Universitetet
i Stavanger

DET HUMANISTISKE FAKULTET

MASTEROPPGÅVE

Studieprogram: Master i matematikkdidaktikk	Vårsemesteret, 2013 Open
Forfattar: Randi Klingsheim Bø	……………………………………………… (signatur forfattar)
Rettleiar: Raymond Bjuland	
Tittel på masteroppgåva: Målestokk på grensa mellom matematikkfaget og programfaga: Ein studie av elevar på bygg- og anleggsteknikk si forståing for målestokkomgrepet Engelsk tittel: Scale on the boundary between the subject of mathematics and the vocational subjects: A study of upper secondary school students in the field of Building and Construction and their understanding of the concept of scale.	
Emneord: Matematikk, målestokk, yrkesfaglege studieretningar, grenser, grensekryssing, grenseobjekt, instrumentell og relasjonell forståing, strukturell og operasjonell forståing, multiplikative strukturar	Sidetal: 88 + vedlegg/anna: 14 Stavanger, 8.mai 2013

Forord

Eg har i mange år arbeidd som lærar, både i grunnskule og vidaregåande skule. Dei siste åra før eg byrja på mastergradsstudiet i matematikkdidaktikk, arbeidde eg på ein vidaregåande skule med yrkesfaglege studieretningar. Der arbeidde eg mykje med elevar som sleit i matematikk og som gjerne hadde mista trua på at dei kunne læra matematikk. Det enda ofte med at dei fagleg svake elevane berre lærte teknikkar som gjorde at dei kunne klara dei enklaste oppgåvene i håp om å bestå matematikkfaget. Ofte såg det ut til at det ikkje skapte noko større matematisk forståing hjå dei, og eg hadde eit ønskje om å læra meir om korleis eg kunne leggja opp matematikkundervisninga slik at dei kunne læra for livet og ikkje berre for eksamen.

Dette var noko av bakgrunnen for at eg byrja på mastergradsstudiet i matematikkdidaktikk, og dette er også noko av bakgrunnen for at eg har valt å arbeida med yrkesfag og matematikk i mastergradsprosjektet mitt.

Når eg ser tilbake på dei to åra som student, og ikkje minst det siste halvåret der eg har arbeidd med mastergradsoppgåva, har det vore både lærerikt, utfordrande og veldig kjekt. Eg har mange å takka for det. For det første vil eg takka lærarar og elevar som let meg koma å observera i klassen og la seg intervjua. Også leiinga ved skulen der eg gjorde feltarbeidet, for tener takk. Frå første gong eg tok kontakt med dei har dei vore positive og imøtekomande.

Dessutan vil eg takka rettleiaren min, Raymond Bjuland, som har vore til stor hjelp i heile prosessen, ved å svara på spørsmål, diskutera og gje råd, og ikkje minst gje konstruktive tilbakemeldingar i skriveprosessen. Mastergradsstudiet hadde heller ikkje blitt det same utan medstudenten min, Anette, som eg har delt kontor med og som har vore til stor glede og hjelp.

Mannen min, Tormod, som har forsørgja familien åleine i to år slik at eg kunne studera, og som heile tida har lytta og støtta meg i arbeidet, fortener også stor takk. Og sist men ikkje minst vil eg takka dei fire barna mine som har vore med på å gjera dette halvåret til meir enn berre studiar. Dei har hjelpt meg å kopla ut oppgåva og leva livet utanfor kontoret.

Randi Klingsheim Bø

Universitetet i Stavanger

8. mai 2013

Samandrag

Dette mastergradsprosjektet er eit kvalitativt casestudie om elevar på bygg- og anleggsteknikk si forståing for målestokkomgrepet. Det fokuserer også på potensialet for læring og auka forståing på grensa mellom matematikkfaget og programfaga.

Eg har samla datamateriale frå klasseromsobservasjonar frå matematikkundervisning i ei gruppe elevar frå Vg1 Bygg- og anleggsteknikk på ein vidaregåande skule på Sørvestlandet. I tillegg har eg intervjua nokre av desse elevane, to matematikklærarar og to lærarar frå bygg- og anleggsteknikk på same skulen. Datamaterialet er videoopptak og audioopptak frå både observasjonar og intervju. Eg har analysert utvalde sekvensar frå både intervju og observasjonar.

I analysen og den etterfølgjande diskusjonen har eg mellom anna brukt teorien om grenser, grensekryssing og grenseobjekt (Akkerman & Bakker, 2011). Eg har også brukt Vygotsky(1962/1986) sin teori om omgrepsforståing generelt og dessutan Sfard (1991) og Skemp (1976) sine teoriar om omgrepsforståing i matematikk. I tillegg ser eg på målestokk som ein del av omgrepsfeltet multiplikative strukturar (Vergnaud, 1983).

Studien viser at elevane ikkje har ei fullstendig relasjonell eller operasjonell forståing for målestokkomgrepet, men det ser heller ikkje ut til at dei berre har ei reint instrumentell forståing. Sfard (1991) sin teori om tileigning av nye omgrep, kan kanskje forklara noko av dette.

Vidare ser det ut til at elevane si forståinga i liten grad er påverka av deira erfaring med målestokk frå programfaga. Eg finn lite grensekryssing og grenseobjekt som er i bruk, men det er mange potensielle grenseobjekt og lærarane verkar positive til grensekryssing. Dermed kan det sjå ut som det er eit potensiale for auka læring og forståing av målestokk på grensa mellom matematikkfaget og programfaga. Men det trengs meir forsking for å finna ut om auka grensekryssing verkeleg vil ha positiv effekt.

Innhald

1. Innleiing

«Thi det at være Lærer, det er ikke at sige: saadan er det, ei heller er det at give Lectie for o. Desl., nei det at være Lærer er i Sandhed at være den Lærende. Underviisningen begynder med at du Læreren, lærer av den Lærende, sætter dig ind i hvad han har forstaaet, og hvordan han har forstaaet det… » (Kierkegaard, 1859/2008, s. 28)

1.1 Bakgrunnen for val av emne

Noko av bakgrunnen for at val av emne for mastergradsoppgåva mi, var mi tidlegare arbeidserfaring frå matematikkundervisning på yrkesfaglege studieretningar.

Dessutan fekk eg våren 2012 vera med på eit mindre observasjonsprosjekt som ein del av mastergradsstudiet. Saman med ein medstudent var eg inne og observerte i nokre matematikktimar i ein klasse i bygg- og anleggsteknikk ved ein vidaregåande skule. I etterkant av observasjonane intervjua me tre elevar og ein læra. Fokuset vårt var elevane si forståing for målestokkomgrepet (Sørskår & Bø, 2012). Eg tykte dette var veldig interessant, og kunne gjerne tenkja meg å finna ut meir om matematikk på yrkesfaglege studieretningar generelt og på bygg- og anleggsteknikk spesielt.

Vidare måtte eg vurdera om emnet var interessant for fagfeltet og/eller for samfunnet. Når det gjeld fagfeltet matematikkdidaktikk, er det gjort lite forsking i forhold til yrkesfag i Noreg. I Sverige hadde dei eit utviklingsprosjekt kalla KAM-prosjektet som Barbro Grevholm var ansvarleg for (Lindberg & Grevholm, 2011). Der vart det forska på å inkludera matematikk i yrkesfag. I Noreg har eg funne nokre hovudfags- og mastergradsoppgåver om emnet, både i yrkespedagogikk og i matematikkdidaktikk (Fosdahl, 2007; Midtland, 2012). Ved Universitet i Agder og Høgskulen i Trøndelag er det for tida personar som arbeider med doktorgrader i forhold til matematikk på yrkesfaglege studieretningar. Det kan difor sjå ut til at det er eit fagfelt det tidlegare ikkje er forska så mykje på i Noreg, men at det kanskje er meir på veg inn, særleg ved nokre forskingsinstitusjonar.

Kunnskapsminister Kristin Halvorsen har gjentekne gonger teke opp tema knytta til yrkesfag og matematikk, og i august 2011 gav Kunnskapsdepartementet ut ein plan for styrking av matematikkundervisninga i Noreg, kalla *Fra matteskrekk til mattemestring* (2011). I den planen har yrkesfaglege studieretningar fått eit eige kapittel om tiltak som omhandlar yrkesretting av matematikkopplæring.

Dermed ser det ut til at både i forhold til fagfeltet og behov i samfunnet er det nyttig og viktig å forska på matematikk på yrkesfaglege studieretningar.

1.2 Val av problemstillingar og teoretiske vinklingar

Sjølv om eg tidleg hadde ein ide om at eg ønska å arbeida med matematikk på yrkesfaglege studieretningar, og gjerne på bygg- og anleggsteknikk, var det langt frå opplagt kva problemstillinga mi skulle vera. Kva var det eg ønska å finna ut, kva var det behov for å finna ut, og kva kunne eg ha sjanse til å finna ut noko om?

Eg ønska å finna ut noko om yrkesfag og matematikk, og om det var noko overlapping av forståing mellom faga. Det var difor naturleg å velja å konsentrera seg om nokre emne frå matematikken som også vart brukte i programfaga.

Datainnsamlinga mi har eg gjort på ein vidaregåande skule. Eg var inne og observerte ei gruppe frå bygg- og anleggsteknikk i tre veker i matematikktimane deira og intervjua lærarar og elevar i etterkant av observasjonsperioden. I denne gruppa arbeidde dei med geometri i den perioden eg var der, nærare bestemt med Pytagoras læresetning og målestokk. Begge desse emna inngår i programfaga på bygg- og anleggsteknikk, men eg har avgrensa prosjektet mitt slik at eg fokuserer berre på målestokkomgrepet.

I arbeidet med å finna litteratur som handla om matematikk og yrkesfag, fann eg tidleg ein artikkel som handla om grenser mellom ulike kulturar og om kryssing av slike grenser (Akkerman & Bakker, 2011), ein teori som passar veldig godt inn i forhold til at matematikk er noko ein finn både i matematikkfaget og i yrkesfaga, men der dei ulike faga representerer ulike kulturar.

Eg har med bakgrunn i dette enda opp med følgjande problemstillingar som eg ønska å finna svar på i dette mastergradsprosjektet:

1. *Korleis er elevar på bygg- og anleggsteknikk si forståing for målestokkomgrepet, og korleis er denne forståinga eventuelt påverka av deira erfaring med målestokk frå matematikkfaget og frå programfaga?*

2. *Kva for potensiale for læring og forståing for målestokkomgrepet kan ein identifisera på grensa mellom matematikkfaget og programfaga på bygg og anleggsteknikk?*

Det er den første problemstillinga som er hovudfokus og tek mest plass. I forhold til den siste problemstillinga er eg på jakt etter grensekryssing og grenseobjekt. Sjølv om eg ønska å ha hovudfokus på elevane, har eg i stor grad måtta analysera det lærarane seier, ikkje minst for å finna ut noko om grensekryssing og grenseobjekt. Årsaka til det er at det ikkje var så mykje å finna i forhold til det i observasjonane og i elevintervjua.

1.3 Oppbygging av oppgåva

I kapittel 2 vil eg gå inn på tidlegare forsking og annan relevant teori. I tillegg til teorien om grenser, grensekryssing og grenseobjekt (Akkerman & Bakker, 2011), har eg blant anna brukt Vygotsky (1962/1986) sin teori om omgrepsdanning, ulike teoriar om matematisk forståing (Sfard, 1991; Skemp, 1976) og Vergnaud (2009) sin teori om multiplikative strukturar, både i analysen og i den påfølgjande diskusjonen. Vidare vil eg i kapittel 3 gjera greie for kva metode eg har brukt, før eg i kapittel 4 går inn i analysen, der eg brukar sekvensar frå både observasjonar, elevintervju og lærarintervju. Eg diskuterer funna mine i kapittel 5 og rundar av med kapittel 6 der eg prøver å konkludera og sjå på pedagogiske implikasjonar og behov for vidare forsking.

1.4 Studien sine avgrensingar

Eg har gjort eit kvalitativt casestudie på berre ein skule, og me kan vanskeleg generalisera til alle liknande skular ut frå det. Vidare har eg konsentrert meg om bygg- og anleggsteknikk, som vil vera svært ulikt mange andre yrkesfaglege studieretningar. Ein kan diskutera kor vidt resultata kan ha noko å seia for andre studieretningar. Sidan eg har fokusert på målestokkomgrepet, vil heller ikkje funna mine nødvendigvis kunna overførast til andre matematiske omgrep. Alt dette viser at studiet mitt har sine klare avgrensingar. Sjølv har eg lært mykje av arbeidet, og ønskjer å gå tilbake til skulen og prøva i eiga undervisning noko av det eg har skrive om her. Eg vonar også at andre lærarar, både matematikklærarar og programfaglærarar kan kjenna seg igjen i det eg skriv og ha nytte og glede av det, og at det kanskje kan ha overføringsverdi også til andre yrkesfaglege studieretningar og til andre emne i matematikkfaget. Dersom det også kunne vera eit lite bidrag for å oppmuntra til vidare forsking på området, ville eg sjå på det som svært gledeleg.

2. Tidlegare forsking, teoretisk rame og sentrale omgrep

I dette kapittelet vil eg gjera greie for den teoretiske bakgrunnen for mastergradsoppgåva mi. Kap 2.1 handlar om tidlegare forsking. Kapittel 2.2. handlar om læring, læringssyn og om omgrepa grenser, grensekryssing og grenseobjekt i forhold til læring. I kapittel 2.3 går eg meir inn på teori om omgrepsforståing generelt og matematisk forståing spesielt.

2.1 Tidlegare forsking

Eg vil her sjå både på matematikkdidaktisk forsking og forsking innanfor yrkespedagogikken. Kapittel 2.1.1 handlar om det sistnemnde. I kapittel 2.1.2. viser eg til matematikkdidaktisk forsking på yrkesfaglege studieretning, medan 2.1.3 handlar om forsking på matematikk i ulike kulturar. Kapittel 2.1.4 handlar om forsking på målestokk og emne som kan knytast til det.

2.1.1 Matematikk på yrkesfaglege studieretningar

Innanfor det yrkespedagogiske fagfeltet har eg funne noko litteratur om matematikk på yrkesfaglege studieretningar. Wasenden (1999) ser blant anna på om det har vore ein *samanheng* mellom undervisninga i matematikk og bruken av matematikk innanfor yrkesteorien og i det praktiske arbeidet i yrkesfagutdanninga fram til Reform 94. Han ser også på kva konsekvensar dette har hatt for utforminga av faget og lærlingane/elevane si meistring av faget. S*amanhengen* har to dimensjonar, den eine dimensjonen knyter seg til om matematikkundervisninga hadde eit *innhald* som var relatert til dei behova elevane hadde innanfor dei yrka dei utdanna seg til, og den andre dimensjonen handlar om spørsmålet om det eksisterte eit *fagleg samarbeid* mellom læraren som underviste i matematikk og dei som gav opplæring i yrkesteori og praktisk arbeid. Wasenden er også inne på den polariseringa det til tider har vore mellom allmennfaga og yrkesfaga, det som i dag ofte vert kalla fellesfag og programfag.

Eit av resultata frå forskinga er følgjande:

> Regning og utmålingslære (matematikk) har alltid vært blant de fagene der flest lærlinger og elever strøk til eksamen. Strykprosenten har i perioder vært meget høy. Overgangen til de yrkesrettede fagplanene i matematikk i verkstedskolen i 1974 førte til at elevenes eksamensprestasjoner i faget ble betydelig forbedret.» (Wasenden, 1999, s. 395).

Det er ulike årsaker til dette, blant anna at dei yrkesretta planane var mindre omfangsrike og at undervisninga etter desse planane vart opplevd meir meiningsfylte og dermed meir motiverande fordi det var knytta direkte til det handverks- eller industriyrket dei hadde valt. Elevane hadde også muligheit til å forsterka talet på matematikktimar med timar frå valfagkretsen slik at dei fekk betre tid til å gjennomarbeida pensum (ibid).

For at opplæringssituasjonen skal kunna kallast maksimalt yrkesretta er det tre kriterium som må tilfredstillast fullt ut:

> K1 Riktig valg av matematiske emner i forhold til de regneferdighetene yrkesutøverne har for å kunne utføre sitt yrke.
>
> K2 Stor grad av sammenheng mellom valg av øvingsoppgaver og yrkesfaglige problemstillinger.
>
> K3 Nært samarbeid mellom matematikklærer og lærere i yrkesfagene om den praktiske anvendelsen av de tillærte matematiske ferdighetene. (Wasenden, 2001, s. 11-12)

Kor vidt ein kan kalla undervisninga yrkesretta avheng i stor grad av i kva for grad dei tre kriteria ovanfor er oppfylte.

Dette er interessant og viktig å ha med som bakgrunn når eg skal studera elevar si matematikkforståing på bygg- og anleggsteknikk og sjå etter grensekryssing og grensobjekt på grensa mellom matematikkfaget og programfaga.

2.1.2 Didaktisk forsking om matematikk på yrkesfaglege studieretningar

Det er gjort ein del forsking på matematikk i dagleglivet (Arcavi, 2002; Bradal, 1997; Lave & Wenger, 1991) og på matematikk i yrkeslivet (Nicol, 2002; Nielsen & Kvale, 1999; Williams & Wake, 2007), men akkurat når det gjeld matematikk på yrkesfaglege studieretningar i vidaregåande skule, er det eit relativt lite utforska fagfelt. Dessutan er yrkesfagutdanninga nokså ulik frå land til land. Det er dermed ikkje sikkert at all forsking ville vore så lett å overføra frå eit land til eit anna.

I Sverige var det frå 1998-2002 eit større utviklings- og forskingsprosjekt, KAM-prosjektet, om matematikk på yrkesfaglege studieretningar (Lindberg & Grevholm, 2011). KAM står for «karaktärsämnenas matematik» som er det same som matematikk på yrkesfaglege studieretningar.

Bakgrunnen for prosjektet var at det i 1994 vart innført ein ny læreplan for vidaregåande skular i Sverige. Noko av det nye var at yrkesfaglege studieretningar gjekk frå å vera toåring med læretid etterpå til å bli treårig utan læretid. I samband med dette skulle også alle elevar på vidaregåande skule gjennom det same grunnkurset i matematikk som skulle gjera dei klare til å kunna halda fram med vidare utdanninga etter fullført vidaregåande skule. Tidlegare hadde yrkesfaglærarane stått for undervisninga i matematikk på yrkesfaglege studieretningar, men nå overtok matematikklærarar. Dette var altså ein ny situasjon for både matematikk- og yrkesfaglærarar, samt ei stor endring for elevar på yrkesfaglege studieretningar. Det førde til nye utfordringar for både lærarar og elevar. Målet med prosjektet var å sjå om det gjekk an å få til eit fruktbart samarbeid mellom yrkesfaglærarar og matematikklærarar i forhold til matematikk-undervisninga (ibid.).

