikk og det virker fornuftig at dette emnet har kommet med i den nye planen. Et emne som ble tatt ut, og følgelig ikke med i den nye planen er ”lage og gjenkjenne mønstre av like eller ulike former som kan fylle hele planet” (KD, 2006). Egenskaper til mangekanter har vært et helt sentralt punkt i mine observasjoner. Det kan derfor være uheldig at mangekanter ikke lenger er et kompetansemål. Likevel bemerkes det at ”løse praktiske problem med vinkler” (KD, 2010b) har blitt et eget mål.

4.11 Oppsummering av analysene

I undersøkelsen har jeg analysert hvordan Berits representasjonskompetanse kommer til uttrykk i arbeidet med de ulike fasene i designprosessen i snøskulpturprosjektet. Analysene er knyttet til de ulike fasene i designprosessen; idéskisser, bearbeidet skisse, plastelinamodell, arbeidstegning, oasismodell og snøskulptur. På den ene siden har jeg analysert Berits ulike representasjoner av de forskjellige fasene i designprosessen. På den andre siden har jeg analysert Berits ulike representasjoner av sekskanten gjennom de forskjellige fasene i designprosessen.

Berit har mange idéer om hvordan hennes snøskulptur skal bli seende ut. Idéene blir konkretisert ved at hun lager flere idéskisser. Idéskissene var representasjoner av snøskulpturen. Deretter lagde Berit en bearbeidet idéskisse som hadde flere detaljer. Med flere detaljer mener jeg at Berit har brukt linjal for å trekke rette linjer der skulpturen skal ha rette kanter. Kula på toppen har blitt tegnet med bruk av passer. Den bearbeidede skissen har også fått fram at det er til sammen tre trapper rundt sokkelen. I den bearbeidede skissen har Berit skyggelagt deler av skissen. Dette gjør at formene på skulpturen kommer bedre fram. Den bearbeidede skissen er en annen representasjon av snøskulpturen. Berit lagde så en plastelinamodell, som er den tredje representasjonen av snøskulpturen. Deretter lagde hun arbeidstegningen, som er den fjerde representasjonen av snøskulpturen. Siste fase i designprosessen var oasismodellen, som er den femte representasjonen av snøskulpturen. Designprosessen fra idéskisser til oasismodell var individuell, det vil si Berit har selv stått for konstruksjonen av disse representasjonene. Hun har med sine tegninger og modeller fått fram egenskapene til de forskjellige representasjonene. På den ene siden har vi egenskapene til de forskjellige representasjonene i designprosessen. Det er kjennetegnene på de ulike representasjonene som definerer hvilken fase i designprosessen de tilhører. For eksempel, kjennetegnene til arbeidstegningen er at den er konstruert med bruk av passer og linjal, den er

Kapittel 4 Analyse

målsatt og den viser modellen sett fra forskjellige synsvinkler. På den andre siden har vi egenskapene til de forskjellige sekskantene. En egenskap til sekskanten er for det første at den har sekskanter. Det er ikke noe krav om at sidene må være like lange eller at vinklene skal være like store. Vinkelsummen vil uansett være 720° . For en regulær sekskant derimot må alle sidene være like lange og alle vinklene like store. Da vil vinklene bli 120° .

Å ha representasjonsevne er ifølge Lithner et al. (2010) å ha evnen til å håndtere representasjoner. Jeg har i analysene sett på hvordan Berits representasjoner har kommet til uttrykk gjennom de forskjellige fasene i snøskulpturprosjektet. Når det gjelder representasjonene av de forskjellige fasene, kan det tolkes som om Berit i stor grad har forstått representasjonene, vist at hun kan gjøre og bruke representasjonene, samt kan bedømme representasjonene. Det at Berit forstår, kan gjøre og bruke og bedømme representasjoner er ut fra underkategoriene til Lithner et al. (ibid.). Når det gjelder representasjonene av sekskanten, kan det tolkes som om Berit i middels grad har forstått representasjonene, vist at hun kan gjøre og bruke representasjonene, samt kan bedømme representasjonene (ibid.). Egenskapene til sekskantene kommer tydeligere fram i det skriftlige materialet, enn når Berit skal uttrykke seg muntlig. Dette kan igjen kobles til bruken av formelle og uformelle argumenter.

I tillegg til å beherske selve representasjonene, må Berit kunne traktere overgangen mellom de forskjellige representasjonene. Jeg velger å trekke fram overgangen fra plastelinamodell til arbeidstegning. Dette tilsvarer en overgang fra en tredimensjonal representasjon til en todimensjonal representasjon. Dette fører til at Berit må kunne se for seg hvordan plastelinamodellen vil bli seende ut fra forskjellige synsvinkler på en flatetegning. I følge elevens lærebok i design og håndverk (Løvstad & Strømme, 2007) skal arbeidstegningen være uten perspektiv. Matematisk involverer en overgang fra tre til to dimensjoner at en romlig figur projiseres ned i xy -planet, xz -planet og yz -planet. Prosjeksjoner kan være både teknisk og begrepsmessig vanskelig. Prosjeksjoner er ikke et kompetansemål Vg1P. Likevel skal elevene på dette trinnet kunne framstille arbeidstegninger og kart (KD, 2006). Det at elevene likevel kan lage ei arbeidstegning kan vise at elevene har en intuitiv forståelse for hvordan de skal kunne utføre en slik projeksjon. Det å mestre disse overgangene mellom representasjoner kaller Lithner et al. (2010) for å koble.

5 Diskusjon

Resultatene fra PISA 2006 (Kjærnsli, 2007) viser at norske elever skårer spesielt svakt i emnet Rom og form. Norske elever gjør det best med oppgaver som kan knyttes mot reproduksjon, definisjoner og beregninger. Dette tilsvarer PISA's kompetanse 1. Oppgaver knyttet mot kompetanseklasse 2 og 3 (problemløsning og generalisering) presterer norske elever relativt dårlig. Oppgaver hvor det kreves flere steg i en løsningsprosess, for eksempel geometriske transformasjoner, presterer norske elever spesielt dårlig (ibid.). Resultatet fra TIMSS 2007 viser at norske elever skårer under gjennomsnittet på emnene tall, algebra og geometri (Grønmo & Onstad, 2009). Resultatene fra TIMSS 2007 avviker noe fra PISA 2006 ved at norske elever skårer bedre i geometri enn i algebra i TIMSS. Disse to undersøkelsene kan gi et visst inntrykk av hvilken kompetanse elever i videregående skole innehar. Selv om at det ikke konkret sier noe om elevene som deltok i snøskulpturprosjektet, kan det gi en viss forventning om nivået i videregående skole.