Resultata frå prosjektet var at dei klarde å få til godt samarbeid mellom dei to ulike gruppene lærarar der begge hadde nytte av samarbeidet. Dei utarbeidde blant anna yrkesretta undervisningsopplegg i matematikk, men prosjektet var for lite til å kunna seia noko om auka læringsutbyte hjå elevane. Eit av resultata var auka motivasjon blant elevane, noko som på sikt kan føra til auka læringsutbyte. Ei av dei største utfordringane var endring i skuleleiinga der den nye leiinga ikkje var så positiv til prosjektet som den første. Det, samt mindre støtte enn forventa, minka omfanget av prosjektet, og dermed også resultata (ibid.). Dette viser kor viktig det er å ha leiinga med seg dersom det skal skje endringar.

2.1.3 Matematikklæring i ulike kulturar

Også anna forsking som ikkje handlar direkte om matematikk på yrkesfaglege studieretningar kan vera nyttig. Studien av eit elevprosjekt i matematikk der elevar i ein 8. klasse samarbeidde med eit byggefirma om å laga ein modell av ei rorbu er interessant i den samanhengen (Rangnes, 2012). Målet med studien var å få innsikt i matematikksamtalar og læring når elevene går fram og tilbake mellom skule og bedrift, og dessutan å få fram innsikt i matematikksamtaler og læring i skulen, i lys av matematikksamtaler i bedrift. Fokuset var altså læring gjennom samtalar og læring når elevane bevegar seg mellom ulike praksisar. Analysereiskapane var Bakhtins (2005) dialogisme og omgrepa grenser og grensekryssing. Det sistnemnde kjem eg inn på seinare. På same måte som elevane i Rangnes sin studie bevegar seg mellom skule og bedrift, bevegar elevane i min studie seg mellom matematikkfaget og programfaga på bygg- og anleggsteknikk.

Eit av resultata frå Rangnes (ibid.) sin studie var at elevane vart kjende med og beherska deltaking i ulike samtaleformer i arbeidet med matematikk. Elevane fekk erfara at det fanst andre måtar å arbeida med geometri på enn å arbeida med oppgåver i boka, og året etter bad dei difor læraren om å få arbeida med eit liknande prosjekt når dei skulle ha om geometri. Dette kan minna om elevane i KAM- prosjektet. Dei sa at dei ønska å drive med KAM-matematikk (Lindberg & Grevholm, 2011). Rangnes (ibid.) seier at studien hennar også må få konsekvensar for lærarutdanninga slik at lærarar skal kunne sjå potensial for å læra matematikk i ulike praksisar og bevega seg mellom desse.

Nunes, Schliemann, & Carraher (1993) ser på forholdet mellom matematikk på arbeidsplassar og matematikk i skulen. Her blir blant anna snikkarar, bønder, bygningsarbeidarar og fiskarar sin matematikk i yrkeslivet samanlikna med elevar sin skulematematikk. Ei vanleg oppfatning er at matematikk i yrkeslivet er tett knytta opp til konkrete situasjonar og meiningar i forhold til det ein reknar ut, medan i skulematematikken er meining lagt til side til fordel for det å kunne generalisera. Viss det var slik skulle ikkje matematikken frå yrkeslivet kunna brukast i overføring til andre liknande situasjonar og heller ikkje reverserast, men denne studien viser at også matematikk frå yrkeslivet kan føra til generalisering utan at meining går tapt (Nunes, et al., 1993).

I arbeidet med til dømes proporsjonar tyr skulelelevar gjerne til matematikk frå dagleglivet i staden for å bruka algoritmar som dei har lært på skulen når dei skal løysa nye og ukjende oppgåver. Dermed blir spørsmålet om dette kan ha noko å seia for korleis ein underviser matematikk i skulen. Det ser ut til at realistisk matematikkundervisning kan verka positivt i forhold til å hjelpa elevane slik at dei byggjer skulematematikken på det dei allereie kan av matematikk frå andre samanhengar (ibid.). Dersom ein skal overføra dette til matematikkundervisning på bygg- og anleggsteknikk, er spørsmålet om det også kan vera suksessfullt å hjelpa elevane å byggja deira kunnskap om skulematematikk på den kunnskapen om matematikk som dei tileignar seg gjennom programfaga.

2.1.4 Forsking om målestokk

I arbeidet med å finna forsking om målestokk har eg også søkt på ordet «ratio» som tyder forhold og «proportion» som tyder proporsjon og er definert som likskap mellom to forhold.

I ein studie om forhold og forholdstal (Mike Mitchelmore, White & Mcmaster, 2007) vert det brukt ein innfallsvinkel til undervisning som vert kalla *Teaching for Abstraction*. Teorien som ligg til grunn for det, vert kalla The Theory of empirical Abstraction (Michael Mitchelmore &

White, 2004). Studien om forholdstal (Mike Mitchelmore, et al., 2007) poengterer at forhold er eit multiplikativt omgrep. Med bakgrunn i det blir det sett fram ein hypotese om at noko av årsaka til elevar sine svake prestasjonar i forhold til multiplikative oppgåver er at den multiplikative dimensjonen i slike oppgåver sjeldan vert vektlagt i undervisningsmateriell, og at ei vektlegging av multiplikative strukturar kunne ha hjelpt elevane å forstå forhold og forholdstal på eit djupare plan. *Teaching for Abstraction* vert foreslått som ein måte å fokusera på desse underliggjande strukturane på. Studien konkluderer blant anna med at «pre-existing computational fluency plays an important role in the reification of ratio and rates concepts» (ibid., s. 511)

Ein annan studie handlar meir direkte om målestokk. (Nunes, et al., 1993) I denne studien vart arbeidsformenn på byggjeplassar samanlikna med elevar, og begge gruppene fekk oppgåver med utgangspunkt i fire byggjeteikning der målestokken ikkje var oppgitt, berre eit eller fleire av dei verkelege måla. Målestokken på to av teikningane var velkjende for arbeidsformennene, medan dei to siste aldri vart brukt. Målestokk hadde ikkje vore eit tema i undervisninga av elevane, men dei hadde tidlegare arbeidt med forhold og proporsjonar der dei brukte regelen om tre. Regelen om tre vil seia at ein ser likskapsteikn mellom to forhold der tre av verdiane er kjende og den fjerde er ukjend. Dette kan også brukast når ein reknar med målestokk.

Studien viste blant anna at arbeidsformennene gjorde det betre enn elevane når det var ein målestokk dei var vane med å arbeida med, men med ukjent målestokk hadde elevane og arbeidsformennene omtrent like gode resultat. Løysingsmetodane deira vart sortert i følgjande fire grupper: Regelen om tre, ukorrekte additive løysingar, hypotesetesting og å finna forholdet. Regelen om tre vart omtrent ikkje brukt verken av arbeidsformennene eller studentane, og ukorrekte additive løysingar var også for det meste fråverande. Hypotesetesting vart derimot brukt av 1/3 av arbeidsformennene men ikkje av elevane. 2/3 av arbeidsformennene og dei fleste elevane brukte dermed metoden *å finna forholdet*.

Typiske feil blant arbeidsformennene var at dei runda av når det kom til vanskelege desimaltal, og dermed vart svara unøyaktige. Blant elevane var det mange fleire feiltypar, til dømes å skriva to desimalkomma i eit tal, avrundingsfeil som avslørte manglande forståing for desimaltal, og svar som ikkje gav praktisk meining. Arbeidsformennene klarte å bruka den kunnskapen dei hadde frå før til å finna ein ukjend målestokk. Det er dette som vert kalla inverse problem. Dei klarte også i stor grad å arbeida med målestokkar som dei ikkje var familiære med.

Nunes et al. seier følgjande om desse resultata: «The ability to solve inverse problems with unfamiliar scales clearly demonstrates that street mathematics can go beyond everyday practice, although this may not be true for everyone.» (1993, s. 101).

I doktorgradsstudien til Rangnes arbeidde elevane også med målestokk, men det har ikkje vore hovudfokuset hennar. Av anna norsk litteratur om dette, har eg funne ei hovudfagsoppgåve som har tittelen «Matematikk i huset. Eit prosjekt om målestokk omkrins og areal». (Samland, 1998). Hovudfokuset her er ikkje forståinga for målestokkomgrepet, men kvardagsmatematikk.

2.2 Læring

Når eg her skal sjå på teori om læring, fokuserer eg først på kva læringssyn eg legg til grunn for oppgåva mi. Deretter presenterer eg teorien om grenser, grensekryssing og grenseobjekt og potensialet for læring på grensene.

2.2.1 Læringssyn, situert læring og læringsfellesskap

Eg vil her prøva å leggja fram ulike syn på læring som er med å prega mitt læringssyn. Vi kan spørja om det å vera medviten om eige læringssyn er viktig. Som eit svar på det siterer eg følgjande:

> Men viss vi mener, at information, som er lagret på bestemte måder, kun er en lille del av indsigt, og at indsigt primært er forbundet med aktiv deltagelse i sociale fællesskaber, synes den traditionelle form ikke så frugtbar. (Wenger, 2003, s. 137)

Her er innsikt meir enn berre å lagra informasjon. Det handlar meir om å delta i sosiale praksisar, og eit slikt læringssyn vil påverka kva ein ser på som god undervisning. På same måten vil andre læringssyn påverka korleis undervisninga blir.

Eg er sjølv utdanna i ein nokså tradisjonell skule der læraren forklarte og elevane imiterte, og eg har opplevd at eg treivst med det og lærte mykje på den måten, men i dei seinare år har eg som lærar blitt meir medviten på eit konstruktivistisk læringssyn, der kvar einskild person konstruerer sin kunnskap sjølv, og ikkje berre tek i mot og overtek kunnskap frå andre. At dette gjerne skjer i fellesskap med andre, er også viktig, og då er me fort over i eit sosialkonstruktivistisk læringssyn.

Wenger har prøvd å utvikla ein sosial læringsteori. Teorien definerer læring først og fremst som sosial deltaking som «består i at være aktive deltagere i sociale fællesskabers praksisser og konstruere identiteter i relation til disse fellesskaber.” (Wenger, 2003, s. 130-131). Ein slik sosial teori om læring skal integrera dei komponentane som er nødvendige for å karakterisera sosial deltaking som ein prosess. Komponentane er: Fellesskap, identitet, praksis og meining (ibid.).

I samband med læring på yrkesfaglege studieretningar kan situert læring (Lave & Wenger, 1991) og praksisfellesskap (Wenger, 2003) vera viktige omgrep. Lave og Wenger (1991) har studert lærlingar i ulike yrke og er opptekne av mester-lærlingrolla. Med utganspunkt i dette utviklar dei omgrepet legitim perifer deltaking, som handlar om at som medlem i eit læringsfellesskap går du frå å vera delvis integrert i læringsfellesskapet til gradvis å bli fullt deltakande. Wenger seier følgjande om læring: «Læring er et middel til udvikling av praksisser og inddragelse av nyankomne, samtidig med at den også (tilmed via same proces) er et middel til udvikling og forandring af identiteter.» (2003, s. 142)

I den sosiale læringsteorien generelt, og også når ein snakkar om situert læring, blir praksisfelleskap viktige. I studien min tenkjer eg at skulen som heilskap i seg sjølv er eit praksisfellesskap, som igjen kan delast inn i mindre fellesskap. Dermed blir matematikkgruppa eit praksisfellesskap og klassen som er i lag i programfaga blir eit anna praksisfellesskap (når me her snakkar om praksis, brukar me ordet annleis enn når me snakkar om praksis kontra teori). Alle elevane som deltek i desse fellesskapa vil sjølvsagt også vera del av andre praksisfellesskap, som til dømes familie, vennegjeng og fotballag, der læring føregår. Å snakka om situert læring og legitim perifer deltaking er enklare i programfaga enn når ein snakkar om matematikkundervisninga, som fort kan oppfattast som ikkje situert læring. Kanskje vil det vera nyttig å leggja opp matematikkundervisninga slik at ho blir meir praksisnær i håp om å oppnå meir situert læring.

Denne mastergradsoppgåva byggjer altså på eit konstruktivistisk læringssyn, og dels på eit sosialkonstruktivistisk læringssyn. Eg tenkjer at læring ikkje skjer berre ved at ein overtek kunnskap frå andre, men at ein sjølv konstruerer kunnskap, ofte i fellesskap med andre. Men blir det sosialkonstruktivistiske læringssynet drege for langt, opplever eg at individet og det som det enkelte individ lærer, kjem for mykje i bakgrunnen. Eg tek altså med meg Lave og Wenger sine teoriar som grunnlag, men individet og korleis det skaffar seg kunnskap, innsikt og meining vil nok likevel vera hovudfokuset. Sjølv om fellesskapet er svært viktig for læring, trur eg at læring også kan skje i einerom, når einskildpersonar sjølv studerer, tenkjer og reflekterer. For meg er dette ikkje motsetningar, men to sider av same sak.

2.2.2 Læringspotensiale på grenser mellom praksisar

Omgrepet grense er kjent frå matematikken. Når eg her snakkar om grenser, er det ikkje i matematisk tyding. Eg tek utgangspunkt i ein studie av forsking som er gjort på omgrepa grensekryssing og grenseobjekt (Akkerman & Bakker, 2011). Her er *grense* definert på følgjande måte:

> A boundary can be seen as a sociocultural difference leading to discontinuity in action or interaction. Boundaries simultaneously suggest a sameness and continuity in the sense that within discontinuity two or more sites are relevant to one another in a particular way. (s. 133)

Grenser handlar altså om eit møtepunkt mellom kulturar eller praksisar som er ulike men som samstundes har noko felles og som er relevante i forhold til kvarandre på eit eller anna vis. Det må i høgste grad kunna seiast om undervisning i matematikk på bygg- og anleggsteknikk og bruken av matematikk i program på same studieretning. Matematikkfaget og programfaga er definitivt ulike, men samstundes arbeider elevane begge stader med nokre av dei same emna. Det som kan vera interessant er å sjå om det her oppstår ein diskontinuitet, også i elevane si forståing.

Grensekryssing blir vanlegvis referert til som ein person sine overgangar og interaksjonar på tvers av ulike lokaliseringar (Suchman i Akkerman & Bakker, 2011, s. 133). Det vil i vårt tilfelle vera interessant å sjå om lærarane, og dermed også elevane, kryssar grensa mellom matematikkfaget og programfaga når dei arbeider med målestokkomgrepet.

Omgrepet «Transfer of knowledge», som eg omset til overføring av kunnskap, har blitt brukt på mange ulike måtar, og det er difor vanskeleg å definera det heilt. Difor er det kanskje meir meiningsfullt å snakka om grensekryssing (Säljö, 2003), som ikkje er det same som overføring av kunnskap, men som er eit noko vidare og kanskje klarare definert omgrep.

> Although transfer is mostly about onetime and one-sided transitions, primarily affecting an individual who moves from a context of learning to one of application (e.g., from school to work), concepts of boundary crossing and boundary objects are used to refer to ongoing, two-sided actions and interactions between contexts. These

> actions and interactions across sites are argued to affect not only the individual but also the different social practices at large. (Akkerman & Bakker, 2011, s. 136)

Her er eg merksam på det tosidige perspektivet og tidsperspektivet, samhandling over tid. Omgrepet «boundary objects» kallar eg grenseobjekt på norsk. Det finst ulike definisjonar, og ein av dei er at grenseobjekt er artefakter som hjelper med grensekryssing ved å oppfylla ein brubyggjande funksjon (Star i Akkerman & Bakker, 2011, p. 133). Eit døme på eit slikt grenseobjekt kan vera porteføljar som lærarskulestudentar har med seg frå universitetet/høgskulen ut i praksis og tilbake igjen. Rangnes (2012) seier at slike objekt kan vera fysiske eller abstrakte. Eg vel å bruka denne meir utvida forståinga av kva eit grenseobjekt er, altså ikkje nødvendigvis berre eit fysisk objekt, men det kan også vera abstrakt, til dømes ein ide, eit omgrep eller liknande.

Omgrepa grenser, grensekryssing og grenseobjekt er brukt innanfor svært mange fagfelt. Akkerman og Bakker (2011) gjev ein oversikt over kor, korleis og i kor stort omfang desse omgrepa er brukte i forskingsartiklar som omhandlar læring i eit vidt perspektiv, altså ikkje berre læring i skulesamanheng. Studien (ibid.) undersøkjer blant anna forsking som er gjort om personar på grensene, objekt på grensene og forsking som handlar om at grenser har ein fleirtydig natur. Vidare handlar den om potensialet for læring på grensene. Det er fire læringsmekanismar i forskingslitteraturen knytt til grensekryssing. Dei fire mekanismane er identifikasjon, koordinering, refleksjon og transformasjon.

Identifikasjon i samband med grensekryssing handlar om uklare grenser mellom ulike praksisar på kvar sida av grenselina. Då handlar grensekryssing om å definera praksisane i forhold til kvarandre. Det handlar vidare om det underliggjande behovet for legitimering av sameksistens av praksisane på kvar si side av grensa.

Når Akkerman og Bakker studerer forsking om grensekryssing med fokus på koordinering er det fire prosessar dei får auge på. For det første er det at koordinering krev ei kommunikativ tilknyting mellom ulike praksisar eller perspektiv. Vidare handlar koordinering om innsatsen for å omsetja frå ein praksis til ein annan. For det tredje handlar koordinering om å auka gjennomtrengingsevna på grensene, og den fjerde prosessen går på å finna rutinar som hjelper med koordineringa på tvers av grensene.

Læringsmekanismen *refleksjon* handlar om korleis grensekryssing kan hjelpa å tydeleggjera skilnader mellom praksisar slik at ein kan læra noko nytt om både eigen og andre sin praksis.

Medan identifikasjons-mekanismen først og fremst handla om å legitimera eigen praksis, ser me at refleksjon går hakket vidare. Her handlar det ikkje om å sjå skilnadane for å legitimera eigen praksis, men for å læra noko nytt.

Den siste læringsmekanismen er *transformasjon*, og det handlar om endringar i praksis, eller eventuelt oppretting av ny praksis i grenseområdet. Eg vil i min studie ikkje kunna sjå noko på endringar av praksis sidan eg ikkje studerer feltet over tid, men eg kan kanskje oppdaga potensiale for endring.

2.3 Omgrepsutvikling og matematisk forståing

Når eg i denne studien skal studera elevar si forståing av omgrepet målestokk, brukar eg både teori som handlar om omgrepsforståing generelt og teori om matematisk forståing spesielt.. Eg vil her gå nærare inn på ulike teoriane eg brukar.

2.3.1 Utvikling av vitskaplege omgrep

Når Vygostky (1962/1986) snakkar om omgrepsdanning hjå barn, skil han mellom to ulike typar omgrep. Han kallar dei for spontane og ikkje-spontane omgrep. Ikkje-spontane omgrep kallar han også vitskaplege omgrep. Han seier at vitskaplege omgrep utviklar seg tidlegare enn spontane omgrep. Det vil ikkje seia at barna ikkje brukar dei spontane omgrepa, men det vil seia at dei klarer ikkje så tidleg å forklare omgrepa. Dei vitskaplege omgrepa lærer dei gjerne i skulen og har der lært å setja dei i samanheng med andre omgrep og å forklara dei, men dei er ofte abstrakte og barna klarer ikkje knyte dei til verkelegheita. Men når barn har kome omtrent i fjerde klasse er dei spontane og dei vitskaplege omgrepa omtrent på same nivå, det vil seia at elevane også klarer å forklara die spontane omgrepa. Ut frå dette kan me rekna med at elevane i vidaregåande skule er på same utviklingsnivå i forhold til både spontane og ikkje-spontane omgrep.

Omgrepet målestokk vil vera eit vitskapleg omgrep som barna har møtt i skulen og gjennom undervisninga. Eit spontant omgrep kan vera il dømes hus eller teikning. Tileigninga av vitskaplege omgrep føregår ved hjelp av dei allereie tileigna omgrepa. I vårt tilfelle vil elevane ha tileigna seg omgrepet målestokk blant anna gjennom bruk av spontane omgrep som til dømes hus, kart eller teikning. Å bli medviten om eit omgrep handlar om generalisering som handlar om danninga av eit overordna omgrep der det gjevne omgrepet er eit særtilfelle. Omgrepet blir altså sett inn i eit relasjonssystem. Her kan det tenkjast at i dette relasjonssystemet inngår også andre vitskaplege omgrep (ibid.).

I målestokkomgrepet kan andre vitskaplege omgrep som forholdstal eller forstørringsfaktor inngå som ein del av dette relasjonssystemet. Elevane i vidaregåande har møtt omgrepet målestokk tidlegare i skulegangen, så omgrepsdanninga er forhåpentlegvis allereie i gang, men spørsmålet er kor medvite dei brukar omgrepet. Eit spørsmål me kan stillar er om undervisninga er lagt opp på ein slik måte at elevane ser samanhengane mellom målestokkomgrepet og andre både matematisk-vitskaplege omgrep, omgrep få programfaga og spontane omgrep. Kanskje kan erfaring med målestokk i programfaga vera med å gjera målestokkomgrepet i matematikkfaget rikare for elevane.

Vygotsky (1986) innfører også omgrepet den næraste utviklingssona, som er skilnaden på barnet sin faktiske intelligensalder og det nivået det kan nå med hjelp av til dømes ein lærar. Når eg prøver å sjå på elevane si forståing av målestokkomgrepet, kan det difor også vera interessant å sjå om dei har nådd det nivået, eller om dei ved hjelp av ein lærar eller andre kunne nådd lenger og fått ei djupare forståing.

2.3.2 Instrumentell og relasjonell forståing

I samband med at eg ønskjer å sjå på elevar si forståing for eit matematisk omgrep, er det interessant å finna forsking som handlar om forståing i matematikk. Skemp (1976) har utvikla ein teori der han snakkar om to typar forståing. *Instrumentell forståing* er det han kallar «rules without reasons» (1976, s. 2). Det er den type forståing mange elevar og lærarar tenkjer på når dei snakkar om matematisk forståing. Når dei har lært reglane og kan bruka dei, tenkjer dei at dei har forstått det. *Relasjonell forståing* derimot handlar om å vita både kva ein skal gjera og kvifor (ibid.)

Skemp (1976) ser vidare på fordeler og ulemper ved dei to typane matematisk forståing. Dersom ein elev som ønskjer å forstå relasjonelt, opplever ei instrumentell undervisning kan det vera øydeleggjande. Det motsette tilfellet er ikkje like problematisk. I første omgang kan det kan vera lettare å forstå intrumentelt, og du får ofte raskare resultat; rette svar på ei side i ei bok. Fordelane med relasjonell forståing overgår likevel fordelane med instrumentell forståing. Relasjonell forståing er lettare å bruka i nye oppgåver og nye situasjonar. Det er også lettare å hugsa, fordi det handlar om samanhengar og ikkje berre å hugsa mange små åtskilde reglar. Relasjonell forståing er bra i seg sjølv fordi det kan vera med å skapa motivasjon. Relasjonell forståing er også positive fordi den har ein organisk kvalitet. Kunnskapen blir lagra i samansette skjema som kan veksa og utvidast (ibid.).

Med bakgrunn i desse to typane forståing blir det også to typar matematikk, instrumentell og relasjonell matematikk, og Skemp (1976) konkluderer med at relasjonell matematikk er det som er å føretrekkja.

Inndelinga i desse to typane forståing passar veldig godt med mi eiga erfaring som lærar frå yrkesfaglege studieretningar. Svært mange elevar som slit i matematikk, klarer å læra seg nokre reglar og kanskje klara å få ein ståkarakter, men har kanskje ikkje forstått kva dei held på med. Ut frå Skemp sin teori manglar dei altså ei relasjonell forståing. Eg vil sjå om eg også ser dette igjen hjå elevane eg møter i studien min.

2.3.3 Operasjonell og strukturell forståing

Sfard (1991) har utvikla ein teori om matematisk forståing i håp om å få svar på kvifor det er slik at det verkar som om matematikkfaget er særleg vanskeleg å forstå for svært mange. Ordet «concept», som eg omset til omgrep, viser til ein matematisk ide som ein teoretisk konstruksjon. Ordet «conception» blir definert som «The whole cluster of internal representations and associations evoked by the concept – the concepts counterpart in the internal, subjective «universe of human knowing»» (Sfard, 1991, s. 3) Eg vel vidare å omsetja ordet «conception» med omgrepsforståing.

Teorien til Sfard (ibid.) handlar om den dobbelte naturen til matematisk omgrepsforståing. Abstrakte omgrep eller notasjonar kan bli forstått på to ulike måtar, anten strukturelt som objekt eller operasjonelt som prosessar. Sfard seier at det finst mykje både psykologisk og filosofisk forsking som handlar om ei todeling på eit eller anna vis, til dømes at ein snakkar om instrumentell og relasjonell matematisk forståing (Skemp, 1976). Hjå Sfard (1991) er strukturell eller operasjonell forståing ikkje ei todeling, men ein dualitet, altså noko tosidig. Læring består av ein vekselverknad mellom operasjonelle og strukturelle oppfatningar av omgrepa. Dei er altså ikkje motsetningar, men heller komplementære storleikar som kan samanliknast med bølgje-partikkel-dualiteten til fotona (ibid.).

Sjølv om den strukturelle og den operasjonelle forståing er komplementære, er det «a deep gap between operational and structural conceptions» (Sfard, 1991, s. 4). Ser ein på matematikken si utvikling på ulike område, har den gått frå ei operasjonell forståing og til ei strukturell forståing. Det skjer også i dag skjer når me skal læra matematikk og læra nye matematiske omgrep. Det byrjar med ei operasjonell forståing der ein ser på det matematiske omgrepet som ein prosess, og så kan det utvikla seg vidare til ei strukturell forståing der det matematiske omgrepet blir eit objekt. Då har ein danna seg eit mentalt bilete av kva dette er, Kanskje er det her i overgangen frå ei operasjonell omgrepsforståing til ei strukturell omgrepsforståing av dei store vanskane med matematikken ligg. Fordelen med ei slik strukturell forståing er at det er ei heilskapleg forståing, ein har eit indre bilete som dekkjer heile omgrepet, medan ved ei operasjonell forståing må ein hugsa mange små trinn i ein prosess, altså ei mindre heilskapleg forståing (ibid.).

I følgje teorien om operasjonell og strukturell forståing (Sfard, 1991) er det tre stadium i prosessen med omgrepsdanning. Det første stadiet er «interiorization» eller innlemming av omgrepet. Denne innlemminga handlar om at den som skal læra blir kjent med prosessar som kan vera med å danna eit nytt omgrep. Eit enkelt døme på det er prosessen å telja som fører til omgrepet naturlege tal.

Det neste stadiet i omgrepsdanninga er «condensation» som tyder fortruleggjering. Dette er eit stadium der ein person blir meir og meir i stand til å sjå på ein prosess som ein heilskap. Dermed blir det lettare å kombinera ulike prosessar med kvarandre, samanlikna og generalisera. Auka fortruleggjering vil også gjera at ein lettare kan alternera mellom ulike representasjonar av eit omgrep.

Både innlemming og fortruleggjering er kvantitative prosessar. Omgrepsforståinga aukar altså gradvis i desse stadia, og det skjer ikkje noko kvalitativt nytt. I det siste stadiet, «reification», altså bevisstgjering, er det annleis. På dette stadiet skjer det ei kvalitativ endring i omgrepsforståinga som går frå å vera operasjonell til strukturell, frå prosess til objekt, og dette er som eit kvantesprang. Sfard (1991) forklarer dette slik: «Various representations of the concept become semantically unified by this abstract, purely imaginary construct.» (s.20)

Korleis passar så forståing for målestokkomgrep inn i denne modellen. Innlæring av dei fleste matematiske omgrep, skjer altså i følgje Sfard (1991) sin teori først operasjonelt og deretter eventuelt strukturelt der ein får ei meir heilskapleg forståing og dannar seg eit indre bilete. Når det gjeld geometriske omgrep stemmer ikkje det heilt. I og med at geometriske storleikar lett kan visualisert, kan ein lett danna seg eit mentalt bilete ut frå eit ytre bilete, til dømes av ein sirkel. Dette vil vera heilt annleis enn dersom ein til dømes skal læra om funksjonar. Dermed kan det henda at ved innlæringa av nye geometriske omgrep, kan elevar oppnå ei strukturell forståing med det same og treng dermed ikkje gå vegen om ei operasjonell forståing (ibid.). Då er spørsmålet mitt om dette gjeld all geometri, også emnet målestokk. Av tidlegare erfaring med målestokkomgrepet, veit eg at det kan vera vanskeleg. Sjølv om du kan ha visuelle hjelpemiddel, som arbeidsteikningar eller kart, viser ikkje desse kva sjølve målestokken er. Eg trur at her vil kanskje ei operasjonell forståing koma før ei strukturell forståing, sjølv om målestokk ofte blir rekna som ein del av geometrien.

Korleis heng så Sfard sin teori saman med Skemp sine to omgrep, instrumentell og relasjonell forståing. Sfard seier det slik:

> To sum up, structural conception is probably what underlies the relational understanding, defined by Skemp (1976) as «knowing both what and why to do», or having *both rules and reasons.* Purely operational approach would usually give no more than instrumental understanding, once presented by Skemp as having *rules without reasons.*» (Sfard, 1991, s. 29-30)

Medan Skemp set instrumentell og relasjonell forståing opp mot kvarandre og seier at det eine er betre enn det andre, seier Sfard at både operasjonell og strukturell omgrepsforståing er nødvendige i ein prosess for innlæring av nye matematiske omgrep. Ho seier likevel at ei strukturell forståing er å føretrekkja som det endeleg produktet, blant anna fordi det vil letta vidare innlæring og dessutan auka evna til problemløysing.

Vidare er det ein nær samanheng mellom fortruleggjering med eit omgrep på eit nivå og innlemming av omgrepet på eit høgare nivå (Sfard, 1991). Fortruleggjeringa av eit omgrep skjer ofte i det ein byrjar å bruka eit omgrep på eit høgare nivå, altså at ein utfører prosessar med omgrepet på eit høgare nivå. «The lower-level reification and the higher-level reification are prerequisite for each other» (Sfard, 1991, s. 31). Det seier seg sjølv at dersom det er slik, er det ein viss sjanse for at dette ikkje går bra. Kanskje kan dette vera med å forklara kvifor matematikk er så vanskeleg for så mange. Dermed er det i desse overgangane me som lærarar må vera særleg merksame. For dette kan føra til periodar der elevane opplever at dei arbeider med noko dei ikkje forstår, og dei kan lett gje opp. Her må me oppmuntra dei til å halda ut slik at dei klarer å koma vidare og oppnå ei strukturell omgrepsforståing (ibid.).

2.3.4 Multiplikative strukturar

I matematikk heng mykje saman. Målestokkomgrepet er ikkje eit omgrep som kan lærast og bli forstått uavhengig av andre matematiske omgrep og prosessar. Vergnaud (1983, 2009) er oppteken at dette og innfører omgrepet «conceptual fields» som eg omset med omgrepsfelt. Han definerer eit omgrepsfelt på følgjande måte: «A conceptual field is a set of problems and situations for the treatment of which concepts, procedures, and representations of different but narrowly interconnected types are necessary.» (Vergnaud, 1983). Prosessen med omgrepsdanning tek plass i alle slag typar aktivitet, også enkle aktivitetar og aktivitetar utan ord. Meir samansette omgrep må bli kontekstualiserte og eksemplifiserte i situasjonar for å gje meining og for å bli operasjonelle (ibid.). Ordet operasjonelle er her brukt på ein annan måte enn hjå Sfard (1991). Der er operasjonell forståing å sjå på det matematiske omgrepet som ein prosess, medan Vergnaud (1983) snakkar om operasjonell kunnskap som kunnskap som kan brukast. Når eg seinare brukar omgrepet operasjonell forståing, er det i Sfard si tyding av ordet.

Vergnaud har arbeidd mykje med to omgrepsfelt; additive strukturar og multiplikative strukturar. Til omgrepsfeltet multiplikative strukturar høyrer til dømes multiplikasjon, divisjon, brøkar, forhold og formlikskap (Vergnaud, 1983). Dermed vil målestokk også koma innunder dette omgrepsfeltet, sidan det har samanheng med forholdstal. I samband med omgrepsfeltet multiplikative strukturar, finst det tre ulike typar problem: i) isomorfisme av målingar, ii) produkt av målingar og iii) multiple proporsjonar anna enn produkt (ibid.).

Dei fleste oppgåvene om målestokk som eg har studert vil koma inn under struktur i), bortsett frå oppgåver med målestokk og areal som eg tenkjer kjem inn under struktur ii) eller er ei blanding av struktur i) og ii). Teorien om multiplikative strukturar kan vera interessant i dei vidare analysane av elevane si forståing for målestokkomgrepet og eg vil difor sjå litt nærare på det Vergnaud (1983) seier om kategori i) og ii).

Isomorfisme av målingar handlar om at det er eit direkte forholdstal mellom målingar i to målingsrom, M1 og M2. I samband med målestokk kan vi til dømes seia at målingar på kart/teikning høyrer til i M1, medan verkelege mål høyrer til i M2. Isomorfisme av målingar kan igjen delast inn i fire underklassar av oppgåver; multiplikasjon, type-1-divisjon, type-2-divisjon og regelen-om-tre-problem. (ibid.) Det sistnemnde såg eg at også Nunes et al. (1993) skreiv om i samband med deira forsking om målestokkoppgåver gitt til elevar og arbeidsformenn.

Multiplikasjonsoppgåver kan løysast på ulike måtar. Dersom ein berre har reine tal er det naturleg å bruka lova om binære samanstillingar som vil seia at du berre multipliserer a og b for å finna den ukjende x (Vergnaud, 1983). Dersom ein derimot har storleikar som ikkje er reine tal, for eksempel at ein kjøper 5 kg appelsin til 7 kr kiloen, er det ikkje opplagt, reint matematisk, at svaret skal vera kr og ikkje kg når ein multipliserer desse to saman. Difor snakkar Vergnaud om operasjonar med eit element der ein anten kan bruka ein skalar operator eller ein funksjonsoperator dersom ein har å gjera med storleikar og ikkje berre reine tal. Å bruka skalar operator vil ofte vera enklast, for då treng ein ikkje rekna med einingar. Då kan ein t.d. seia at 5 kg appelsin er 5 gonger så mykje som 1 kg appelsin. Difor må prisen på fem kg appelsin også vera lik 5 gonger så mykje som prisen på 1 kg appelsin.

Dersom ein reknar med ein funksjonsoperator i tilfellet ovanfor vil operatoren vera • 7kr/kg. Skal ein rekna med ein funksjonsoperator i samband med målestokk der målestokken er t.d. 1:100, vil funksjonsoperatoren bli 100 cm i verkelegheita/cm på teikninga.

Første-type-divisjon er divisjonar der ein skal finna einingsverdien (ibid.). Dersom me brukar eit liknande døme som det ovanfor, vil det seia at ein til dømes ønskjer å finna prisen på 1 kg appelsin når ein veit at 5 kg appelsin kostar 35 kr, og at prisen per kg er 7 kr/kg.

I andre-type-divisjonar kjenner ein derimot einingsverdien (ibid.). Dersom ein igjen brukar tala frå dømet ovanfor, vil ein slik divisjon koma frå ei oppgåve der ein ønskjer å rekna ut kor mange kilo appelsin ein har når ein betalte 35 kr og kiloprisen var 7 kr/kg.

Den siste type isomorfisme av målingar har ein ved regelen-om-tre-problem (ibid.). I slike oppgåver kjenner ein ikkje, og er heller ikkje ute etter å finna einingsverdien. Ein kjenner derimot verdien av fleire einingar. Dersom me held fram med å bruka dømet med prisen på appelsin, så ville eit slikt problem vore til dømes at ein kjenner prisen på 2 kg appelsin men ønskjer å finna prisen på 5 kg appelsin. Vergnaud (1983) nemner fem ulike løysingsprosedyrar i samband med det. Det er skalare løysingar, funksjonsløysingar, å finna einingsverdien, regelen om tre og til slutt det han kallar skalar dekomposisjon.