Det å arbeide med de forskjellige fasene i designprosessen, betyr at Berit arbeider med forskjellige representasjoner av en snøskulptur. De forskjellige representasjonene opptrer i to og tre dimensjoner. For å tegne idéskissene har Berit tatt utgangspunkt i en tenkt snøskulptur. Hun har gått fra en tredimensjonal tenkt skulptur til å lage en todimensjonal representasjon av skulpturen. Overgangen fra idéskissen til bearbeidet skisse er mellom to todimensjonale representasjoner. Fra den bearbeidede skissen valgte Berit å lage en plastelinamodell. Det vil si at hun har gått fra en todimensjonal representasjon til en tredimensjonal representasjon av snøskulpturen. Fra plastelinamodellen til arbeidstegningen har Berit gått fra tredimensjonal til todimensjonal representasjon. Fra arbeidstegning til oasismodell har Berit gått fra todimensjonal til tredimensjonal representasjon. Dette viser at arbeid med en designprosess i design og håndverk involverer analyse av egenskaper til og modellering av to- og tredimensjonale figurer. Å analysere egenskaper ved to- og tredimensjonale figurer er et kompetansemål i geometri etter 7. årstrinn (KD, 2006). To- og tredimensjonale figurer er ikke et kompetansemål i Vg1P. Overgangen mellom to- og tredimensjonale representasjoner av snøskulpturen er ikke triviell. I følge Hanson (1958, i Fyhn, 2007) er figurer, bilder, refleksjoner og avbildninger kopier av originalen, men med forskjellig grad av nøyaktighet. Det er snøskulpturen som er originalen, til tross for at denne ikke eksisterer annet enn som en tenkt skulptur. Skissene, arbeidstegning og modeller vil være kopier av originalen.

Kapittel 5 Diskusjon

Jeg har analysert Berits ulike representasjoner av sekskanten gjennom de forskjellige fasene i designprosessen. I den ene idéskissen og den bearbejdede skissen hadde hun tegnet en sekskant. Her var sekskanten tegnet i perspektiv. Fra den bearbejdede skissen gikk hun til å lage en sekskant i plastelina. Plastelinamodellen var det mulig å studere fra forskjellige sider, også ovenfra. Deretter tegnet hun sekskanten i arbeidstegningen. I arbeidstegningen kom formen til sekskanten godt fram i opprisset, det vil si figuren sett ovenfra. Da Berit skulle lage oasismodellen valgte hun å konstruere en regulær sekskant, før hun overførte denne til oasismodellen. Det å lage en sekskant kan være så enkelt som å lage en mangekant med til sammen seks kanter. I småskolen skal elevene kunne se forskjell på en femkant og en sekskant ved å telle kanter (KD, 2006). Det å kunne gjenkjenne et matematisk objekt, så som en sekskant, kategoriseres i den laveste kompetanseklassen i PISA (Kjærnsli, 2007). Sett i forhold til TIMSS's (Grønmo & Onstad, 2009) kompetansenivåer tilsvarer middels nivå at elevene forstår grunnleggende egenskaper til trekant. Grunnleggende egenskaper ved en regulær sekskant er at det er en sekskant hvor alle sidene er like lange og alle vinklene er like store. Det å kunne gjenkjenne en sekskant tilsvarer at man vet at en sekskant har seks kanter. Dette kan ses på som en egenskap til en sekskant. Følgelig ligger det å gjenkjenne en sekskant på et middels kompetansenivå i TIMSS. Sett i forhold til van Hieles nivåer av geometriforståelse, vil det å gjenkjenne en sekskant kategoriseres som nivå 1. På nivå 1 vil en elev kunne gjenkjenne en sekskant ut fra formen på sekskanten. Dersom elevene i stedet hadde fokusert på egenskapene til sekskanten, hadde elevene analysert figuren og ville vært på nivå 2 (Smestad, 2008).

Det er stor forskjell på å kunne kjenne igjen to figurer som kongruente eller formlike, og det å kunne tegne en figur som er kongruent eller formlik med en annen (Freudenthal, 1983). I Berits tilfelle har hun laget tegningene på egen hånd. Det er uvisst om utgangspunktet for Berits sekskant var en figur eller bilde av en sekskant, eller en idé av en sekskant. Uansett, har hun ikke bare gjenkjent formen sekskant, men har laget den selv. Dette kan tolkes som at Berit er i kompetanseklasse 2 i følge PISA (Kjærnsli, 2007).

På opprisset i arbeidstegningen hadde Berit tegnet en sekskant. Denne sekskanten hadde tilnærmet like lange sider og tilnærmet like store vinkler. I arbeidet med å lage en oasismodell valgte Berit å konstruere en regulær sekskant. Etter 10. årstrinn skal elevene kunne utføre geometriske konstruksjoner med passer og linjal (KD, 2006). Det vil si at etter ungdomstrinnet skal elevene kunne konstruere normaler, sekstigraders vinkler og halveringer av disse. Det finnes en rekke måter å konstruere en regulær sekskant. Det kan for eksempel

Kapittel 5 Diskusjon

gjøres ved å ta utgangspunkt i en sirkel og bruke gjentatt konstruksjon av sekstigraders vinkler. På den andre siden er det mulig å konstruere en sekskant uten å ha et bevisst forhold til bruk av vinkler. For eksempel kan det gjøres ved å slå en sirkel med en passer og bevare avstanden i passeren. Deretter brukes denne avstanden til å dele sirkelen inn i seks like store deler. Det er følgelig ikke behov for å kjenne til vinkler og vinkelsummen i en regulær sekskant for å kunne konstruere en regulær sekskant.

I kapittel 4.6.1 har jeg trukket fram en samtale mellom matematikklærer og Berit angående vinkler og vinkelsum i en regulær sekskant. I småskolen skal elevene kunne anslå og måle vinkler (KD, 2006). Samtalen mellom lærer og elev dreier seg om det å bruke geometri for å kunne beregne vinklene og videre kunne finne vinkelsummen i den regulære sekskanten. I kompetansemålene for Vg1P står det at elevene skal kunne lage og gjenkjenne mønstre av like eller ulike former som kan fylle hele planet (KD, 2006). Elevenes lærebok i matematikk har valgt å ta med mangekanter og beregning av vinkler og vinkelsum i regulære mangekanter som et eget tema. Samtalen mellom lærer og Berit viser at i denne fasen av designprosessen arbeidet Berit med et relevant kompetansemål i geometri for Vg1P. Sett i sammenheng med TIMSS (Grønmo & Onstad, 2009) kompetanseklasser kan samtalen mellom lærer og Berit tolkes som at Berit ligger på et høyt kompetansenivå. Beskrivelsen av høyt kompetansenivå er at elevene skal kunne anvende sine kunnskaper om geometriske egenskaper til å løse oppgaver om vinkler.