Struktur ii), produkt av målingar, er «a structure that consists of the Cartesian composition and two measure-spaces, M1 and M2, into a third, M3» (Vergnaud, 1983, s. 134). Oppgåver med areal og volum er døme på produkt av målingar. Dermed vil også oppgåver med målestokk og areal koma inn under dette. Her vil det ikkje, som når det gjaldt struktur-i)-oppgåver, vera eit matematisk problem kva eining tala i M3 skal ha. Reknar ein areal der måla i M1 og M2 er i centimeter skal måla i M3 vera i kvadratcentimeter.

3. Metode

I dette kapittelet vil eg gjera greie for metoden eg har brukt i arbeidet med mastergradoppgåva. Det gjeld heilt frå førebuingar, via datainnsamling og analyse og til eit ferdig produkt.

3.1 Val av forskingsdesign

Eg har valt å gjera eit kvalitativt studie, og ein av grunnane til det er at det gjev høve til å grava litt djupare og koma litt tettare inn på einskildpersonar. Det kan vera nyttig når føremålet er å undersøkja elevar si matematikkforståing.

Kvalitativ forsking har sine sterke sider som kvantitativ forsking ikkje har. Johannesen, Tufte og Christoffersen seier følgjande om kvalitativ metode: «Kvalitativ metode er særlig hensiktsmessig viss vi skal undersøke fenomener som vi ikke kjenner særlig godt, og som det er forsket lite på, og når vi undersøker fenomener vi ønsker å forstå mer grundig.» (2010, s. 32). Ut frå det eg skreiv i kapittel 2.1, er det forholdsvis lite forsking på emnet eg skal studera, og eg ønskjer også å gå grundig og djupt inn i materialet.

Mange vil kanskje meina at eit problem ved kvalitative studiar er at ein ikkje kan generalisera på same måten som ved kvantitative studiar, der ein ofte generaliserer frå eit utval til ein populasjon. I kvalitative studiar snakkar ein i staden om «naturalistic generalisation» (Stake, 2010), på norsk gjerne oversett med lesargeneralisering. Lesargeneralisering vil seia at ein lesar kan kjenna seg igjen i forskinga og resultata av forskinga og oppleva det som relevant og nyttig. Eg har difor eit håp om at til dømes andre lærarar som underviser matematikk på yrkesfaglege studieretningar skal oppleva det eg har arbeidt med og skrive om som relevant i forhold til deira arbeid.

Det finst mange ulike typar kvalitative studiar og ulike måtar å samla inn datamateriale på. Thagaard seier følgjande: «Kvalitative tilnærminger preges av et mangfold i typer data og analytiske fremgangsmåter. Tradisjonelt har kvalitative metoder blitt forbundet med forsking som innebærer nær kontakt mellom forsker og de som studeres, som ved deltakende observasjon og intervju.» (2009, s. 11). Sidan eg ønska å studera elevar si matematikkforståing, har eg sett det som tenleg å samla inn eller konstruera datamateriale ved hjelp av klasseromsobservasjon og intervju med elevar og lærarar. I tillegg har eg til ein viss grad brukt elevarbeid som utgangspunkt for spørsmål i intervjua. Eg kjem til å gå nærare inn på dei ulike innsamlingsmetodane etterkvart.

3.2 Forarbeid

3.2.1 Val av skule, gruppe og intervjuobjekt

Tanken min heilt frå starten var at eg ville gjera mastergradsprosjektet mitt på berre ein skule sidan eg ønska å gjera eit casestudie der eg kunne gå i djupna. Dersom eg hadde valt to skular, kunne det vore ein innfallsvinkel å samanlikna dei to skulane, men sidan mitt hovudfokus var elevar si forståing og ikkje undervisninga, tykte eg ikkje det var så nødvendig og kanskje heller ikkje så fruktbart å ha fleire skular. Det ville også fort blitt svært omfattande og eg ville kanskje ikkje kunna gå så djupt inn i datamaterialet som eg ønska. Eg tok likevel kontakt med rektor på tre skular på Sørvestlandet, for å høyra om dei kunne vera interesserte i å la meg koma å gjera feltarbeidet mitt på skulen deira. Frå to skular fekk eg positiv tilbakemelding, medan den tredje takka nei grunna travle lærarar som sjølv studerte.

Eg valde den skulen som verka mest interessert og positiv. Skulen er ein middels stor vidaregåande skule som tilbyr både studiespesialiserande og yrkesfaglege utdanningsprogram, deriblant Vg 1 bygg- og anleggsteknikk, og Vg2 byggteknikk og treteknikk.

På denne skulen kan elevane på Vg1 bygg- og anleggsteknikk velja mellom praktisk matematikk (1P) og teoretisk matematikk (1T). Elevane er ikkje inndelte i klassar etter kva slag matematikk dei har valt. Matematikkgruppene består difor av elevar frå ulike klassar. Frå tidlegare erfaring veit eg at dei fleste elevane på bygg- og anleggsteknikk tek praktisk matematikk. Det er nok også dei som vel praktisk matematikk som ofte slit mest i matematikk, så eg ønska difor å samla inn data frå ei slik matematikkgruppe.

Skulen eg valde brukar Cappelen sitt læreverk, Sinus, og gruppene i praktisk matematikk på bygg- og anleggsteknikk brukar Sinus 1 BA-P (Oldervoll, Orskaug, Vaaje & Hanisch, 2009) som er ei lærebok særleg tilpassa den studieretninga.

Eg fekk kontakt med to matematikklærarar som underviste praktisk matematikk på bygg- og anleggsteknikk. Den eine av desse to underviste matematikk i ei lita gruppe elevar som hadde behov for litt ekstra fagleg oppfølging. Eg hadde i utgangspunktet tenkt å observera og intervjua elevar frå to grupper som hadde praktisk matematikk (1P), blant anna denne gruppa, men me fann ut at det kunne bli litt overveldande for elevane dersom eg skulle koma inn i ei så lita gruppe. I tillegg kunne datamengda bli vel stor for meg dersom eg skulle observera i to grupper.

Den andre læraren underviste ei gruppe som bestod av elleve elevar. Det var i denne gruppa eg valde å gjera klasseromsobservasjonar og seinare elevintervju. Matematikklæraren i denne gruppa var utdanna allmennfaglærarar og hadde ikkje undervist matematikk før. Eg intervjua han, men valde i tillegg også å intervjua læraren som hadde den vesle gruppa i matematikk. Ho var ein erfaren matematikklærarar, men hadde for det meste undervist på helse- og sosialfag, så matematikkundervisning på bygg- og anleggsteknikk var nokså nytt også for henne.

Sidan eg ville undersøkja om det var noko felles matematikkforståing på tvers av faggrensene, fann eg etterkvart ut at det ville vore interessant å få inn perspektivet frå nokre lærarar frå bygg- og anleggsteknikk og fekk kontakt med to erfarne lærarar derfrå. Den eine av dei underviste berre på Vg2 dette skuleåret, men hadde tidlegare hatt Vg1-klasser. Den andre underviste Vg1 i år, men hadde også undervisningserfaring frå Vg2.

3.2.2 Søknad til NSD og innhenting av samtykke

Søknad til NSD vart sendt i første halvdel av november, og eg fekk svar tilbake etter kort tid om at prosjektet mitt var godkjent. Eg kunne då gå i gang med å innhenta samtykke frå elevar og lærarar (sjå infoskriv og samtykkeerklæringar, vedlegg 1-3). Sidan alle elevane i gruppa var over femten år og eg ikkje skulle innhenta sensitiv informasjon, var det ikkje nødvendig å innhenta samtykke frå foreldra. Alle elevane samtykte skriftleg i å delta, noko som gjorde det vidare arbeidet mitt enklare. Også begge matematikklærarane og dei to byggfaglærarane skreiv under samtykkeerklæring.

3.3 Innsamling av datamateriale

Som tidlegare nemnt, valde eg ulike måtar å samla inn datamateriale på, først klasseromsobservasjon og deretter intervju med elevar og lærarar der eg blant anna tok utgangspunkt i nokre av oppgåvene som elevane hadde arbeidt med.

3.3.1 Klasseromsobservasjon

Gruppa der eg skulle gjera klasseromsobservasjonar hadde matematikk i ei 45-minuttsøkt kvar fredag og ei 90-minuttsøkt kvar onsdag. Nedanfor er ein oversikt over tid og innhald i observasjonstimane frå den første veka eg var der. Den andre veka arbeidde dei med Pytagoras læresetning og areal, og eg har difor ikkje teke med nokon oversikt over desse timane, sidan det ikkje var interessant i forhold til problemstillingane eg enda opp med.

Undervisningsøkt	Tema for timen	Tidsbruk	Innhald i timen
Økt nr 1, 5. time fredag 45 minutt	Målestokk	5 min	Elevane kjem inn og finn plassane sine.
		5 min	Lærar deler ut terminprøvar
		12 min	Felles gjennomgang frå tavla, introduksjon av nytt tema, målestokk, med utgangspunkt i målestokk på kart.
		18 min	Elevane arbeider kvar for seg eller saman med andre med to oppgåver om målestokk, oppg. 4.50 og 4.51
		5 min	Felles gjennomgang av oppgåve 4.50
Økt 2, 1.-2. time onsdag, 90 minutt	Målestokk	6 min	Elevane kjem, opprop og felles start på dagen.
		10 min	Kort repetisjon av kva målestokk er. Gjennomgang av oppgåve 4.51 frå fredag.
		10 min	Felles gjennomgang av målestokk med utgangspunkt i ei husteikning i målestokk 1:100 og ein båt i målestokk 1:60. Korte avbrot med individuelt arbeid med oppgåver/døme som deretter blir gjennomgått i fellesskap.
		26 min	Elevane arbeider med oppgåve 4.52-4.55. Læraren går litt rundt og hjelper.
		15 min	Felles gjennomgang av oppgåve 4.52-4.55.
	Pytagoras læresetning	23 min	Introduksjon av nytt emne, Pytagoras læresetning.

Sidan eg hadde vore inne i klassen og presentert meg før, brukte eg lite tid på det i den første undervisningsøkta, men eg delte ut kladdebøker som elevane skulle skriva i i observasjonsperioden. Desse samla eg inn då eg var ferdig med observasjonane.

Elles valde eg å vera ein ikkje-deltakande observatør. Eg sat bakarst i klasserommet og skreiv observasjonsnotat undervegs. Samstundes brukte eg eit videokamera og to lydopptakarar.

Videokameraet plasserte eg ved sida av meg nedst i klasserommet, men eg hadde nokre tekniske problem og fekk ikkje teke opp video heile tida medan eg var inne og observerte. Sjølv om eg ikkje hadde video frå alle timane, tykte eg at eg fekk eit godt inntrykk av kva som skjedde gjennom observasjonsnotata mine og audioopptaka. Sidan videokameraet stod bak i klasserommet, var det også nokre gonger uråd for meg i ettertid å vita kven av elevane som snakka til ei kvar tid.

3.3.2 Intervju

Etter at eg var ferdig med observasjonane, snakka eg litt med læraren deira for å finna ut kva elevar eg ville intervjua. Eg ønska å få ein viss breidde i utvalet og valde ut fem elevar med litt ulikt fagleg nivå.

For å samla inn datamateriale hadde eg planlagt å bruka eit videokamera og ein audioopptakar under intervjua, og det fungerte fint på dei første intervjua, men også her skjedde det nokre tekniske glipp frå mi side. To av intervjua manglar eg difor videoopptak frå, men eg har gode audioopptak frå alle intervjua, og det har stort sett vore tilstrekkeleg.

Blant anna fordi eg ønska å sjå kva den einskilde eleven hadde forstått, valde eg å gjera individintervju og ikkje gruppeintervju. Det kunne vore interessant å intervjua yrkesfaglærarar saman med matematikklærarar, men samstundes tenkjer eg at eg kanskje fekk tydelegare fram deira ulike syn når dei var kvar for seg.

Vidare valde eg å bruka semistrukturerte intervju som er ein mellomting mellom det heilt frie intervjuet og det svært strukturerte intervjuet (Thagaard, 2009). Eg laga på førehand tematisk oppbygde intervjuguidar til både elevintervjua og intervjua med matematikklærarar og programfaglærarar (sjå vedlegg 4-6). Intervjua byrja med nokre innleiande spørsmål, før eg gjekk vidare med spørsmål om matematikkfaget og dei konkrete emna eg på det tidspunktet hadde valt å fokusera på, målestokk og Pytagoras læresetning. Intervjua vart runda av med nokre oppsummeringsspørsmål.

Semistrukturerte intervju gjorde det mogleg for meg å styra intervjuspørsmåla slik at eg kunne prøva å få svar på problemstillinga mi. Samstundes gav den type intervju meg ein fridom i forhold til å vera open for interessante vinklingar som måtte koma opp undervegs. Det opplevde eg kanskje særleg i intervjuet med lærarane. Sjølv om semistrukturerte intervju er kjenneteikna av at rekkefølgja på spørsmåla er fri, heldt eg meg i stor grad til den rekkefølgja spørsmåla var skrivne i intervjuguiden.

Ulempa med semistrukturerte intervju kan vera at intervjuaren kan bli ein samtalepartnar meir enn ein intervjuar, og dermed bli litt for dominerande. I ettertid ser eg at det skjedde litt i nokre av intervjua, særleg dersom det var oppgåver som elevane ikkje hadde klart å løysa eller elevsvar som lærarane ikkje hadde så mange kommentarar til. Men trass i nokre slike nybyrjarfeil i intervjuprosessen, sat eg igjen med interessante data frå intervjua.

3.4 Transkripsjon

Når ein skal transkribera, er det ein del avvegingar ein må gjera. Nokre av intervjua vart utsette grunna sjukdom, og difor byrja eg å transkribera klasseromsobservasjonane medan eg venta på å få fullført datainnsamlinga. Resten av transkripsjonane gjorde eg etter at eg var ferdige med alle intervjua.

3.4.1 Kva skal transkriberast?

Eg valde å transkribera frå tre av fire økter som eg observerte, sjølv om den tredje økta handla berre om Pytagoras læresetning. Dette fordi eg på det tidspunktet ikkje hadde avgrensa oppgåva til berre å gjelda målestokkomgrepet. Frå desse tre øktene transkriberte eg det som vart gjennomgått i fellesskap for heile gruppa. Årsakene til det var at eg ikkje hadde gode nok opptak av det elevane sa når dei arbeidde med oppgåver, og dessutan arbeidde dei i periodar nokså sjølvstendig utan å seia så mykje.

Vidare transkriberte eg alle fire lærarintervjua. Dei to første transkriberte eg frå start til slutt, men etter at eg hadde gjort det, fann eg ut at svara på dei første innleiande spørsmåla ikkje var så aktuelle å bruka i analysen og eg transkriberte difor ikkje dette på dei to siste lærarintervjua.

Eg valde å gå nokså breitt ut og intervjua fem elevar, men valde å smalna det inn i etterkant ved å berre transkribera tre elevintervju. Desse tre elevane vart valde mellom anna fordi dei var aktive i timane, noko som gjorde at eg fekk betre kjennskap til dei. Dei var også nokså ulike personar, både fagleg og elles. Som med lærarane fann eg etter kvart i transkripsjonsprosessen ut at dei innleiande spørsmåla i intervjua hadde lite å gje i forhold til problemstillinga mi. Eg transkriberte difor ikkje dette på dei to siste elevintervjua.

3.4.2 Korleis transkribera?

Når ein skal i gang med transkripsjon, må ein velja kva språkdrakt og stil transkripsjonane skal ha. Kvale og Brinkmann seier følgjande om transkripsjonsprosedyren:

> Transkripsjon fra lydopptak til tekst er forbundet med en rekke tekniske og fortolkningsmessige problemstillinger – spesielt angående ordrett talespråkstil versus skriftspråkstil – som det ikke finnes mange standardregler for, men snarere en rekke valg som skal treffes. Det finnes én grunnregel i transkripsjon: skriv uttrykkelig i rapporten hvordan transkripsjonene er utført. (2009, s. 189)

Det er det siste eg prøver å gjera her. Eg har valt å transkribera på normert nynorsk. Ved ord der det er valfridom har eg valt ord som ligg så nær som mogleg opp til det som blir sagt. Eg brukar til dømes orda «viss» og «sånn» dersom det er det som vert sagt, sjølv om eg kanskje heller ville brukt orda «dersom» og «slik» i vanleg tekst elles. Sidan datamaterialet er innsamla i på Sørvestlandet, ligg nynorsk på mange måtar tettare opp til talemålet enn det bokmål ville gjort. Dette gjev difor noko av den nærleiken som ein mistar ved ikkje å transkribera på dialekt.

Kvale et al. (ibid.) seier at språk som er godt formulert munnleg, gjerne kan verka usamanhengande og prega av mange gjentakingar dersom det vert transkribert ord for ord. Munnleg språk som er skriftleggjort utan å ta vekk fyllord og ufullstendige setningar kan dermed verka hakkete og dårleg og kan setja informantane i eit litt dårleg lys. Eg har likevel valt å ta med mykje av det både i observasjonane og i elevintervjua, fordi eg meiner at pausar og nøling, kan seia noko om elevane si forståing (sjå transkripsjonsnøkkel, vedlegg 8). I det transkriberte materialet ser eg at ein og same person kan snakka fort og utan pausar når det er noko han er trygg og sikker på, men nøler og tek mange pausar når det er noko han er usikker på. Det gjev også eit bilete av at personane er ulike, nokre er meir verbale enn andre, nokre er meir tenksame.

Når transkripsjonane er laga på denne måten, vert det lesaren sitt ansvar å ikkje døma verken intervjuar eller intervjuobjekta som enkle eller dumme fordi om vi uttrykkjer oss litt upresist og stotrande.

Når det gjeld lærarintervjua, har eg vore litt mindre detaljert. Grunnen til det er at det er ikkje lærarane si forståing som er i fokus, men meir deira syn på elevane si forståing og korleis undervisninga kan leggjast opp for å skapa forståing. Dermed blir det ikkje så viktig for meg om dei nøler eller tek pausar. Eg har difor ikkje skrive alle mine «Ja» og «Mm» undervegs, og eg har heller ikkje lagt inn alle pausar. I ettertid ser eg at eg gjerne kunne normalisert setningane i desse intervjua noko meir utan å gå glipp av meiningane deira.