Av den matematikken som Berit arbeidet med i prosjektet har jeg ovenfor trukket fram to- og tredimensjonale figurer og sekskanter. I samtalene med Berit og observasjonene av henne hadde jeg hele tiden en følelse av at hun brukte mye matematikk i sitt arbeid med de forskjellige fasene i snøskulpturprosjektet. Etter analyse av observasjonene og det transkriberte materialet har denne følelsen blitt noe nyansert. I observasjonene og transkripsjonen har jeg lett etter elevens uttrykk for en formell matematikk. Siden elevens matematiske uttrykk ofte var mer uformell, stod ikke dette i samsvar med hva jeg trodde jeg skulle finne. Jeg vil forsøke å diskutere dette misforholdet mellom forventet og erfart uttrykk for matematikk.

I tillegg til matematikkemnene jeg har nevnt ovenfor, viste observasjonene av Berit at hun har arbeidet med følgende emner i snøskulpturprosjektet: stilt opp og forklart beregninger, analysert egenskaper ved to- og tredimensjonale figurer, lagd tredimensjonale modeller, målt størrelser for lengde, brukt målestokk og lagd arbeidstegninger. Disse emnene har komme til

Kapittel 5 Diskusjon

uttrykt i form av en formell matematikk. Alle disse emnene er inkludert i kompetansemålene etter 7. årstrinn (KD, 2006). Selv om elevene i følge kompetansemålene i matematikk i Vg1P skal arbeide med praktiske problemer knyttet til lengde og lage arbeidstegninger (KD, 2006), ser vi at elevene i stor grad har arbeidet med kompetansemål fra mellomtrinnet.

Hva viste transkripsjonen av formell matematikk? Det generelle inntrykket av transkripsjonen er at Berit i stor grad har brukt en uformell uttrykksform når det gjelder matematikk. For eksempel kan nevnes hennes bruk av termer i geometri. På spørsmål fra meg om hva Berit tenkte angående geometriske former på skulpturen, svarte Berit at "(...) så jeg må jo ha rundinger, firkanter og trekanten" (transkripsjon 6). Et annet eksempel er sekskanten. I arbeidet med oasismodellen konstruerte Berit en regulær sekskant. Likevel brukte hun aldri ordet regulær, selv om denne sekskanten skilte seg ut fra de andre på måten den var laget på. Bruken av termer i design og håndverk og matematikk er interessant. Jeg observerte at Berit brukte ordet "runding". I den gitte situasjonen kan det virke som om innholdet i dette ble tolket og forstått av både medelever og lærere. Å bruke ordet "runding" kan dermed være hensiktsmessig i design og håndverk. I matematikk er ikke ordet "runding" hensiktsmessig fordi det ikke er presist nok. Vi vet for eksempel ikke om det snakkes om sirkel, ellipse, kule eller ellipsoide. For å kunne uttrykke forskjell på to- og tredimensjonale figurer i matematikk er vi avhengig av at det brukes egenskaper til figurene.

Hvorfor skal man drive tverrfaglig arbeid i design og håndverk og matematikk? Det er en kjensgjerning at matematikkens rolle i tverrfaglige prosjekter i skolen ofte har vært i form av at elevene har laget en tabell eller et diagram. Teknologi og design var et emne som kom med Kunnskapsløftet og skulle integreres i naturfag og kunst og håndverk. Matematikk skulle være et verktøyfag i teknologi og design. Kirfel (2006) trekker fram at praktisk arbeid i teknologi og design kan gi elevene økt motivasjon. Dette kan være et viktig poeng for å engasjere skoleungdommen. Å gjennomføre et tverrfaglig prosjekt i design og håndverk og matematikk skulle i utgangspunktet være perfekt. Her var det muligheter for å knytte matematikk til en praktisk aktivitet. Videre var det muligheter for at elevene skulle oppleve mestring i matematikkfaget da elever i design og håndverk er flinke til å lage modeller og skulpturer. Å oppleve mestring kan igjen føre til økt motivasjon. Kirfel (ibid.) er likevel bekymret når matematikk må avgi timer til teknologi og design. Dette fordi praktiske aktiviteter, som for eksempel en designprosess, tar for stor del av oppmerksomheten og at nødvendige refleksjoner rundt matematikklæringen blir fraværende. I snøskulpturprosjektet var det designprosessen som var arbeidsmetoden og drivkraften i prosjektet. Elevenes mål var å

Kapittel 5 Diskusjon

designe et produkt – en snøskulptur. Det er designprosessen i seg selv som gir rom for læring hos elevene. Som lærer ser jeg at en designprosess inneholder en rekke elementer av matematikk. Men som jeg har pekt på ovenfor, kan mange av disse matematikkemnene relateres til kompetansemål på mellomtrinnet. Uavhengig av om snøskulpturprosjektet er et tverrfaglig prosjekt i design og håndverk og matematikk, eller ikke, ville elevene likevel ha støtt på mange av disse matematikkemnene i prosjektet. I analysene kan det virke som om at matematikk kun et verktøyfag for elevene. De bruker matematikk for å kunne måle, konstruere og gjøre beregninger og er i liten grad bevisste på hvilke matematikkemner som er relevante i prosjektet.

”Praktiske elevaktive arbeidsmåter forutsetter refleksjon over faginnhold for at aktiviteten skal kunne resultere i læring i faget” (Kolstø, 2006, s. 14). Det er ikke nok å gjennomføre elevaktive arbeidsmåter for å oppnå læring i matematikk. Det kreves i tillegg refleksjoner rundt den matematikken elevene har arbeidet med. Dette samsvarer med mine funn om at elevene i snøskulpturprosjektet er i liten grad bevisste i forhold til den matematikken de har brukt. Det engasjementet som praktisk problemløsning kan skape, må ”kanaliseres over i en refleksjon over hvordan en kan forklare det en observerer av problemer og muligheter” (ibid., s. 14). Det ble ikke satt av egne timer for å reflektere over den matematikken som elevene møtte underveis i snøskulpturprosjektet. Underveis i prosjektet var matematikklærerne til stede i klasserommet i matematikktimene på timeplanen. Matematikklærerne veiledet elevene. Med tanke på at lærerne også var der som forskere ga det lite tid til å la elevene reflektere over matematikken de møtte underveis i prosjektet. I etterkant av prosjektet skulle elevene levere en skriftlig rapport. I denne rapporten trakk elevene fram den matematikken de hadde arbeidet med i prosjektet. Freudenthal (1973) anbefaler at matematikk er sentreringsfag i ethvert tverrfaglig opplegg hvor matematikk inngår. På den måten blir ikke matematikkfaget kun brukt som et verktøyfag i andre fag. I stedet må de andre fagene strekke seg for å finne relevante emner hvor matematikk inngår.

I planleggingen av snøskulpturprosjektet deltok jeg og medforsker sammen med matematikklærerne og lærerne i design og håndverk. Det resulterte i at skulpturene skulle ha geometriske former. En slik tanke om å sette krav til produktet, støttes av Kolstø (2006). Han sier at på denne måten kan matematikklærerne forutsi hvilke temaer elevene vil møte og på den måten må bruke matematikk som et redskapsfag.

6 Avslutning og konklusjon

6.1 Oppsummering

Jeg vil i dette kapitlet forsøke å oppsummere det jeg har gjort av funn i snøskulpturprosjektet.

I analysene har jeg sett på hvordan Berits representasjonskompetanse kommer til uttrykk gjennom de ulike fasene i designprosessen i snøskulpturprosjektet. De ulike fasene i designprosessen kan ses på som forskjellige representasjoner av snøskulpturen. På den ene siden har jeg analysert Berits ulike representasjoner av de forskjellige fasene i designprosessen. På den andre siden har jeg analysert Berits ulike representasjoner av sekskanten gjennom de forskjellige fasene i designprosessen.

Det at Berit har laget disse representasjonene selv, og kan tolke disse, kan være et uttrykk for at hun forstår de forskjellige representasjonene. Alle fasene i designprosessen er med på å organisere og dokumentere prosessen. De forskjellige fasene er også med på å tolke forskjellige matematiske fenomen, samt kommunisere matematiske ideer. Dette kan være et uttrykk for at Berit kan gjøre og bruke representasjoner. Gjennom hele prosessen har Berit evaluert sine egne representasjoner. Disse evalueringene har ført henne fram til den endelige oasismodellen. Dette kan være et uttrykk for at Berit kan bedømme en representasjon.

I designprosessen må elevene arbeide med overganger mellom to- og tredimensjonale representasjoner av figurer. For å beherske disse overgangene må elevene kunne analysere egenskaper til to- og tredimensjonale figurer, samt hvordan disse egenskapene kan relateres til hverandre. For eksempel betyr dette at elevene må kunne uttrykke forskjellen på ei kule og en sirkel ut fra egenskapene til disse.

Snøskulpturprosjektet var et tverrfaglig prosjekt i design og håndverk og matematikk. Studien tyder på at elevene har stor grad av representasjonskompetanse i arbeidet med selve designprosessen – designet av snøskulpturen. Til tross for at prosjektet var tverrfaglig kan analysene tyde på at Berit arbeider lite med matematikk som kan relateres direkte til kompetansemål i Vg1P. Derimot arbeider elevene med en rekke matematikkemner som kan knyttes til kompetansemål på mellomtrinnet og ungdomstrinnet. Analysene kan tyde på at elevene har mindre grad av representasjonskompetanse i å eksplisitt forklare det matematiske innholdet i arbeidet med skulpturene.

6.2 Veggen videre

Ut fra de analysene jeg har gjennomført og diskusjonen av de funnene ønsker jeg å se på snøskulpturprosjektet som et pilotprosjekt. Med dette som utgangspunkt, vil jeg her trekke fram hva jeg ville gjort annerledes i matematikkdelen av prosjektet dersom jeg fikk gjøre det hele en gang til.

I starten av snøskulpturprosjektet hadde jeg et bredt fokus på observasjonene. Jeg observerte hvordan elevene benyttet matematikk i designprosessen. Fokuset på representasjonskompetanse ble ikke gjort før elevene gikk i gang med siste fase, det vil si å lage snøskulpturer. Dersom jeg fikk gjøre det hele en gang til, ville jeg ha bestemt meg for å observere elevenes representasjonskompetanse allerede før snøskulpturprosjektet startet. Da kunne jeg ha vært forberedt på forskjellige måter denne kompetansen kunne komme til uttrykk gjennom de forskjellige fasene i designprosessen. Ved å være forberedt på dette kunne jeg ha vært mer årvåken underveis i observasjonene og gått inn i situasjoner der hvor spesielt interessante ting oppstod. Samtalene med Berit var styrt av hva hun arbeidet med i øyeblikket. Dersom fokuset hadde vært representasjonskompetanse, kunne jeg ha styrt samtalene mer inn mot denne kompetansen. Jeg kunne for eksempel hatt en form for intervjuguide for å minne meg selv på at jeg måtte stille spørsmålene *hvordan* og *hvorfor*. Samtalene hadde da vært mer i form av semistrukturerte intervju. Slike intervju kunne muligens ha gitt mer detaljert og nyansert data om den matematikken Berit arbeidet med og hennes arbeid med representasjonskompetanse.

Snøskulpturprosjektet var et tverrfaglig prosjekt i design og håndverk og matematikk. Alle matematikktimene i prosjektperioden ble brukt til generelt arbeid med prosjektet. Dersom jeg skulle gjennomføre et slikt prosjekt en gang til, ville jeg ha benyttet matematikktimene på en annen måte enn de ble i dette prosjektet. ”Gjennom å stille krav til produktet kan læreren tilrettelegge for at visse faglige problemer med sannsynlighet vil dukke opp” (Kolstø, 2006, s. 14). Ved å stille større krav til produktet, ut over at snøskulpturen skal bestå av geometriske former, kunne jeg økt sjansene for at elevene arbeidet med relevante kompetansemål. I tillegg trekker Kolstø (ibid.) fram at elevene må få tid til å reflektere over den matematikken som elevene møter i prosjektet. Hvordan skal dette gjøres? For det første må matematikklærerne være tilstede i klasserommet hvor design og håndverksarbeidet foregår. Dette for å kunne matematisere arbeidet med snøskulpturene. Deretter må elevene få tid og rom til å kunne reflektere over den matematikken som de møter i prosjektet. Tid og rom betyr her at noen av matematikktimene i prosjektperioden holdes utenom prosjektet. Noen av disse timene kan

Kapittel 6 Avslutning og konklusjon

brukes på at matematikklærer guider elevene til selv å matematisere arbeidet med snøskulpturene. Dette kan for eksempel gjøres muntlig i klasserommet hvor elevene har tilgang til skisser og modeller i snøskulpturprosjektet. Denne refleksjonen over matematikken i prosjektet kan så være et utgangspunkt for å la elevene fordype seg i enkelte faglige emner. Regulære mangekanter, vinkler og vinkelsummer kunne være et eksempel på et slikt faglig tema.

Å gjennomføre slike matematikktimer underveis i prosjektet kan være krevende for matematikklæreren. Dette fordi læreren har liten tid til å forberede undervisning rundt disse faglige emnene. Ved å stille krav til produktet (Kolstø, 2006) kan læreren likevel være forberedt på hvilke faglige emner som vil være mer relevant enn andre.

I følge Freudenthal (1973) bør matematikk være sentreringsfag i ethvert tverrfaglig prosjekt hvor matematikk inngår. Ved å la matematikken være fokuset i prosjektet, kunne elevene i større grad ha arbeidet med relevante kompetansemål i matematikk for Vg1P. Elevene kunne arbeidet med arbeidsmåter og teknikker i design og håndverk for å nå disse kompetansemålene i matematikk.