Medan eg transkriberte, valde eg å bruka dei verkelege namna til dei eg intervjua og observerte, for deretter å anonymisera. Eg kunne sjølvsagt då ha valt å kalla elevane for elev 1, 2, 3 og så vidare, og lærarane for lærar 1, 2, 3 og 4, men eg tenkjer at også det ville skapt avstand til personane. Eg har difor gitt dei nye namn, og har valt namn som er av same type som det elevane og lærarar har i utgangspunktet. Dette for å gjera materialet så autentisk som mogleg utan å bryta med kravet om anonymisering. I transkripsjonane frå observasjonane er det ein del replikkar der det berre står elev fordi eg ikkje har klart å finna ut kven av elevane som har sagt noko. Eg har elles valt å halda på mitt eige namn i transkripsjonane, i staden for å kalla meg intervjuar.

Eg brukte dataprogrammet NVIVO for å transkribera og transkriberte i første rekkje ut frå audioopptak som eg la inn i det programmet. I etterkant såg eg gjennom videoar når eg tykte det var nødvendig for å supplera eller for å få klargjort ting som var uklare når eg berre høyrde kva som vart sagt i undervisninga eller i intervjua.

3.5 Analyseprosessen

Kva tid startar og sluttar analyseprosessen? Kvale et al. (2009) seier følgjande om det å transkriba intervju: «Når intervjuene transkriberes fra muntlig til skriftlig form, blir intervjusamtalene strukturert slik at de er bedre egnet for analyse. Når datamaterialet struktureres i tekstform blir det lettere å få oversikt over det, og struktureringen er i seg selv en begynnelse på analysen.» (2009, s. 188). Slik opplevde eg at allereie i transkripsjonsprosessen oppdaga eg nye sider ved datamateriale og la merke til ting som eg ønska å analysera nærare.

3.5.1 Tilnærming til analysen

Etter at eg var ferdig med transkripsjonane byrja eg å laga såkalla noder i NVIVO. Noder er kategoriar som du kan sortera datamaterialet ut frå. Under kvar node kan du leggja inn sekvensar frå transkripsjonane. Noder og undernoder laga eg både med utgangspunkt i problemstillingane mine og med utgangspunkt i intervjuspørsmåla (sjå vedlegg 7).

I denne fasen hadde eg ennå planlagt å sjå på elevar si forståing av både målestokkomgrepet og av Pytagoras læresetning, men eg valde å først konsentrera meg om målestokkomgrepet, først og fremst med utgangspunkt i elevintervjua. Eg brukte då nodene som eg hadde laga om målestokk, og strukturerte analysen mykje på same måte som nodene var strukturerte. Eg vurderte først å strukturera analysen slik at eg tok for meg kvart elevintervju for å få eit djupare innsyn i kvar elev si forståing for målestokkomgrepet og byrja difor med å analysera det eine elevintervjuet i forhold til forståing for målestokkomgrepet. Etter kvart fann eg ut at det kunne bli svært omfattande og også ein del gjentakingar dersom eg skulle gjera det same med alle tre elevintervjua. Difor valde eg å sjå på alle tre elevane samla og samanlikna undervegs deira forståing av ulike sider ved målestokkomgrepet. I denne delen av analysen gjekk eg difor ikkje så detaljert inn i alle replikkane i kvar sekvens, men prøvde heller å samanlikna elevane. Analysen er inndelt tematisk der eg ser på ulike sider ved elevane si forståing av målestokkomgrepet. Sekvensane som blir analysert følgjer dermed ikkje intervjua i kronologisk rekkefølgje.

Etter å ha arbeidt ein del med denne delen av analysen, såg eg at eg kanskje burde spissa problemstillinga mi endå meir, for å kunna gå meir i djupna på eit emne. Eg valde difor å kutta ut Pytagoras læresetning og konsentrera meg om målestokkomgrepet. I denne fasen av analyseprosessen var det først og fremst den transkriberte teksten og sekvensane eg valde ut som var i fokus. Eg hadde sjølvsagt teorien i bakhovudet, men eg valde å venta med å dra inn teorien til litt seinare.

For å få vita noko om bakgrunnen for elevane si forståing valde eg å analysera sekvensar frå klasseromsobservasjonane der ulike sider ved målestokkomgrepet vart presentert og gjennomgått. På den måten kunne eg sjå etter samanhengar mellom undervisninga som vart gitt og elevane si forståing for målestokkomgrepet.

Frå starten var eg interessert i å finna ut om og i kor stor grad elevane si forståing for målestokkomgrepet bar preg av at dei var elevar på bygg- og anleggsteknikk. I analysen av elevintervjua såg eg lite spor av det, men eg såg at lærarane hadde mange tankar om yrkesretting og korleis ein skulle undervisa om målestokk. Eg valde difor å gå litt djupare inn i lærarintervjua for å sjå på korleis lærarane meinte at ein kunne undervisa for å skapa større forståing, også på tvers av faggrensene. I utgangspunktet tenkte eg å ta utgangspunkt i alle lærarintervjua, men den eine matematikklæraren, Ole, sa i intervjuet at han følte han hadde så lite erfaring med å undervisa i matematikk at han hadde ikkje så mykje å seia om korleis ein bør undervisa for å skapa forståing. Eg har difor ikkje analysert nokon sekvensar frå intervjuet med han. Det kan verka problematisk sidan han var lærar i gruppa eg observerte, men samstundes gjev analysane av sekvensar frå undervisningsøktene innsikt i korleis han underviste for å skapa forståing.

I heile analyseprosessen brukte eg nodene eg hadde som utgangspunkt for analysen. Men samstundes har eg ikkje brukt alle nodene. Nodene om Pytagoras læresetning er som sagt utelatne, og temaa einingar og omgjeringar mellom einingar og relasjonell og instrumentell forståing kjem delvis inn andre stader i analysen, og vil også bli tekne opp i diskusjonsdelen.

Eg byrja kapittel 3.5 med spørsmålet om kva tid analyseprosessen startar og sluttar. Eg siterte Kvale som sa at allereie i samband med transkribering av datamaterialet byrjar analyseprosessen. Eg vil seia at kanskje byrja han også før det. Sidan eg sjølv samla inn datamaterialet, byrja ein meir og mindre medviten analyseprosess i hovudet mitt allereie under innsamlingsperioden. Samstundes held analyseprosessen fram så lenge eg er i skriveprosessen, der eg vekslar mellom oppdaga nye ting og presentera dei (Mills, 2004). Sjølv om eg eingong må setja eit punktum for denne skriveprosessen, må målet vera at eg seinare tek med meg det eg har lært og brukar det til å analysera det som skjer i eiga undervisning når eg skal tilbake i jobb som lærar.

3.5.2 Teoretisk rameverk for analysen

I den delen av analysen som handlar om elevane si forståing brukar eg Vygotsky (1962/1986) sin teori om omgrepsforståing som eit meir generelt rameverk. Når det gjeld den spesielle forståinga for matematiske omgrep brukar eg dels Skemp sin teori om instrumentell og relasjonell forståing (1976), men også Sfard sin artikkel om strukturell og operasjonell forståing (1991). I tillegg brukar eg Vergnaud sin teori om omgrepsfeltet multiplikative strukturar (1983).

I forhold til målestokkomgrepet brukar eg først og fremst Nunes et.al (1993), men dreg også inn Mike Mitchelmore, et al. (2007) sin artikkel som handlar om undervisning av forhold og forholdstal.

Elles er grenser, grensekryssing og grenseobjekt (Akkerman og Bakker, 2011) sentralt i heile analysen min, men ikkje minst i den siste delen som handlar om matematikk og yrkesfag. Der prøver eg ut frå problemstillinga mi å identifisera eksisterande eller potensielle grenseobjekt som til dømes i utdrag frå intervju med Geir under:

239. *Randi: Så viss du skulle... kva er ditt ønskje, dine tankar eller korleis du syns matematikkfaget bør vera sånn i framtida på bygg- og anleggsteknikk? Viss du skulle få bestemma.*

240. *Geir: Nei, ein burde nok gjera det... altså ta ein tur på den garasjen me held på med nå. Og så finna nokre oppgåver der. Det trur eg hadde vore bra. Det trur eg.*

Her identifiserer eg garasjen (som nokre av elevane har vore med og bygt) som eit potensielt grenseobjekt.

3.6 Etiske refleksjonar

Som i livet elles må ein også i ein forskingsprosess reflektera rundt ein del etiske problemstillingar. Når ein forskar på menneske er det spesielt viktig å vera merksam på dette. I *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi* er det eit eige kapittel om omsynet til personar. Ei av retningslinjene der lyder slik: «Forskere skal respektere de utforskede personers integritet, frihet og medbestemmelse…. Aktsomhet er særlig påkrevet når individet bistår med å skaffe informasjon til veie, for eksempel ved å la seg observere eller intervjue» (NESH, 2006, s. 11). Det vil seia at eg under observasjon og intervju burde vera ekstra aktsam. Sjølv om eg ikkje innhenta såkalla sensitiv informasjon, kunne det likevel opplevast ubehageleg for elevane å måtta svara på spørsmål om matematikk, særleg dersom det var noko dei streva med og tykte var vanskeleg. Eg prøvde difor under intervjua å gje positive tilbakemeldingar på det elevane sa, og gje dei ei oppleving av å vera viktige uavhengig av deira kunnskapar og forståing. I kor stor grad eg klarte det, veit eg jo ikkje, men mi oppleving av intervjua var at verken elevane eller lærarane opplevde dette som særleg ubehageleg.

Forskingsprosjekt som inkluderer personar skal i følgje NESH berre setjast i gang etter deltakarane sitt informerte og frie samtykke. Vidare skal alle forskings- og studentprosjekt som inneber behandling av personopplysningar meldast til NSD seinast 30 dagar før datainnsamlinga skal starta og/eller utvalet skal kontaktast (ibid.). Når det gjeld samtykke, fekk både elevar og lærarar som deltok i prosjektet mitt både skriftleg og munnleg informasjon, og eg fekk skriftleg samtykke i forkant av datainnsamlinga. Sidan eg skulle ta video- og audioopptak av observasjonar og intervju, ville det reknast som personopplysningar og prosjektet var dermed meldepliktig.

For å kunna laga ei konkret problemstilling og vita om det i det heile var realistisk å gjennomføra prosjektet mitt, var eg i kontakt med skule og lærarar før søknaden til NSD var sendt og godkjent. Eg prøvde å gjera det klart for lærarane i den fasen at om dei var positive til å vera med på det tidspunktet, betydde det ikkje at dei måtte svara ja når eg skulle innhenta samtykke frå dei. Men eg ser jo at du kunne opplevast problematisk å seia nei, når dei allereie hadde vore positive før samtykkeerklæringa vart utdelt.

Sjølv om alle elevane hadde fått informasjon om prosjektet der det blant anne stod at eg skulle vera til stades i nokre timar og observera og deretter intervjua nokre elevar, var det ein elev som ikkje ville la seg intervjua då det var tid for det. Dette tok eg omsyn til. Eg tenkjer at dette handlar om å respektera «personers integritet, frihet og medbestemmelse» (NESH, 2006, s. 11). Det handlar samstundes om at personar skal ha rett til å trekkja seg frå prosjektet kva tid som helst.

I samband med intervju og observasjonar, kom personane sine namn og deira identitet fram i datamaterialet. Det var difor viktig at datamaterialet vart oppbevart på ein slik måte at ikkje uvedkomande fekk tak i det. Eg har oppbevart det på passordbeskytta PC, og i transkripsjonane har eg gitt alle personane nye fiktive namn slik at det som blir sagt ikkje skal kunna sporast tilbake til dei som har sagt det. Det same gjeld presentasjonen av skulen. Her har eg prøvt å informera så mykje at lesaren kan få inntrykk av kva slag skule dette er og så lite er at det er umogleg å spora opp kva skule det er.

Eit siste punkt frå NESH som eg vil kommentera er kravet om å tilbakeføra forskingsresultat (2006). Eg tenkjer at når eg er ferdig med oppgåva vil eg gje eit eksemplar til lærarane som deltok. Uansett om dei eller elevane kjem til å lesa det eg skriv eller ikkje, er det viktig at eg prøver å skriva på ein slik måte at dei kjenner seg igjen. Det kan henda eg kjem med nye tankar i forhold til det dei har sagt og tenkt, men alt dette må skje i respekt for dei som har vore med meg og skapt det datamaterialet som heile prosjektet og rapporten byggjer på. Det har også vore på tale at eg i etterkant kunne koma og informera om resultata for lærarane på skulen, men i så fall tenkjer eg at det aller først må avklarast med dei som har delteke i prosjektet, i tilfelle dei ikkje ønskjer det.

Eg har kanskje som elles i livet gjort nokre galne etiske vurderingar i dette prosjektet, men eg kan i alle fall seia at eg har lagt vekt på å ikkje gjera dette meir ubehageleg enn nødvendig for dei som har delteke i prosjektet.

4. Analyse

Eg byrjar i kapittel 4.1 med å analysera sekvensar som viser korleis målestokkomgrepet vart presentert i gruppa der eg var inne og observerte, og i tillegg sekvensar frå intervjua med lærarane der dei seier noko om korleis dei underviser om målestokk for å skapa forståing hjå elevane. I kapittel 4.2 går eg inn på elevane si forståing for ulike sider ved målestokkomgrepet, og til det brukar eg dei tre elevintervjua som eg har transkribert. I 4.1 og 4.2 er elevane si forståing i fokus, altså det første forskingsspørsmålet, og i kapittel 4.3 tek eg for meg det andre forskingsspørsmålet, om potensialet for læring og forståing på grensa mellom programfaga og matematikk. Noko av fokuset der blir difor å identifisera eksisterande eller potensielle grenseobjekt og grensekryssing.

4.1 Undervisning om målestokk

I dette underkapittelet skal eg sjå på korleis målestokkomgrepet blir presentert og arbeidd med i klasserommet. I kapittel 4.1.1 analyserer eg sekvensar frå den første undervisningsøkta, og i kapittel 4.1.2 frå den andre økta. Vidare ser eg i kapittel 4.1.3 også på kva lærarane seier om korleis dei underviser om målestokk før eg oppsummerer funna i kapittel 4.1.4.

4.1.1 Første undervisningsøkt

Eg vil her sjå nærare på nokre sekvensar frå denne økta. Den første sekvensen viser korleis målestokkomgrepet vert presentert i klassen. Vidare kjem ulike undervisningssekvensar der læraren og elevane arbeider med ulike sider ved målestokkomgrepet med utgangspunkt i målestokk på kart.

Introduksjon av målestokkomgrepet

Denne undervisningsøkta var første gongen gruppa hadde matematikk etter nyttår. Etter litt felles informasjon, snakka læraren, Ole, med elevane om kva dei arbeidde med før jul, blant anna formlikskap, før sekvensen under starta:

69. Ole: Og det me skal byrja på i dag. Det er målestokk. Og nå er me på side hundre og fem....Og målestokk heng litt saman med at ting er formlike. Det skal me koma litt tilbake til. Har de hatt om målestokk? Kva er det for noko?

70. Elev: Det er målestokk.

71. Josef: Det er kart og sånn.

72. Ole: Ja.

73. *Josef: Viss en centimeter på kartet er sånn. Viss det står sånn hundre der for eksempel. Så betyr det at ein centimeter på kartet er hundre centimeter sånn.*

Her seier Ole at målestokk heng saman med formlikskap (69), men han forklarer ikkje korleis det heng saman. Ved å spørja elevane om kva målestokk er (69) prøver han med ein gong å få dei med og å få fram bakgrunnskunnskapen deira. Når ein elev svarar at målestokk er målestokk (70), kan det vera at han tykkjer det er så opplagt at det treng ikkje forklarast. Ei anna tolking kan vera at han tykkjer det er vanskeleg å forklara med ord kva det er, for sjølv om elevar kan bruka eit omgrep rett i ein gitt situasjon, kan det vera vanskeleg for dei å definera det, og om dei klarer det vil definisjonen ofte vera mangelfull (Vygotsky 1962/1986) Ein annan elev, Josef, forbind målestokk med kart og (71) og seier at at 1 cm på kartet er 100 cm (73). At han brukar målestokken 1:100, kan koma av at han ikkje har noko medvite forhold til kva målestokk som er vanleg på kart. Det kan også at vera at det er ein målestokk han er van med frå arbeidsteikningar i programfaga. Likevel er det kart og ikkje arbeidsteikningar han først nemner når det er snakk om målestokk. Eg kan ikkje ut frå dette seia noko om at dei andre elevane også forbind målestokk først og fremst med kart.

Målestokk på kart

I den neste sekvensen snakkar dei meir om målestokk på kart.

77. *Ole: Det er heilt rett. Em..., for når me har kart. Skulle kartet vore i...Jørn, høyrer du etter? Viss du hadde hatt kart i målestokk ein til ein. Korleis hadde det kartet sett ut?*

78. *Josef: Då hadde det vore heilt likt.*

79. *Ole: Då hadde det vore like stort som det som er, men det går ikkje an. Ein til hundre....Einar, det er heilt sant. Ein centimeter, det er hundre centimeter i verkelegheita, betyr det. Men plar det stå ein til hundre på karta? Kva står det for nokon tal, ofte?*

80. *Elev: Ti tusen, kilometer,*

81. *Elev: Million*

82. *Elev: Millionar, eller noko sånt.*

Ytringane 83-86 er utelatne. Der bed læraren dei sjå på eit kart på side 105 i boka.

87. *Ole: Nå er dette eit kart i frå Trondheim, bymarka i Trondheim er dette her. Så skal eg ikkje forklara dykk. Men dette kartet her, målestokken, det er ein, sånn står det (skriv 1: 50000 på tavle). Det er ein til femti tusen, det er målestokken på kartet som de ser på side hundre og fem. Kva betyr då det? Ein til femti tusen. Det betyr at... ein centimeter på kartet... det er i røynda.*

88. *Josef: Femti tusen kilometer*

89. *Ole: Kva sa du?*

90. *Elev: Centimeter?*

91. *Elev: 500 meter*

92. *Elev: Ei halv mil.*

93. *Ole: Det betyr. Når de finn målestokken. Ein centimeter betyr då femti tusen av det same.*

Det er interessant at Ole dreg inn målestokken 1:1 (77), og at Josef veit kva det betyr. Det kan tyda på at han ikkje berre kan rekneregler, men også har ei viss relasjonell forståing (Skemp, 1976). Det å dra i målestokken 1:1 trur eg også kan vera positivt i forhold til å skapa forståing. Elevane kan på den måten forstå at det er behov for ein annan målestokk enn 1:1.