Intervjuguiden ble laget i etterkant av snøskulpturprosjektet. Dette var et samarbeid mellom meg, medforsker og matematikklærerne. Det var mange hensyn som ble tatt under utarbeidelsen av intervjuguiden. Dersom jeg skulle gjort intervjuet en gang til, ville jeg først transkribert alle samtalene med Berit underveis i snøskulpturprosjektet. Deretter ville jeg bestemt meg for ett eller noen få tema som jeg ville fokusere på, for eksempel sekskanten. Da kunne jeg brukt samtalene som utgangspunkt for å lage en ny intervjuguide. Denne intervjuguiden ville da bli mer spisset og gi bedre data for analysearbeidet.

6.3 Konklusjon

Konklusjonen i dette prosjektet er at et tverrfaglig arbeid i design og håndverk og matematikk, slik det ble gjennomført, er både positivt og negativt. Det positive er at elevene arbeider med en god del matematikk i et slikt prosjekt. Denne matematikken uttrykker elevene både muntlig og skriftlig. Elevene får sett hvordan matematikk naturlig inngår i faget design og håndverk. Å arbeide med matematikk tverrfaglig med design og håndverk kan også være med å øke motivasjonen for matematikkfaget. Et slikt prosjekt gir elevene en mulighet for å arbeide med representasjoner.

Kapittel 6 Avslutning og konklusjon

Det negative med prosjektet slik det ble gjennomført er at elevene i liten grad arbeider med kompetansemål i matematikk for Vg1P. Den matematikken som elevene møtte i prosjektet var i stor grad knyttet til kompetansemål på mellomtrinnet og ungdomstrinnet. Den matematikken som elevene arbeidet med kan i stor grad relateres til middels kompetansenivå i TIMSS (Grønmo & Onstad, 2009). Kun i enkelte tilfeller og i diskusjoner med lærer var elevene på høyt kompetansenivå. Det som er positivt, og som jeg har belyst i diskusjonen, er at et snøskulpturprosjekt kan med noen justeringer være et flott tverrfaglig prosjekt hvor kompetansemålene i matematikk i Vg1P står i fokus.

Litteratur

- Alver, B. G., & Øyen, Ø. (1997). *Forskningsetikk i forskerhverdag: vurderinger og praksis*. [Oslo]: Tano Aschehoug.
- Andersen, S. S. (1997). *Case-studier og generalisering: forskningsstrategi og design*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Brekke, G. (1995). *Introduksjon til dignostisk undervisning i matematikk*. Oslo: Nasjonalt læremiddelsenter.
- Bue, O., Pedersen, P. I., Stengrundet, S., Heir, O., Engeseth, J., & Moe, H. (2009). *Tall i arbeid MK/DH: medier og kommunikasjon/design og håndverk*. [Oslo]: Aschehoug.
- Fontana, A., & Frey, J. H. (2000). The Interview: From Structured Questions to Negotiated Text. I N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (red.), *Handbook of Qualitative Research, second edition*. Thousand Oaks, Calif.: Sage.
- Foucault, M. (2002). *Archaeology of knowledge*. London: Routledge.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: D. Reidel.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Boston: Kluwer Academic.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Dordrecht: Kluwer.
- Fyhn, A. B. (2007). *Angles as tool for grasping space: teaching of angles based on students' experiences with physical activities and body movement*. Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, University of Tromsø, Tromsø.
- Grønmo, L. S., & Onstad, T. (2009). *Tegn til bedring: norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007*. [Oslo]: Unipub.
- Grønmo, S. (1996). Forholdet mellom kvalitative og kvantitative tilnærminger i samfunnsforskningen *Kvalitative metoder i samfunnsforskning* (s. S. 73-108). Oslo: Universitetsforl.
- KD (2006). *Læreplanverket for kunnskapsløftet. Midlertidig utgave juni 2006*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- KD (2010a, 30. august 2006). Læreplan i felles programfag i vg1 design og håndverk Lastet ned 17. januar, kl. 09.37, 2010, fra <http://www.udir.no/grep/Lareplan/?laereplanid=161102&visning=5>

Litteratur

- KD (2010b). Læreplan i matematikk fellesfag Lastet ned 17. januar, kl. 09.42, 2010, fra <http://www.udir.no/grep/Lareplan/?laereplanid=1101832&visning=5&sortering=2&msid=1101844>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Kirfel, C. (2006). Teknologi og design, en mulighet eller en felle for matematikkfaget? *Tangenten*, 4.
- Kjærnsli, M. (2007). *Tid for tunge løft: norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*. Oslo: Universitetsforl.
- Kleven, T. A. (2002). *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: en hjelp til kritisk tolking og vurdering*. [Oslo]: Unipub.
- Kolstø, S. D. (2006). Læring av matematikk gjennom prosjekter i teknologi og design. *Tangenten*, 4.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju* (T. M. Anderssen & J. Rygge, Overs.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Lakoff, G., & Núñez, R. (2000). *Where mathematics comes from: how the embodied mind brings mathematics into being*. New York: Basic Books.
- Lithner, J. (2006). A framework for analysing creative and imitative mathematical reasoning Lastet ned 20. desember, 2010, fra <http://snovit.math.umu.se/forskning/Didaktik/Rapportserien/060705B4D2.pdf>
- Lithner, J., Bergqvist, E., Bergqvist, T., Boesen, J., Palm, T., & Palmberg, B. (2010). Mathematical competencies: a Research Framework. I Bergsten, Jablonka & Wedege (red.), *Mathematics and mathematics education: Cultural and social dimensions. Proceedings of MADIF 7, the seventh Mathematics Education Research Seminar, Stockholm, January 26-27, 2010*. (s. 157-167). Linköping, Sweden: SMDF.
- Løvstad, Å., & Strømme, L. M. (2007). *Design og handverk: grunnbok vg 1*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- NESH (2010, 28. mai 2010). Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) - Forskningsetiske komiteer Lastet ned 22. november, 2010, fra <http://www.etikkom.no/no/Vart-arbeid/Hvem-er-vi/>
- Niss, M. (2003). Mathematical Competencies and the Learning of Mathematics: The Danish KOM Projekt: Third Mediterranean Conference on Mathematics Education.

Litteratur

- Niss, M., & Højgaard Jensen, T. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark* (vol. nr 18 - 2002). København: Undervisningsministeriet.
- NSD (2010, 23. november 2010, kl. 09:10). Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD) Lastet ned 23. november, kl. 09:15, 2010, fra <http://www.nsd.uib.no/nsd/omnsd.html>
- Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kausstudier*. Oslo: Universitetsforl.
- Ryen, A. (2002). *Det kvalitative intervjuet: fra vitenskapsteori til feltarbeid*. Bergen: Fagbokforl.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, Fla.: Academic Press.
- Smestad, B. (2008). Geometriaktiviteter i lys av van Hiele's teorier. *Tangenten, 1*.
- SNL (2011, 18. januar 2011). Isometri Lastet ned 18. januar, 2011, fra <http://www.snl.no/isometri>
- Udir (2010a, 5. juni, 2009, kl. 14.36). skolenettet.no/Kompetanser og grunnleggende ferdigheter Lastet ned 11. november, kl. 10.26, 2010, fra <http://www.skolenettet.no/Web/Veiledninger/Templates/Pages/Article.aspx?id=58829&epslanguage=NO>
- Udir (2010b, 30. august 2006, kl. 17:41). Udir.no - Læreplan i felles programfag i vg1 design og håndverk Lastet ned 27. oktober, kl. 13.13, 2010, fra <http://www.udir.no/grep/Lareplan/?laereplanid=161102>
- Webb, D. C., Boswinkel, N., & Dekker, T. (2008). Beneath the Tip of the Iceberg. *Mathematics Teaching in the Middle School, 14*(2), 110-113.
- Wikipedia (2011, 28. september 2010). National Council of Teachers of Mathematics Lastet ned 11. januar, kl. 11:33, 2011, fra <http://en.wikipedia.org/wiki/NCTM>

Appendiks

1. Risikovurdering av forsknings- og studentprosjekt ved fakultet for humaniora, samfunnsvitenskap og lærerutdanning, med tanke på bruk av persondata i forskning.
2. Foreldreskriv angående forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt.
3. Risikovurdering av forsknings- og studentprosjekt ved fakultet for humaniora, samfunnsvitenskap og lærerutdanning.
4. E-postkorrespondanse med NSD.
5. Intervjuguide.

**RISIKOVURDERING AV FORSKINGSPROSJEKT VED HSL-FAK.
MED OMSYN TIL BRUK AV PERSONDATA I FORSKING**

1. Prosjekt nr (hos Personverneombodet/NSD sin database):... [REDACTED].
<http://www.nsd.uib.no/personvern/register/>

2. Tittel på prosjektet: Matematisk forståelse og estetiske aktiviteter

.....

3. Kven har dagleg ansvar for prosjektet:

Namn: Anne Birgitte Fyhn

4. Ved studentprosjekt

Namn på student: Håvard Soløy

5. Type prosjekt:

- Mastergrad X
- Doktorgrad
- Forsking som ikkje er knyta til nokon grad
- Anna FoU” projekt i regi av Nordland fylkeskommune og Høgskolen på Nesna. En deltaker er høgskolelektor i matematikkdidaktikk. En annen av deltakerne er mastergradstudent H. Soløy.

6. Kva for hjelpemiddel gjer du bruk av ved innsamling av data:

- Videokamera (digitalt)
- Videokamera (analogt)
- Kamera (digitalt)
- Kamera (analogt)
- Intervju/gruppeintervju med bruk av digital opptakar
- Intervju/gruppeintervju med bruk av analog opptakar
- Intervju/gruppeintervju med eigne notat på papir
- Spørjeskjema
- Observasjon
- Andre kjelder (t.d. databasar).....

7. Kva for type PC blir data lagra på?

- X Berbar PC Stasjonær PC Begge delar

8. Viss berbar PC: Er han knyta til internett?

Vedlegg 1

Ja Nei

9. Er det andre (t.d. andre familiemedlemmar) som gjer bruk av PC'en?

- Ja
 X Nei

10. Er det i andre i prosjektet som har tilgang til PC'en/dataene? Nei. Kun prosjektdeltakerne

11. Er PC'en sikra med passord ? X Ja Nei

12. Er det installert antivirusprogramvare? X Ja Nei

Annan informasjon som kan vere relevant:

Skjemaet er fylt ut av:

Namn: Anne Fyhn Dato: 29.04.2010

Link til informasjon om personvern finn du på denne sida:

<http://www.nsd.uib.no/personvern/>

Retur av skjemaet til

***Martin-Arne Andersen,
Seksjon for forskningstenester,
Teo-Hus 1,
HSL-fakultetet,
Universitetet i Tromsø,
9037 Tromsø***

E-post: nsdmaa@sv.uit.no

tlf. 77 64 43 36

Håvard Soløy og Bente Solbakken
Høgskolen i Nesna
Nesna

22. oktober 2009

Til foreldre til samtlige elever
i Design og håndverk Vg1, klasse [REDACTED]
skoleåret 2009-2010
[REDACTED]

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt

”Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring” er et samarbeidsprosjekt mellom Nordland Fylkeskommune, Høgskolen i Nesna, Universitetet i Tromsø og [REDACTED]. Prosjektet er nå i sin pilotfase som vil pågå fram til uke 47. Fra uke 48 og fram til sommeren 2010 vil vi være i hovedprosjektfasen.

Med denne henvendelsen vil vi spørre om tillatelse fra foreldre til ungdommer som enda er umyndige, om ungdommene kan delta i prosjektet i denne perioden.

Denne delen av prosjektet går ut på at elevene skal gjennomføre estetiske aktiviteter i faget Design og håndverk. Videre ønsker vi å se på hvordan elevene, med utgangspunkt i de estetiske aktivitetene, klarer å knytte matematikk til det de har gjort eller laget. Elevene vil bli videofilmet og fotografert, og vi tar notater underveis. Enkelte elever vil bli forespurt om de vil delta på intervju. Det vil da bli brukt lydopptaker. Vi ønsker å notere ned det vi finner for senere kunne bruke dette til vår forskning. Foreldre kan reservere seg fra at barn blir med på bilder, videoopptak, lydbandopptak som brukes.

Prosjektet foregår i nært samarbeid med klassens lærere og skolens ledelse.

Informasjonsmøte:

Dersom det er interesse for det, vil det bli avholdt et informasjonsmøte for de aktuelle elevenes foreldre og foresatte. På dette møtet vil det bli orientert nærmere om prosjektet, og dere foreldre får anledning til å stille spørsmål.

Vedlegg 2

Prosjektet er planlagt avsluttet i løpet av våren 2011. Når prosjektet er avsluttet, vil bilder og film bli sladdet med mindre det gjøres spesielle avtaler med enkeltelever og deres foresatte. Det blir ikke lagret annen bakgrunnsinformasjon om elevene enn kjønn og hvilket årstall de er født.

Dersom dere lurer på noe, kan dere ta kontakt med oss på følgende telefon og e-post:
Håvard Soløy, 75 05 79 31, hso@hinesna.no
Bente Solbakken, [REDACTED]

Nesna, 22. oktober 2009
Vennlig hilsen

Håvard Soløy og Bente Solbakken

Svarslipp:

Mitt / vårt barn..... kan ta del i prosjektet ”Kreativ og aktivitetsrettet matematikkopplæring” i perioden høst 2009-vår 2010.