Vidare er det nokre elevar som knyter målestokk på kart til store tal (80-82), i motsetning til Josef, som nemnde målestokk 1:100. Det kan altså sjå ut til at dei har ei viss formeining om kva slag målestokk som er vanleg på kart. Til nå har undervisninga føregått mykje etter den såkalla IRF-metoden (Mehan, 1979), og det meste har føregått munnleg, forutan at Ole har skrive opp målestokken 1:100 på tavla. Eg observerte også seinare at mykje av oppgåvegjennomgangen føregjekk munnleg. Dermed får elevane god trening i å snakka om matematikk. Manglande erfaring hjå elevar i forhold til å snakka om matematikk har nemleg ofte vore ein svakhet ved mykje tradisjonell matematikkundervisning, så det kan vera positivt at mykje av undervisninga er munnleg.

Til nå har dei berre snakka om kart og ikkje arbeidsteikningar. Dei har heller ikkje brukt boka, men nå ser dei på eit kart i boka over bymarka i Trondheim der målestokken er 1: 50 000 (87). Når Josef først seier at 1cm centimeter på kartet er 50 000 km i terrenget (88), kan det visa at han veit at ute i terrenget snakkar me ikkje om centimeter, men om kilometer.

Samstundes rotar han det til med bruken av einingar. Det kan her sjå ut til at det er stor uvisse blant elevane om svaret når det er eit så stort tal (90-92), og det er også uvisse i forhold til omgjering mellom einingar. Mike Mitchelmore, et al. (2007) fann det same i deira studie om og seier følgjande om elevane: «They often omitted the units because they believed ratios did not need units. There were also frequent errors in converting units.» (s. 510). Det vil me sjå døme på i den neste sekvensen.

Målestokk og omgjering mellom einingar

I sekvensen nedanfor held dei fram med kartet over bymarka i målestokk 1:50 000:

95. Ole: Men det er ikkje så mange som kan tenkja kor mykje femti tusen centimeter er, og då må me rekna det om, for eksempel til meter. Korleis gjer me då?

96. Elev: Du tek den tabellen, og så tek du bort tre nullar, for det er..., nei to nullar.

97. Elev: To nullar, så får du fem hundre meter.

98. Ole: Snakkar du om den tabellen som me laga for lenge sidan.

99. Elev: Ja, då kjem desimeter før meter.

100. (Litt summing blant elevane.)

101. Ole: Skal me sjå. Då skal eg teikna opp akkurat den me hadde for lenge sidan. (teiknar opp omgjeringstabell for lengdeeiningar på tavla medan elevane snakkar litt i bakgrunnen om dette) (7s)

Ytringane 102-111 er uteletne. Dei handlar om at elevane seier kva som skal skrivast inn i omgjeringstabellen og læraren skriv det på tavla.

112. Ole: Viss de då er usikre, gutar, når de står slike store tal som dette her. Viss du er usikker og veit ikkje, korleis du skal gjera om til meter, så kan du alltid bruka ein slik ein. (Viser til tabellen.)

Når læraren stiller spørsmål til elevane om korleis dei kan gjera om (95), nemner ein av dei med ein gong at du brukar ein tabell og tek bort nullar (96). Denne tabellen er ein omgjeringstabell, og dei har tydelegvis brukt han tidlegare i løpet av skuleåret, for læraren spør om dei snakkar om «den tabellen som me laga for lenge sidan» (98). Læraren oppfordrar elevane til å bruka denne tabellen dersom dei er usikre på omgjering mellom einingar (112).

Eg kjenner sjølv til denne og andre slike omgjeringstabellar og har late ein del elevar bruka dei. Problemet med slik tabellar er at det fort berre gjev ei instrumentell forståing av omgjering mellom einingar. Ein av elevane sa då eg intervjua han at det var jo ikkje vits i denne tabellen viss dei ikkje fekk han ferdig oppskriven på prøven, for han klarte jo ikkje hugsa han. Bruk av slike tabellar kan føra til at elevane puggar og ikkje forstår heilt kva som skjer.

Etter denne sekvensen følgjer ein del ytringar som eg har utelate, der elevane saman med læraren set 50 000 cm inn i tabellen og kjem fram til at 50 000 cm = 0,5 km, noko blir mykje brukt i dei vidare utrekningane. Sjå figur under:

mil	km			m	Dm	cm	mm
	0	5	0	0	0	0	

Å rekna ut avstand i terrenget ut frå avstand på kartet

Til nå har samtalen i klasserommet berre handla om kva målestokk er og kva ein bestemt målestokk betyr. Etterpå går dei over til å bruka det til å rekna med. Dei brukar det same kartet som nemnt ovanfor og skal gå gjennom eit døme der dei skal finna kor langt det er mellom to stader, Rønningen og Skistua, ut frå det dei måler på kartet:

135. Ole: Det er ni, komma noko, når eg målte og. Cirka ni centimeter er det på kartet, og når ein centimeter då er null komma fem kilometer, kor mange kilometer er det då mellom desse to punkta i terrenget.

136. Einar: Fire og ein halv.

137. Ole: Korleis tenkte du, Einar?

138. Einar: Em, eg tok så mange centimeter det var og så delte på to.

139. Ole: Yes. Du tok ni centimeter og delte på to, fordi du visste at det var ein halv kilometer. Det du og kan gjera er, du kan ta ni og ganga med null komma fem kilometer. Du har ni centimeter, og kvar centimeter var null, komma fem.

At Ole gjentek at 1 cm på kartet svarer til 0,5 km i terrenget før han spør kor mange kilometer det er mellom to punkt i terrenget (135), kan kanskje påverka elevane til å tenkja at det er dette dei bør bruka i utrekninga, og ikkje talet 50 000. Einar forklarer at han tok 9cm : 2

(138), men han forklarer ikkje kvifor han gjorde det slik. For meg som matematikklærar ville det opplagde her vore å multiplisera med målestokken, eller eventuelt multiplisera med 0,5km, men det ser ut til at Ole prøver å forstå kva eleven har gjort og å forstå logikken i det (139). Slik eg forstår Ole, meiner han at fordi 1 cm på teikninga svarer til 0,5 km på kartet, vil 2 cm tilsvara 1 km. For å finna kor mange kilometer det er i terrenget, dividerer ein difor antalet centimeter på kartet med to. Dette er ei praktisk løysing som fungerer fint med så enkle tal, men det ville nok straks blitt verre dersom me hadde ein målestokk på til dømes 1:125 000. Ole forklarer også ein alternativ løysingsmetode, å multiplisera med 0,5 km. (139). Den metoden vil fungera uansett kva tal du har å gjera med dersom du berre klarer å gjera om frå centimeter til kilometer først. Ein alternativ metode ville vore å multiplisert med 50 000 for til slutt å gjera svaret om til kilometer, men det gjennomgår ikkje læraren.

Å rekna ut avstand på kartet ut frå avstand i terrenget

Etter den førre sekvensen går læraren ein gong til gjennom metoden med å multiplisera med 0,5 km, og det ser ut til at han har elevane med seg på det. Dermed er dei klar til å gå over til det neste dømet der dei skal gå motsett veg, å finna avstand på kartet ut frå avstand i terrenget:

147. Ole: Ja. Marte, ho gjekk ein dag ein skitur på atten kilometer i denne bymarka. Kor mange centimeter blir det på kartet på førre side. Nå seier eg ingenting på førehand, så prøver du å tenkja. Atten kilometer gjekk ho, ikkje sei noko høgt. Kor mange centimeter svarar dette til på kartet? (20s) Erik, sei korleis du gjorde det, og svar til slutt.

148. Erik: Det er atten kilometer og så gange to.

149. Ole: Kvifor det? Kva er to for noko?

150. Erik: Eg berre veit at eg gjorde det, men eg hugsar faktisk ikkje kvifor.

151. Ole: Nei, det

152. [Einar: Jo, det var. For ein kilometer er to].

153. Erik: Eg berrer hugsar at du delte det på to, og så tenkte eg at då gangar du vel med to.

154. Ole: Du gambla litt rett og slett.

155. Erik: Ja

156. *Kristian: Men det stemmer jo, for det er. Det stemmer jo det sidan to er ein kilometer.*

157. *Ole: Ja, ikkje sant. Det me har sagt, det er at ein halv kilometer det er ein centimeter. Men ein kilometer det må vera to centimeter, og ho gjekk atten av desse to centimetrane, så må du ganga atten med to. Var det slik du tenkte Einar?*

158. *Einar: (uklart)*

159. *Ole: Ja? Og svaret blir då, Erik?*

160. *Erik: Trettiseks.*

161. *Ole: Trettiseks centimeter hadde ho gått på kartet, når me les det av her.*

Etter at Ole har presentert oppgåva, får elevane tjue sekund til å tenkja seg om før dei svarer (147). Det er ikkje så lang tid dersom ein skal få tid til å rekna det ut. Erik har likevel eit svar; han har multiplisert avstanden i terrenget med to (148). Dette er ikkje den «vanlege» måten å løysa ei slik oppgåve på, men læraren tek fatt i det svaret Erik gjev og vil ha ei grunngjeving for kvifor han har løyst oppgåva på den måten (149). Når Erik først ikkje klarer å svara på det (150), seier ein annan elev at det var fordi ein kilometer er to (152). Eg trur han meiner at ein kilometer i terrenget var to centimeter på kartet. Då hugsar Erik at på den førre oppgåva multipliserte han med to, og då skal han vel dividera med to her (153). Dette er for så vidt logisk, sidan ein går motset veg når ein skal finna avstand på kartet ut frå ein kjent avstand i terrenget. Han veit dermed at multiplikasjon og divisjon er motsette rekneartar.

Ole tykkjer at Erik verkar litt usikker på kvifor han gjorde dette (154), og Erik er samd i det (155). Men då bryt Einar inn igjen og gjentek at «det stemmer jo sidan to er ein kilometer» (156). Og så bekreftar læraren det, og tek fatt i det og forklarer det nærare (157). Dei har jo tidlegare funne ut at 0,5 km i terrenget svarer til 1 cm på kartet, og difor må 1 km svara til 2 cm. Ole seier at Marte gjekk «atten av desse to centimetrane» og difor må ein multiplisera atten med to (157). Også dette er ei praktisk og logisk løysing. Dette er det motsette av slik Einar gjorde då han skulle finna avstanden i terrenget ut frå avstanden på kartet, då dividerte han med to (138). Det er interessant å sjå at her blir det brukt mykje tid på å forklara og forstå korleis elevane har tenkt, og det utrekna svaret kjem berre heilt på slutten(159-161).

I denne sekvensen forklarer ikkje Ole nokon annan og meir generell løysingsmetode, slik han gjorde då dei skulle finna avstanden i terrenget ut frå avstanden på kartet. Dermed er det ikkje noko generalisering av kva ein gjer for å rekna ut avstanden på kartet ut frå avstanden i terrenget.   Ein kunne ha sagt at her kan me også dividera med 0, 5 for å finna avstanden, og vist at dette gjev det same svaret.

Dette er avslutninga på den innleiande felles gjennomgangen av målestokk denne økta. Etter det arbeider dei med to oppgåver, 4.50 og 4.51, som liknar mykje på det dømet dei har gjennomgått i lag. Timen avsluttar med at dei gjennomgår i fellesskap den første oppgåve som dei har arbeidt med.

4.1.2 Andre undervisningsøkt

I starten av denne økta seier Ole at dei også litt seinare skal arbeida med målestokk på arbeidsteikningar. Han spør elevane kva slag målestokk som er vanleg på husteikningar, og dei nemner målestokk 1:10 og 1:100 og snakkar også denne økta litt saman om målestokken 1:100. Deretter byrjar dei med gjennomgang av ei oppgåve som dei arbeidde med i førre undervisningsøkt.

Andre metodar for å rekna ut avstanden på kartet

Oppgåve 4.51 tek utgangspunkt i eit orienteringskart i målestokk 1: 12 500. I sekvensen under skal dei gå gjennom oppgåve 4.51 b)

21. Ole: (første del av ytringa er ikkje tatt med) Og b-en: Kor mange centimeter på kartet er ein kilometer i terrenget. Det vil seia, når du les av kartet, og du, em…

22. Johannes: Hundre og tjuefem(.).tusen. Er det rett?

23. Ole: Må ikkje berre, må ikkje berre gjetta. Korleis kan me gjera dette her. Korleis tenkjer de då?

24. Kjetil: Plussa opp i gjennom.

25. Ole: Fordi, det me har funne nå. Me har funne ut at ein centimeter er null komma ein tjuefem kilometer. For då å få ein heil kilometer, for det er det me er på jakt etter, og ikkje null komma ein tjuefem, så veit me at dette må bli mykje meir enn ein centimeter på kartet, ikkje sant, me må måla. Korleis reknar me dette då. Har de forslag?

Ytringane 25-30 er utelatne fordi dei berre handlar om ein elev som har misforstått kva oppgåve dei held på med.

31. Ole: Ein kilometer i terrenget, korleis har du gjort den Erik? For det me er på jakt etter er; me vil finna ut kva ein kilometer (skriv på tavla) i terrenget kva det er for *noko på kartet, og det du kan gjera då, du kan ta den eine kilometeren, og så deler du på null komma ein tjuefem. (viser utrekning på tavla)... og då får du, då blir det åtte centimeter. Er det nokon som har fått det.*

32. Elevar: Ja

33. Ole: Josef, kva seier du?

34. Josef: Eg kom til svaret, men eg hugsar ikkje korleis eg gjorde det.

35. Ole: Og viss du vil, så kan du jo telja deg opp slik som Kjetil seier. Em, og då veit du at de må bli mellom åtte og ni ein plass, ville eg sagt når eg tek eit overslag. Hadde det vore null komma ein, ikkje sant, så hadde det vore ti. Nå er det null komma ein tjue fem, så då er det litt mindre. Det blir åtte centimeter. Er det greitt, eller var det heilt...? Eg trur gjerne at mange av dykk, dersom de ikkje veit korleis de skal gjera, så trur eg de veit korleis de skal prøva dykk fram litt for å få det til. Eh,... og det tenkjer eg er ein god regel, at de tek eit overslag...først. Viss du ikkje er heilt sikker på korleis du skal gjera det, så tenkjer eg at du kan ta eit overslag i hovudet ditt, så tenkjer eg at o, key, det skal bli ein kilometer, så nå har eg hundre og tjuefem meter. Em, slik at du veit sånn cirka kva tal du er på jakt etter. Og så ser du til slutt når du reknar nøyaktig at det kan bli rett.

I denne sekvensen byrjar Ole med å forklara elevane oppgåva som går ut på at dei skal rekna ut kor mykje ein kilometer i terrenget svarer til på kartet (21). Det gjekk dei også gjennom førre økt, men utan å forklara den generelle metoden for dette. Når Johannes då svarar 125 000 (22), har han tydelegvis ikkje forstått spørsmålet. Det kan sjå ut som om han berre svarer på kor mange centimeter i terrenget ein centimeter på kartet er, altså heilt motsett av det som det er spurt etter. Me ser også at her rotar Johannes med det store talet, han les 125000 i staden for 12 500. Ole tek ikkje meir fatt i svaret til Johannes, men spør igjen korleis me skal gjera dette (23). Når Kjetil føreslår at me skal plussa opp i gjennom (24), er det det som Nunes et al. (1993) kallar for ei additiv løysing. I første omgang kan det sjå ut til at læraren ikkje tek fatt i Kjetil sitt svar, men berre går vidare, men når eg ser nærare på det læraren seier, at 1 cm på kartet svarar til 0,125 km i terrenget (25), kan det brukast additivt. Ein kunne byrja med å ta 0,125 km + 0,125 km som svarer til 2 cm og deretter addera vidare til ein kom til 1 km. Men læraren viser ikkje denne utrekninga. I motsetning til den førre økta der læraren berre gjekk gjennom elevane sine løysingsforslag for å koma fram til avstanden på kartet, forklarer han her ein meir generelle metode, der han seier at her kan ein ta avstanden i terrenget og dividera med 0,125 (31). Heller ikkje her dividerer han med sjølve målestokken, men brukar antalet kilometer i terrenget som ein centimeter på kartet svarer til. Han gjer om på førehand, og får dermed svaret ut i centimeter med det same. Dersom han hadde dividert med målestokken først, ville han fått eit svært lite tal som måtte gjerast om frå kilometer til centimeter.

Når Josef har kome fram til rett svar, men ikkje kan forklara korleis han har gjort det (34), tek Ole opp igjen det additive løysingforslaget som Kjetil nemnde tidlegare, men han snakkar berre om det, og viser ikkje noko utrekning med den måten. Han fokuserer på at dersom dei ikkje veit heilt korleis dei skal gjera dette, er det viktig at dei prøver seg fram, og vurderer på førehand kva dei trur svaret vil bli (35). At elevar kjem fram til svar som ikkje gjev praktisk meining er ikkje uvanleg. Nunes et al. (1993) seier at det var ein vanleg feiltype for elevane som arbeidde med målestokkoppgåver. Det bør difor vera positivt dersom elevane får med seg det Ole vektlegg her.

Introduksjon av målestokk på arbeidsteikningar

Etter den førre sekvensen går dei gjennom oppgåve 4.51 c før sekvensen under kjem.

54. *Filip: Er målestokk alltid i centimeter?*

55. *Ole: Ja, når det står ein til hundre eller ein til ti tusen, så betyr det at ein centimeter er titusen. Då er det sånn. Så må... Men så er det jo ikkje lett å rekna med centimeter når det er snakk om avstandar på kilometer, så då må du gjera om til meter eller kilometer, det som passar best. O, key, då skal me fortsetja med målestokk. Viss de opnar boka på side hundre og sju, eh, og dette er meir relatert til yrket dykkar, framtidige yrke. Det kjem de til å halda på med heile vegen, teikningar av hus, em, og dette, dette er og målestokk, men då i ein mykje mindre grad. Til nå har me halde på med for eksempel ein til tolv tusen fem hundre, eller ein til femti tusen og sånn. Ein husteikning den er gjerne i målestokk ein til hundre. Eh, eg veit ikkje om de har tenkt på det eller sett eller lagt merke til det, men ofte så er det ein til hundre, og det betyr at ein centimeter på teikninga tilsvarar*

56. *Elev: ~Ein meter~*

57. *Ole: Ein meter, ja, altså hundre centimeter, så det er, sånn trur eg ofte det er, og nå, heime hjå meg nå, så pussar me opp i kjellaren. Så har eg ein kompis som er teknisk*

teiknar, em, og han teikna kjellaren på nytt igjen hjå meg, og der er det målestokk ein til hundre. Eg trur han brukar det stort sett alltid. Det kan jo godt vera at dersom du skal ho nokre ordentleg svære teikningar, sant, så må du ha ein annan målestokk. Det kjem det spørsmål om i boka seinare, så det kan me ta då. Men målestokk det kjem de borti heile vegen når de held på å byggja.(.)