Sted:Dato:

underskrift foreldre/foresatte.....

underskrift elev:.....

PROSJEKT [REDACTED]

**RISIKOVURDERING AV FORSKINGS- OG STUDENTPROSJEKT VED
FAKULTET FOR HUMANIORA, SAMFUNNSVITSKAP OG
LÆRARUTDANNING**

Stad: SV-fakultetet

Tid: Mandag den 7.10.2010

Til Stades: *Joakim Bakkevoll, juridisk rådgjevar sentral adm.*

Martin-Arne Andersen, rådgjevar NSD, UiT

Sissel H. Eriksen, førsteamanuensis, sosiologi

Rune Nilsen, senioringeniør, sentral IT-avdeling

Prosjekt

Pnr: [REDACTED]

Tittel:

Matematisk forståelse og estetiske aktiviteter

Formål:

I denne undersøkelsen ønsker vi å rette søkelyset mot elever som går på yrkesfaglig utdanningsprogram Design og håndverk. Vi ønsker å koble aktiviteter i fagene som går under fellesbetegnelsen Design og håndverk til opplæring og undervisning i matematikk. I første omgang rettes fokus mot matematiske tema som tall, algebra og geometri. Hvis vi utvider prosjektet vil det også bli aktuelt å rette fokus på funksjonslære og til økonomi i forhold til entreprenørskap. Med å gjøre slike koblinger vil vi se om elevene motiveres til å lære matematikk og se på faget som nyttig i forhold til de estetiske fagene.

Innmeldt:

16-12-2009

Prosjektperiode:

01-08-2009 - 31-07-2011

Status:

Pågående behandling av personopplysninger.

Oppfølging av

personvernombudet:

jul-2011

Prosjektansvarlig

Daglig ansvarlig:

Anne Birgitte Fyhn

Enhet/underenhet:

Institutt for lærerutdanning og pedagogikk

Behandlingsgrunnlag

Behandlingsgrunnlag:

Personopplysningsloven
§ 31 (Meldepliktig prosjekt)
§ 8 1. ledd (med den registrertes samtykke)

Data

Utvalgsstørrelse:

30-40

Informasjonssikkerhet

Registrering og
oppbevaring:

Pc i nettverksystem tilknyttet Internett tilhørende
virksomheten
Manuelt/papir
Manuelle Lyd/Video/Fotografi

Sikring av
konfidensialitet:

Datamaterialet vil være beskyttet i den form av at det er
lagret på en passordbelagt PC. Denne PC'en

Vedlegg 3

vil igjen stå inne på et låsbart kontor.

Sensitive person- opplysningar:

Ja Nei

Omfang: 30

Vurdering av konsekvens:

K = 4 hendinga kan føre til tap av liv eller vedvarande helsetap, eller kan medføre betydelege og uoppretteleg økonomisk tap, eller kan føre til alvorleg tap av vyrndad eller integritet som påverkar liv, helse eller økonomi

K = 3 hendinga kan føre til tap av helse, eller kan medføre økonomisk tap som ikkje kan rettast opp, eller kan føre til alvorleg tap av vyrndad og integritet.

K = 2 hendinga kan medføre betydeleg økonomisk tap – men som kan rettast opp, eller kan føre til tap av vyrndad eller integritet (t.d. kompromitering av opplysningar den registrerte oppfattar som krenkande, eller som andre kan gjere nytte av).

K = 1 hendinga kan medføre økonomisk tap – men som kan rettast opp, eller kan føre til tap av vyrndad eller integritet (t.d. kompromittering av opplysningar den registrerte oppfattar som kjenslevare).

Ei uventa hending kan føre til:

4 Tap av liv

Tap av helse

4 Vedvarande 3 Tap av helse 1, 2 I liten grad

Økonomisk tap

4 Betydeleg og uoppretteleg
3 Uoppretteleg 2 Betydeleg 1 I liten grad

Tap av omdømme

4 Alvorleg, og som påverkar liv og helse Alvorleg 1, 2 I liten grad

Tap av personleg integritet

4 Alvorlig, og som påverkar liv og helse Alvorleg 1, 2 I liten grad

Tapet kan gjenopprettast Ja Nei

Konsekvensen kan gjelde fleire personar Ja Nei

Personvern - konsekvens: K = 1

Vurdering av sannsynlighet:

S=4 tryggleikstiltak er ikkje etablert eller kan bli omgått/bli brote av eigne medarbeidarar og eksternt personell med små til normale ressursar.

Vedlegg 3

S=3 tryggleikstiltak er ikkje etablert, eller fungerer ikkje etter sett i forhold til kva som var intensjonen. Eigne medarbeidarar treng berre små til normale ressursar for å omgå/bryte tiltaka – det er ikkje naudsynt med kjennskap til tiltaka. Eksternt personell treng normal kjennskap til tiltaka (t.d. til kva for rutinar som gjeld, eller korleis tryggleiksteknologi er implementert) – i tillegg til små normale ressursar.

S=2 tryggleikstiltak er etablert i tilhøve til tryggleiksbehova og fungerer etter intensjonen. Tiltaka kan likevel bli omgått/bli brote av egne medarbeidarar med små til normale ressursar, som i tillegg har normal kjennskap til tiltaka. Eksternt personell treng gode ressursar, og god/fullstendig kjennskap til tiltaka for å omgå/bryte desse.

S=1 tryggleikstiltak er etablert i tilhøve til tryggleiksbehovet og fungerer etter intensjonen. Tiltaka kan berre bli omgått/bli brote av egne medarbeidarar med gode ressursar, og god/fullstendig kjennskap til tiltaka. Eksternt personell kan ikkje omgå/bryte tiltaka.

Kor sannsynleg er det at ei uventa hending kan inntreffe?

4 Svært høg 3 Høg 2 Moderat 1 Lite sannsynleg

Tryggleikstiltak

4 Ikkje etablert
3 Ikkje tilfredsstillande
2 Kan brytast av medarbeidarar med normale ressursar/eksterne med gode ressursar
1 Kan berre brytast av medarbeidarar med gode ressursar

Kor sannsynleg er det at ei uventa hending kan inntreffe med omsyn til motivasjon?

4 At egne medarbeidarar eller eksterne er aktlause
3 At egne medarbeidarar er aktlause
2 Forsett av egne medarbeidarar
1 Overlegg av egne medarbeidarar med spesiell kompetanse

Sannsynlighets- vurdering:

S = 2

Kommentar:

Risikoen for tap av data ved bruk av PC er vesentleg stor. Brukaren må vere aktsam når det gjeld oppevaring og frakt av maskinen for å minimalisere risikoen for tjuveri og skade på maskinen. Det må takast jamleg tryggleikskopi av viktige data. Maskinen skal vere sett opp med dei tiltak som er mogleg for å sikre maskinen. IT konsulentane ved universitetet kan hjelpe til med dette. Maskinen skal berre nyttast av dei som er knyta til prosjektet. Andre, t.d. familiemedlem, skal ikkje ha tilgang til eller gjere bruk av maskinen. Det må takast tryggleikskopi jamleg av data.

Dato for risikovurdering: HSL-fakultetet den 7.10.2010

Ref. Martin-Arne Andersen

Vedlegg 4

E-postkorrespondanse til NSD angående anonymisering i masteroppgaven.

Subject: Anonymitet i en masteroppgave

Date: Thu, 06 Jan 2011 10:11:08 +0100

From: Håvard Soløy <hso@hinesna.no>

To: personvernombudet@nsd.uib.no

Hei

Jeg er mastergradsstudent ved Universitetet i Tromsø. Prosjektet er registrert hos NSD med prosjektnummer [REDACTED]. Jeg har et spørsmål angående anonymitet av elever og skole i masteroppgaven.

Jeg har forstått det slik at oppgaven skal være anonym. Skal jeg da anonymisere all informasjon om skole, skoleslag, stedsnavn i dokumenter som:

1. Risikovurdering av forskningsprosjekt ved HSL-fak. med omsyn til bruk av persondata i forskning,
2. Risikovurdering av forsknings- og studentprosjekt ved fakultet for humaniora, samfunnsvitenskap og lærarutdanning, og
3. Informasjonsbrev til foreldre og foresatte angående forskningsprosjekt?

Og hva er vanlig angående bruk av navnet til den eller de elevene jeg har tatt utgangspunkt i i mitt prosjekt? Er det i orden å bruke navn dersom elevene selv synes det er greit?

Håper på snarlig svar.

Mvh
Håvard Soløy

Hei,

Slik jeg forstår det, er spørsmålene dine knyttet til det du skal publisere i form av den ferdige masteroppgaven.

Etter det som tidligere er innmeldt, skal alt datamateriale som publiseres ifm prosjektet være anonymt. Med anonyme opplysninger menes opplysninger som ikke på noen måte kan føres tilbake til enkeltpersoner (verken direkte eller indirekte). Det betyr at oppgaven ikke kan inneholde verken navn på elever (eller kode som viser til navneliste/koblingsnøkkel), eller bakgrunnsvariabler som bidrar til å identifisere enkeltpersoner. Du må utelate eller omskrive variabler som skole, skoleslag og stedsnavn hvis disse variablene i kombinasjon med andre opplysninger om eleven (som alder/kjønn eller annet) vil gjøre vedkommende identifiserbar (altså at andre vil kunne gjenkjenne eleven). Det gjelder også i dokumentene du nevner, dersom disse skal legges ved den ferdige

Vedlegg 4

oppgaven. Hvis du derimot er sikker på at opplysninger om skolens navn/stedsnavn ikke bidrar til å identifisere noen enkeltelever, kan disse opplysningene tas med i oppgaven (husk at elevene da heller ikke skal kunne gjenkjennes utfra opplysningene i eventuelle andre publikasjoner som baserer seg på datamaterialet fra prosjektet).

Hvis du vurderer å publisere oppgaven med personopplysninger om elevene (slik at de kan gjenkjennes av andre), vil det være en endring i prosjektet i forhold til det som lå til grunn for personvernombudets vurdering 07.01.2010. Du må da sende inn en endringsmelding til personvernombudet, slik at vi kan foreta en vurdering. Fint om du da legger ved utkast til informasjonsskriv til foreldre/elever, der du ber om samtykke til publisering av personopplysninger. Anbefaler også at den enkelte får anledning til å lese igjennom avsnittene om seg selv og godkjenne disse før de publiseres - dette kan gjerne tilføyes i skrevet.

Håper dette var svar på spørsmålene dine. Hvis du har flere spørsmål kan du gjerne ringe meg.

Vennlig hilsen

Inga Brautaset
Fagkonsulent

Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS
Personvernombud for forskning
Harald Hårfagres gate 29, 5007 BERGEN

Tlf. direkte: (+47) 55 58 26 35
Tlf. sentral: (+47) 55 58 21 17
Faks: (+47) 55 58 96 50
Epost: Inga.Brautaset@nsd.uib.no
www.nsd.uib.no/personvern

Intervjuguide

1. Hvordan har du brukt matematikken for å lage arbeidstegningen din?
2. Hvordan har du brukt matematikken for å lage oasismodell?
3. Hvordan har du brukt matematikken for å lage skulptur?

4. Hvordan ble arbeidstegningen diskutert på gruppa?
5. **Gruppemedlem:** Hvordan mottok dere arbeidstegningen? Ble den delt ut (slenget i hånden) eller ble den gjennomgått av *lederen av gruppa*?
6. Stod de reelle målene på arbeidstegningene eller måtte de gjøres underveis?
7. Hvordan tenkte du at dere måtte forandre arbeidstegningene når dere fikk vite at sylindrene var for lave?
8. Hvordan forstod du arbeidstegningen når du fant ut at sylindren ikke var stor nok?
9. Forklar hvordan dere behandlet problemene som oppstod da dere fikk vite at den ene sylindren var lavere enn planlagt?
10. Hvordan ble dette med kutting av 45 cm på skulpturen/3 cm på arbeidstegningen formidlet til de andre på gruppa?
11. Hvordan ble arbeidstegningene brukt underveis? Eller ble skulpturen laget på husk?
12. Hvilke beregninger ble gjort underveis?
13. **Lederen på gruppa:** Hva legger du i ”hadde heller ingen problemer med å forstå arbeidstegningen”?
14. Hvordan ble dette med feil på første side diskutert med de andre?
15. Hva ble dere enige om på de resterende sidene?
16. Hvilke geometriske former består/ble brukt i arbeidet med snøskulpturene?
17. **Lederen på gruppa:** Hvorfor valgte du ikke å lage lysrommene like store?
18. *Judge* - Hvordan bedømmer/evaluerer du resultatet i forhold til arbeidstegning/modell?
19. *Judge* - Hvordan evaluerer du resultatet? For eksempel lysrom i ulike størrelser? Antall bølger i forhold til arbeidstegning? Avstand på mellomrommet?

20. **Gruppemedlem (ikke lederen på gruppa)** I Kunnskapsløftet er det noe som heter Grunnleggende ferdigheter. På hvilken måte mener du at har trent/brukt den grunnleggende ferdigheten i prosessen fra ide til endelig skulptur:
 - a. å kunne uttrykke seg muntlig?
 - b. å kunne uttrykke seg skriftlig?
 - c. å kunne lese?
 - d. å kunne regne?
 - e. å kunne bruke digitale verktøy?