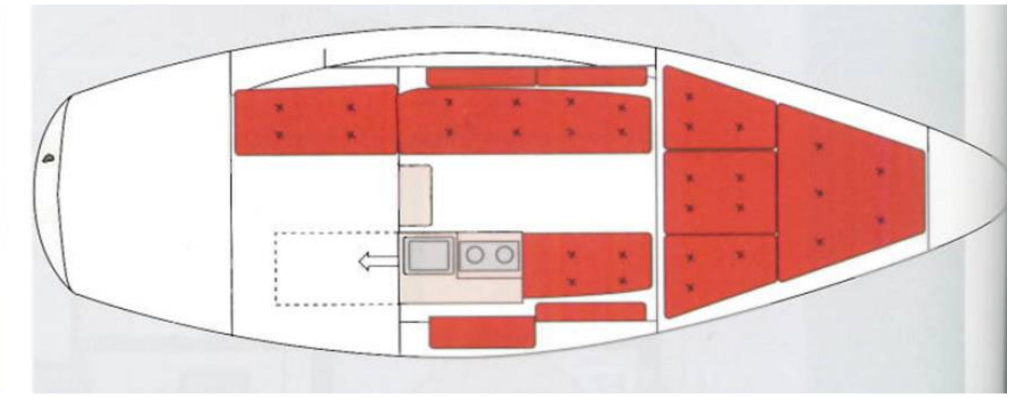
Når Filip her spør om målestokk alltid er i centimeter (54), kan det vera eit typisk eksempel på at han bryt med den IRF- strukturen (Mehan, 1979) som har vore vanleg i desse timane. Dette spørsmålet frå Filip kan også tyda på at han er i ferd med å auka forståinga si, han prøver å sjå relasjonar og struktur, noko som kan ha å gjera med at han er i ferd med å utvikla ei relasjonell forståing for kva målestokk er.

Når Ole skal introdusera målestokk i samband med ei husteikning, viser han først til at dette er aktuelt for elevane i deira framtidige yrke (55). Det syner at Ole er medviten om kva elevar han har og kva studieretning dei går på. Dessutan samanliknar han målestokken her med målestokken som plar vera på kart. Med det ser det ut til at han tek det for gitt at dei er vane med slike teikningar, men han er usikker på om dei er medvitne om målestokken på slike teikningar (57). Han er altså observant på at elevane møter målestokkomgrepet også i praksis.

Når Ole snakkar om husteikningar vidare, gjer han det endå meir konkret ved å knyta det opp til eiga erfaring frå oppussing av kjellar (57). Replikken avsluttar med at «målestokk det kjem det borti heile vegen når det skal byggja». Her poengterer han altså at det er ikkje berre sjølve teikningane dei kjem borti i fag og yrke, men også sjølve omgrepet. Kanskje kan målestokkomgrepet og husteikningar vera eit døme på grenseobjekt som kan vera felles for både matematikkfaget og programfaga. Me kjem meir tilbake til det i kapittel 4.3.3.

Å rekna ut verkelege lengder ut frå lengder på arbeidsteikning

Etter denne introduksjonen til målestokk på arbeidsteikningar går dei gjennom nokre oppgåver knytt til ei husteikning i målestokk 1:100 og deretter ei teikning av ein båt i målestokk 1:60. (Sjå figur neste side)



Figuren er henta frå Oldervoll, et al. (2009, s. 108)

Den neste sekvensen er henta frå ein klassesamtale der dei skal finna ut kor brei båten er. Dei har målt han og Ole spør kor mange centimeter båten er på teikninga:

80. Håkon: Fire komma ein

81. Ole: Ja, eg ville sagt fire centimeter, eller fire komma ein. Fire komma ein er nok rett. Kva, nå har me då målt teikninga til fire komma ein, men spørsmålet var. Finn breidda av den verkeleg båten. Kva gjer du då? Korleis tenkte du, Håkon?

82. Håkon: Eg ganga det med seksti sidan det står ein til seksti på teikninga, og då får du to hundre og sekstifire centimeter som er to komma sekstifire meter.

83. Ole: Det er heilt rett. (.) Fekk de med dykk det? Først så måler du, og så ganga han med målestokken som var seksti. Når du då har målt i centimeter og gangar med seksti, så får du då svaret og i centimeter. Hugs på det. Kva var det du sa? To hundre og førti seks? Centimeter, og det veit me er to komma førti seks meter. Var det greitt? Fekk alle det til? Ja, viss ikkje så må det spørja viss det er ting det lurer på.

Her har dei byrja med å måla og funne avstanden på teikninga. Den er jo ikkje så lett å få nøyaktig (81), men det er ikkje hovudpoenget for læraren (81). Håkon forklarer ryddig og greitt kva han har gjort og kvifor. Han multipliserer med seksti fordi det står 1:60 på teikninga (82). Han brukar dermed målestokken direkte i utrekninga og gjer svaret om til meter etterpå. Denne metoden observerte eg ikkje då dei arbeidde med kart. Årsaka til det kan vera at då var det snakk om store tal, som kan vera vanskelegare å rekna med. Håkon brukar altså her ein meir generell regel, som me kunne uttrykt: Multipliser lengde på teikninga med målestokken for å finna ut verkeleg lengd. Dette vart ikkje poengtert tydeleg frå læraren då dei arbeidde med kart.

Ole gjentek det Håkon har sagt (83), såkalla «revoicing» (Forman & Ansell, 2001). Han gjentek det ikkje heilt ordrett, men poengterer at Håkon først målte, og deretter multipliserte med målestokken som var seksti (83). Ole brukar omgrepet målestokken, medan Håkon berre sa ein til seksti, og Ole knyter på den måten talet seksti saman med omgrepet målestokk. Vidare poengterer han at når du har målt i centimeter og multipliserer med seksti, får du også svaret i centimeter. Dette kan peika tilbake til Filip sitt spørsmål i førre sekvens der han spurde om målestokk alltid er i centimeter. Svaret blir 246 cm, og læraren avsluttar med at «det veit me er to komma førtiseks meter» (83). Han tek det dermed for gitt at elevane kan gjera om frå centimeter til meter, kanskje fordi han tenkjer at det er noko dei er vane med frå programfaga, eller fordi han tenkjer at den omgjeringa er så enkel at den er nærast automatisert hjå alle. I førre økta såg me at då dei skulle gjera om frå centimeter til kilometer, som nok er vanskelegare, brukte dei ein omgjeringstabell.

4.1.3 Kva seier lærarane?

Eg vil nå sjå nærare på kva lærarane seier om korleis ein kan undervisa om målestokk for å auka forståinga til elevane og brukar sekvensar frå intervjua med Anne og med dei to lærarane på bygg- og anleggsteknikk.

Intervju med matematikklærar Anne

Me byrjar med ein sekvens frå intervjuet med Anne.

77. *Randi: Då går me litt meir over på konkret dei to emna. Målestokk, kva hadde du forventa at elevane kunne frå før om målestokk? Du seier jo du har ungar sjølv.*

78. *Anne: Eg tenkte jo mest både i forhold til arbeidsteikningar, og kart òg spesielt.*

79. *Randi: At dei hadde litt forhold til det.*

80. *Anne: Ja, men, der har eg jo kanskje opplevd at eg får meir ut av - sidan eg har den spesielle gruppa - på HO, så eg fekk jo meir utav dei, når me ser på kart og når me skal reisa, og så var det jo store kart. Orienteringskart brukte me mykje, snakka litt om det, detaljane og kva dei ser. Og så hadde me først snakka med dei om det med forstørringsfaktor. At det er det same, bare me brukar litt andre omgrep på det.*

81. *Randi: Har du gjort det noko nå? Har du slege det i saman med...*

82. *Anne: Ja, me har over tid funne ut at når me har... Dei (lærebokforfattarane) set det jo opp som x som ukjent i boka. Men eg og ho andre...*

83. Randi: Sånn forstørring?

84. Anne: Ja, dei set opp sånn forhold, men for at dei betre skal forstå, så finn me eigentleg forstørringsfaktoren først. Så har me alltid eit sånn system at me byrjar med den store trekanten delt på den vesle. Og så når du skal frå den vesle til den store, så gangar du, og så deler du... Sånn at dei skal få den forståinga, då er det lettare òg når me går over til målestokk.

85. Randi: Meir forståing enn heilt sånn instrumentelt.

86. Anne: Ja, me har kjørt på forstørring, og difor får dei eigne ark òg, og så seier me at det må gjerne bruke den i boka men denne her er betre å handtera for at dei skal forstå kva dei gjer. Og så er overføringsverdien større òg når me går over til målestokk. Ja, for då har me eigentleg den same sirkelen me teiknar opp som me og brukar til å gjera dette, heilt det same. Og det har i alle fall over tid... nå viser det seg at dei forstår kva dei held på med.

Her innleier eg med å spørja kva Anne hadde forventa at elevane kunne om målestokk frå før (77). Ho nemner konkret arbeidsteikningar og kart (78). Anne går over til å snakka om Helse- og omsorg (HO) der ho har undervist matematikk i mange år. På same måten som Ole gjorde, plar Anne byrja med kart når ho underviser om målestokk (80). Men det er ikkje noko ho poengterer. For henne er hovudpoenget at undervisning om målestokk tek utgangspunkt i forstørringsfaktoren (80). Ho og ein kollega har i løpet av åra funne sin måte å undervisa om målestokk; dei tek utgangspunkt i forstørringsfaktor, og prøver å skapa samanheng mellom formlikskap og målestokk, to emne som elevane fort kan oppleva som to heilt åtskilde emne (82,84). Ho meiner at den måten å undervisa om målestokk på aukar elevane si forståing (84). Dette vil jo også skapa kognitive band hjå elevane, som kan hjelpa dei å hugsa betre.

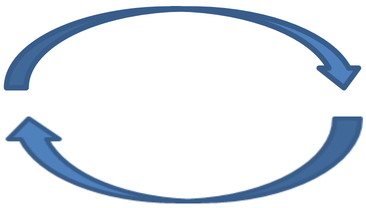
Sinusboka som dei brukar (Oldervoll, et al., 2009) er også oppbygd slik at forholdet mellom lengder i formlike figurar kjem rett før dei startar med målestokk. I denne læreboka er det lagt opp til at elevane skal arbeida med forholdstal ved hjelp av likningar (82). Dei set opp likningar med ein brøk på kvar side av likskapsteiknet og der den ukjende lengda, x, alltid står i teljaren på venstre sida av likskapsteiknet. Dette er ein liknande måte som elevane i Nunes et al. (1993) sin studie hadde lært å arbeida med forhold på, men dei kalla det regelen om tre. Eg tenkjer at dersom elevane reknar på denne måten, kan dei gå heilt utanom forstørringsfaktoren, og dermed ikkje få noko forhold til kor mykje ein figur er forstørra eller forminska. Dermed vil det ikkje bli så lett å dra det over til målestokk.

Anne poengterer fleire gonger at det er lettare når dei tek utgangspunkt i forstørringsfaktor (84 og 86). Ho forklarer korleis dei finn forstørringsfaktoren ved å ta ei lengd i den største figuren og dela på ei samsvarande lengd i den minste figuren (84), dette må vera formlike figurar. Det same kan ein også gjera i arbeidet med målestokk. Då vert verkelegheita alltid den «største figuren», medan teikninga blir «den minste», og målestokken vert det same som forstørringsfaktoren. Vidare seier ho at dei multipliserer med forstørringsfaktoren når dei skal gå frå den minste til den største og dividerer når dei skal gå motsett veg (84). Også dette kan overførast til arbeidet med målestokk. Då multipliserer ein med målstokken (=forstørringsfaktoren) når ein skal gå frå teikning (den minste) til verkelegheit (den største) og dividerer når ein skal gå motsett veg. Eg ser difor gode grunnar til at ho opplever at elevane forstår målestokk betre når dei knyter det til formlike figurar og forstørringsfaktoren mellom desse.

Når Anne poengterer at dei gjev elevane eigne ark i arbeidet med målestokk (86), tenkjer eg at ho indirekte seier at vanlegvis er det boka som styrer korleis dei legg fram stoffet, men at her har dei valt ein annan måte enn boka. Ho snakkar om ein sirkel når dei skal rekna ut, men ho forklarer ikkje noko meir om den sirkelen. Eg har tolka det Anne seier og teikna sirkelen slik eg trur han kan sjå ut:

Multipliser med målestokken

Teikning



Verkelegheit

Divider med målestokken

Eg tenkjer at akkurat denne sirkelen kan vera eit godt verktøy til å hugsa korleis ein skal gjera det, men faren kan vera at også dette kan skapa ei reint instrumentell forståing.

Intervju med Per, lærar på bygg- og anleggsteknikk

Nedanfor følgjer ein sekvens der Per svarar på spørsmålet om kva og korleis elevane lærer om målestokk i programfaga:

106. Per: Nei, altså me... me... Eg tek eksemplet med at eg skulle teikna huset vårt som me skal bu i, og så hadde eg teikna ein planteikning og vist alle romma, og så viste eg det for jenta mi som då var seks år, og viste henne huset: Her er kjøkken. Så kikka ho på meg: Pappa, men var ikkje det veldig lite? Får me plass alle me på det vesle kjøkkenet der? Kva tenkjer de om dette her? Eigentleg eit veldig godt spørsmål. Så eg prøver å byrja veldig enkelt, med å forstå at viss eg skulle teikna ei husteikning i målestokk ein til ein, så vart det veldig stort. Eg kunne gjerne fått det inn i dette klasserommet. Eg prøver å stiga bortover, huset mitt er altså åtte førti breitt, så det hadde blitt ein vanvitig teikning, så det vert veldig upraktisk. Så viss eg klarer å begynna å få den teikninga litt mindre, så eg kan gjerne få det inn på eit ark her. Men det må vera eit forhold her, sant. Det må dei kjenna til. Så eg må, eg prøver alltid å byrja, eg tenkjer alltid, nokre gonger så hoppar ein for høgt opp i trappetrinnet, sant. Og så dett det av fem-seks med ein gong. Så seier dei ingenting, og så viss du då spør: Ja, har alle forstått? Det er ingen som opnar kjeften. Så det der med at du på ein måte trur du har forklart og så spør du: Har de forstått det? Det er klart at...

107. Randi: Det er ingen garanti det

Ytringane 108-124 er utelatne. Der snakkar Per blant anna om korleis han kan laga oppgåver som er på prøvar som viser om dei verkeleg har forståing for kva målestokk er.

125. Randi: Em, lett, det har me snakka om, kva som er vanskeleg det har du sagt litt om i forhold til målestokk. Eh (.) korleis kan me hjelpa, korleis tenkjer du, korleis kan me hjelpa elevane, nå har du allereie sagt litt, til å betre forstå målestokk. Du byrjar med det praktiske, det enkle, ein til ein altså, seier at det er upraktisk og så... Kva er di erfaring, kva fungerer?

126. Per: Dette må eg repetera mange gonger, og så må eg... eg har målestokk på blokka mi i den timen, så veit eg det at i neste veke så må eg ta det òg, sant. Så det trur eg nøkkelen er, at du på ein måte ikkje seier; nå er eg ferdig med målestokk, så nå må eg gå vidare. Du må heile vegen dra med deg dei viktige tinga inn, og så får dei dei på ein måte plutseleg inn i hovudet. For når du plutseleg tek opp eit målestokktema og så spør dei, eller viss du finn eit godt eksempel, plutseleg i saman med noko anna, så på ein måte putta det inn igjen. At dei på ein måte får den der repetisjonen.

127. Randi: Ja, der det er naturleg.

Når Per forklarer kva målestokk er, tek han utgangspunkt i dottera sitt problem med å forstå forholdet mellom ei lita teikning og eit stort hus (106). Eg trur at det vil kunna skapa gjenkjenning hjå elevane, og kanskje og ei kjensle av at dei kan meir enn dette. Han seier likevel at dottera stiller eit godt spørsmål (106). Dermed opnar han opp for at ingen slike spørsmål er dumme. Deretter går han over til å snakka om at teikningar i målestokk 1:1, ville vera svært upraktiske, for dei ville bli så enormt store, og at me difor har behov for teikningar der lengdene er i eit visst forhold til verkeleg lengder (106). Også Ole snakka om målestokken 1:1 i undervisninga. På denne måten viser dei elevane at dette forholdstalet, som me kallar målestokken, er noko me har behov for.

For Per var det viktig å byrja med den grunnleggjande forståinga, og med det enkle. Når han snakkar om å hoppa for høgt i trappetrinnet (106), tolkar eg det som å auka vanskegraden for fort. Han har også lite tru på at dersom læraren har forklart noko og spør om elevane har forstått, så er taushet eit bevis på at dei har forstått (106-108). Når eg spør igjen om kva som fungerer best for at elevane skal forstå kva målestokk er (125), er repetisjon svaret, og ikkje repetisjon på same måte, men i nye samanhengar (126) der det er naturleg (127). Det kan me kalla situert læring (Lave & Wenger, 1991). Forhåpentlegvis kan repetisjon, og det å sjå omgrepet brukt i nye samanhengar, vera med å skapa ei utvida omgrepsforståing.

Intervju med Geir, lærar på bygg- og anleggsteknikk

Den siste sekvensen eg vil ta med i dette kapittelet er frå intervjuet med Geir. Før dette har han sagt at det ofte er nokre elevar som ikkje skjønar kva målestokk er, og så kjem følgjande sekvens:

142. Geir: Ja, ja, men dei fleste losnar det for.

143. Randi: Ja, kva tenkjer du? Kva gjer de for at det skal losna? Kva er det som er clouet for at elevane skal forstå kva målestokk er?

144. Geir: Nei, altså, då tek me jo for oss ei teikning, og gjerne på eit ferdig produkt. I mitt tilfelle så blir det jo mindre ting då, møbler eller kva som helst. Og viss ein då står med teikninga og måler på teikninga kor stort det er på teikninga, og så måler me kor stort det er i røynda. Så skjønar jo...det skal jo mykje til at dei ikkje skjønar då.

145. Randi: Ja, då får dei jo ei veldig sånn praktisk tilnærming.

146. *Geir: Ja, dei gjer jo det. Men allikevel, sjølv om dei skjønar det då, så kan det vera vanskeleg om ei veke igjen.*

Geir seier at for dei fleste losnar det (142) og eg spør kva som skal til for at elevane skal forstår kva målestokk er (143). Det kan sjå ut som å Geir ville gjera det endå meir praktisk enn Per. Han vil ta eit ferdig produkt og arbeidsteikninga til produktet og la elevane måla på både teikning og produkt for at dei skal forstå og få eit forhold til kva målestokk er (144). Han seier at då skal det mykje til at dei ikkje skjønar det (144). Sannsynlegvis ville han ha snakka med elevane rundt dette, men han seier ikkje noko om korleis han ville gjort det. Det kan sjå ut til at han legg mindre vekt på å forklara, bruka ord, men at han heller vil la elevane sjå og sjølv måla for å finna ut kva dette dreier seg om. Det kan vera i tråd Dewey (1916/2007) sin pedagogikk, «Learning by doing».

Når Geir seier at sjølv om elevane har forstått kva målestokk er, kan det vera vanskeleg om ei veke igjen (146), viser det at det er behov for repetisjon slik også Per kommenterte.

4.1.4 Oppsummering

Eg vil her prøva summera opp funna mine frå 4.1-4.3. Frå 4.1 og 4.2 ser eg at i arbeidet med målestokkomgrepet byrjar læraren først med sjølve omgrepet målestokk og dessutan kva ein bestemt målestokk, til dømes 1:100, tyder. Målestokk på kart er hovudfokuset i starten, noko det også er i læreboka som dei brukar. Dermed arbeider dei først med veldig store tal i samband med målestokkomgrepet, og elevane brukar ikkje dei tradisjonelle måtane å rekna på, altså å multiplisera med målestokken når dei skal rekna avstanden i terrenget og dividera når dei skal gå den motsette vegen. I staden tenkjer elevane praktisk og logisk når tala ikkje er for vanskeleg og finn sine eigne måtar å koma fram til svara på, utan at dei alltid klarer å forklara korleis og kvifor dei har gjort det. Ole presenterer gjerne også andre moglege, meir generelle måtar å løysa oppgåvene på, men i arbeidet med kart dividerer og multipliserer han ikkje direkte med målestokken. Han går i staden alltid vegen om kor mange kilometer ein centimeter på kartet svarer til i terrenget.

Når dei arbeider med arbeidsteikningar, brukar elevane metoden med å multiplisera med målestokken, kanskje fordi det er små tal som er enkle å rekna med. I samband med arbeidsteikningar, ser eg ikkje mange ulike løysingar, verken hjå elevar og hjå læraren, slik som då dei rekna med målestokk på kart.

Det verkar som det er ein del uvisse i forhold til korleis dei skal rekna, særleg når målestokken er stor. Elevane rotar også ein del med einingar og omgjeringar mellom einingar. Omgjering mellom meter og centimeter antek læraren er automatisert, men ved omgjering frå centimeter og kilometer brukar dei ein omgjeringstabell.

Det vert også fokusert på kva målestokk som er vanleg å bruka både på kart og på arbeidsteikningar, og det verkar som elevane har erfaring med det og veit kva som er vanleg. Læraren fokuserer litt på kva ulike målestokkar tyder, blant anna ved å ta utgangspunkt i målestokken 1:1. Dette kan vera med å gje dei ei forståing for kva stor eller liten målestokk fortel om forholdet mellom mål på teikningar/kart og verkelege mål.

I 4.1.4 har eg prøvt å analysera det Anne, Per og Geir seier om korleis dei underviser om målestokk for å auka elevane si forståing. Anne vel ein annan måte å rekna med forhold på enn det boka legg opp til, og brukar det også i arbeidet med målestokk. Ho vel å bruka forstørringsfaktoren og knyta det til formlike figurar, men ho byrjar gjerne med målestokk på kart og ikkje på arbeidsteikningar slik boka også legg opp til.

Geir og Per har eit meir praktisk fokus enn Anne. Per ville teke utgangspunkt i eit barn si manglande forståing for ei arbeidsteikning og på behovet for målestokk fordi teikningar i målestokk 1:1 er umogleg. Geir ville lete elevane få sjå og måla på eit produkt og ei teikning av det same produktet, og han meiner at på den måten kunne dei få ei forståing av kva målestokk dreiar seg om. Både Per og Geir snakkar heile tida om arbeidsteikningar i samband med målestokk.

Både Anne og Ole arbeider altså først med kart når dei skal ha om målestokk, i tråd med det læreboka legg opp til, medan Per og Geir fokuserer på arbeidsteikningar, noko som er naturleg sidan dei brukar slike teikningar i det daglege arbeidet sitt.

4.2 Elevane si forståing av målestokkomgrepet

Før eg går inn i sjølve analysen av intervjua, vil eg gje ein kort presentasjon av elevane og deira forhold til matematikkfaget. Johannes seier at han er ein middels god elev i matematikk. Han er ein del aktivt med i timane, og matematikklæraren hans seier at han vanlegvis arbeider ganske fort og stort sett får gjort det han skal. Frå observasjonane i klassen ser eg at Josef også er aktivt med, både munnleg og skriftleg, og han seier at han har gode erfaringar med matematikk frå ungdomsskulen. Filip derimot seier at han har aldri likt matte. Det kan verka som han har lite tru på at han kan få til noko, men han er tidvis aktivt med i timane, gjerne med spørsmål om ting han lurer på.

Eg vil nå prøva å gå litt djupare inn i kva og korleis desse tre arbeider med og forstår målestokk ut frå intervjua med dei. I denne delen har eg nokre stader fleire sekvensar om det same temaet, og då kjem ein samla analyse av sekvensane til slutt. Nokre gonger referer eg også til intervju med ein av dei andre elevane utan å ha sekvensen med direkte i teksten, fordi det ville teke for mykje plass utan å tilføra så mykje nytt.

4.2.1 Kva er målestokk?

Etter nokre innleiande intervjuspørsmål om korleis elevane trivst på skulen, om matematikkfaget generelt og litt om kva ein har bruk for av matematikk i programfaga, går eg over til nokre spørsmål om målestokk. Eg presenterer først ein sekvens frå intervjuet med Johannes:

14. Randi: O, kei. Då skal me gå over og snakka litt om målestokk, og så skal me sjå litt på nokre av oppgåvene du har gjort. Men først vil eg du skal forklara kva målestokk er.

15. Johannes: Målestokk (.) det er sånn at viss du har ein centimeter på kartet så er det for eksempel femti tusen centimeter i verkelegheita. Det er sånn at fordi det gjer kartet mindre, sant, enn det rette, så må dei forstørra avstanden innanfor kvar centimeter. Trur eg det er.

Replikk 16-20 er utelatne. Der får Johannes spørsmål om kor ein elles brukar målestokk, og kjem etter kvart fram til at det er på teikningar.

21. Johannes: Ja, det var det. Teikningar er mindre. Og så. Nei, me har ikkje kome så mykje innpå det ennå, fordi me har ikkje kome så langt i teikninga.

22. Randi: Nei, men viss du har ei husteikning, kva er typisk vanleg målestokk på det, veit du det? Vanlege målestokkar? Det kan vera forskjellig.

23. Johannes: Ein til femti (litt usikker)

24. Randi: Ja, det kan det godt vera.

25. Johannes: Sånn at du gjer det halvparten. Halvparten.

26. Randi: Halvparten av?

27. *Johannes: Nei, dei er vel ein til hundre.*

28. *Randi: Det er nok gjerne det mest vanlege.*

29. *Johannes: (uklart)*

30. *Randi: På kart då, kva er vanleg målestokk på kart. Er det ein til femti, ein til hundre eller, kva er det? Eller er det noko anna?*

31. *Johannes: Eg ville trudd det var meir eg.*

32. *Randi: For eksempel?*

33. *Johannes: Hundre tusen.*

34. *Randi: Ja, det kunne det. Viss det står ... viss du får ei husteikning og så står det sånn (skriv 1:100 på eit ark). Korleis les du det?*

35. *Johannes: Ein centimeter på kartet er lik hundre, eller ein meter i verkelegheita.*

Etter at eg har spurt Johannes kva målestokk er (14), svarer han ved å ta utgangspunkt i målestokk på kart der målestokken er 1:50000 (15). Vidare får han spørsmål om kva som er vanleg målestokk på husteikningar og på kart (22) og han plasserer målestokken 1:50 med ein gong på husteikningar og etter kvart 1: 100 000 på kart (22-33). Når eg viser korleis me skriv målestokk og bed han seia korleis me les det (34), forklara han kva det betyr (35-37)

Nedanfor følgjer sekvensen der Filip får dei same spørsmåla:

29. *Randi: Kan du forklara meg først kva målestokk er, eller kva du tenkjer målestokk er?*

30. *Filip: Det er sånn på kart, så har det jo gjort mindre, for å sjå kva plasser, eller eg veit ikkje eg kva eg skal kalla det. Du ser oversikt.*

31. *Randi: Mm.*

32. *Filip: Så bare de... eg trur det er noko tre centimeter på kartet det er så og så mykje i verkelegheita.*

33. *Randi: Mm. Ja. Nå nemnde du kart. Kva andre samanhengar kan du bruka målestokk?*

34. *Matias: Hus, byggteikningar.*

35. *Randi: Ja. (.) Ja.*

36. *Filip: Ja, eg kjem ikkje på.*

37. *Randi: Nei, men det er nok dei som er mest vanlege, eller teikningar av noko du skal... Eh. (.) Viss det står for eksempel sånn (skriv 1:100 på eit ark) på ei husteikning. Korleis les du det og kva betyr det?*

38. *Filip: Eg forstår ikkje det heller.*

39. *Randi: Du forstår det ikkje.*

40. *Filip: Eg forstod det. Eller eg veit ikkje om eg forstår det. Eg trur me hadde det på prøven i dag, men eg er ikkje sikker.*

41. *Randi: Men kva tenkjer du det eitt-talet og det hundre-talet står for?*

42. *Filip: Ein centimeter kan vera hundre (nøler) trur eg.*

43. *Randi: Ein centimeter...*

44. *Filip: Nei.*

45. *Randi: Jo, jo fortsett.*

46. *Filip: Kvar hundrande centimeter eller noko sånn. Eg veit ikkje.*

47. *Randi: Nei. Viss eg seier at ein centimeter på teikninga det svarer*

48. *~Filip: Er hundre centimeter i verkelegheita. Ja. Ja. ~*

Når Filip får spørsmål om kva målestokk er (29), svarer han at det har noko med kart å gjera (30) og deretter prøver han å forklara litt meir kva det betyr (32). På spørsmålet om kva andre samanhengar me brukar målestokk i (33) svarer han med ein gong byggteikningar (34). Når han får direkte spørsmål om kva målestokk 1:100 betyr (37), seier han først at han ikkje forstår det (38), men i den vidare samtalen kjem han delvis fram til kva det betyr (41-48). Frå intervjuet med Josef, tek eg her berre med ein replikk der han svarer på kva målestokk er.

12. *Josef: Målestokk vil jo berre seia det at det er anten forminska eller forstørra i eit større format eller mindre format.*

Me ser her at Josef med det same forbind målestokk med forminsking og forstørring (12). Som me har sett i kapittel 4.1 har ikkje målestokkundervisninga teke utgangspunkt i forstørring og forminsking slik Anne fortalde at ho plar gjera. Likevel nemner Josef her forstørring og forminsking. Johannes nemner også så vidt ordet forstørra, men det han seier er meir uklart og ikkje så lett å forstå (15). Filip nemner ingenting om forstørring eller forminsking.

Både Filip (30) og Johannes (15) forbind først målestokk med kart og ikkje med arbeidsteikningar. Det same såg eg i intervjuet med Josef. Ein ville kanskje heller forventa at elevar som går på bygg- og anleggsteknikk er så vane med å sjå målestokk på arbeidsteikningar at det var det første dei ville koma på. I staden forbind dei det med det dei først byrja med då målestokkomgrepet vart introdusert i klassen. Det kan jo også godt tenkjast at det er det dei forbind med målestokk frå ungdomsskulen, men det veit me ikkje noko sikkert om.

Johannes har ei klar forståing for at målestokken seier noko om forholdet mellom ein centimeter på teikninga og verkeleg mål (15). Det same gjer Josef, medan det ser ut til at Filip er mykje meir usikker i forhold til dette. Han byrjar å snakka om at tre centimeter på kartet er så og så mykje (32). Målestokk kan sjølvsagt brukast til å finna kor mykje tre centimeter på kartet er i verkelegheita, men når han dreg det inn her som ei forklaring på kva målestokk er, kan det tyda på at han ikkje har full forståing for dette, eller i alle fall at han har store vanskar med å forklara det. På direkte spørsmål om kor me elles kan brukar målestokk nemner Filip at det kan brukast i samband med husteikningar (34). Men også her kan det sjå ut som om han er nokså usikker på kva målestokk er og kva til dømes målestokk 1:100 betyr (38-40). Når eg spør veldig konkret (41) seier han nølande at ein centimeter kan vera hundre (42). Det er ikkje godt å seia om det er fordi han ikkje har forstått dette, eller om han berre er usikker på seg sjølv og kva han kan. Det kan igjen verka som han har problem med å uttrykkja kva han kan (46). For meg ser det ut som om han byrjar å hugsa og forstå kva eg spør om i den siste replikken (48). Orda «Ja. Ja» på slutten kan vera ein måte å seia at nå forstår eg, eller nå hugsar eg det. Vi ser altså allereie her at det ser ut til å vera sprik mellom elevane i forhold til den heilt grunnleggjande forståinga for kva målestokk dreier seg om og i forhold til å uttrykkja med ord kva det er.

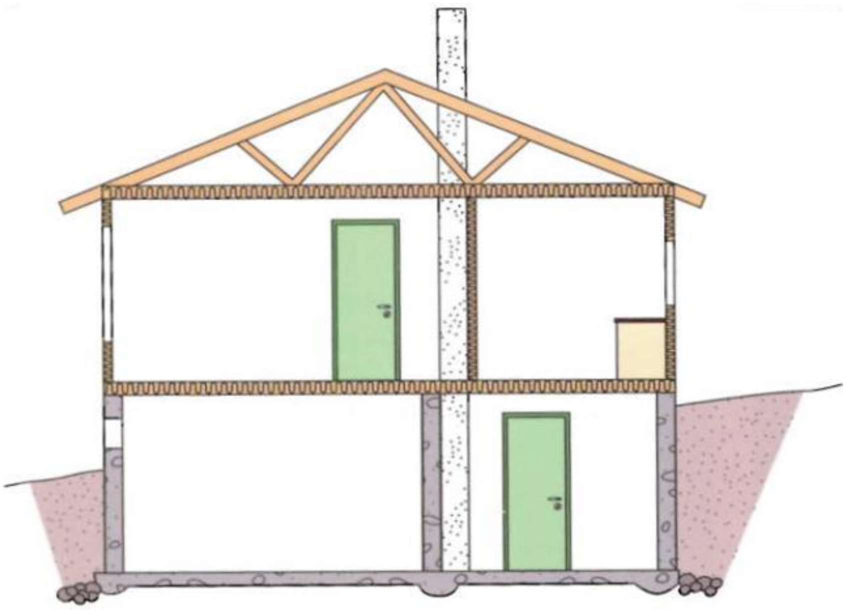
Johannes har ei klar formeining av kva som er vanleg målestokk både på kart (30) og på teikningar (23). At han byrjar å snakka om at målestokk 1:50 er halvparten (25), kan ha å gjera med at dei har arbeidt med ei oppgåve der dei skulle gjera om ei teikning i målestokk 1:100 til ei teikning i målestokk 1:50, altså målestokk som var «halvparten». Eg kjem tilbake til den oppgåva seinare.

Filip har ikkje fått det spørsmålet, men også Josef svarte utan å nøla at vanleg målestokk på husteikningar er 1: 100. Johannes knyter kart til målestokken 1:50 000 (15), og seinare på direkte spørsmål om kva som kan vera vanleg målestokk på kart 1:100 000 (33). Dette viser at Johannes og Josef har ei klar formeining om at målestokk på teikningar er mykje mindre enn på kart, og dei har også realistiske oppfatningar av kva slag målestokk som er vanleg på teikningar og på kart.

Elles koplar Johannes husteikningar til teiknefaget dei har på bygg- og anleggsteknikk, men han seier at der har dei ikkje kome til målestokk ennå (21). Frå lærarintervjua veit eg at elevane arbeider med å teikna ein garasje i dette teikneprogrammet, men at det er først når dei er ferdige med teikningar dei vel målestokk på teikninga for å få ho til å passa inn på eit A3 ark. Det kan godt henda at Johannes ikkje har kome så langt ennå. At desse tre elevane ikkje koplar målestokk med arbeidsteikningar i første omgang, kan tyda på at det ikkje har vore så mykje fokus på målestokk der ennå, og at elevane dermed ikkje så lett assosierer målestokk med det dei arbeider med i programfaga. Alternativt ser dei berre ikkje samanhengen mellom dei to faga.

4.2.2 Å finna verkelege mål ut frå mål på teikninga

Sekvensane nedanfor tek utgangstpunkt i oppgåve 4.52 som elevane arbeidde med i den andre undervisningsøkta. Oppgåva tek utgangspunkt i ei teikninga av eit snitt gjennom eit hus. Målestokken er 1:100



Figuren er henta frå Oldervoll, et al. (2009, s. 107)

Me skal først sjå litt på korleis Johannes forklarer kva han har gjort for å rekna ut kor høgt det er under taket i huset:

47. *Johannes. Eg tok linjalen og så målte eg.*

48. *Randi. Ja, det er jo den teikninga du har brukt då (peikar på teikninga)*

49. *Johannes: Ja, og så målte eg (.) Det var det då, og det var meter? Sant?*

50. *Randi: Her har du skrive to komma tjuefem gange hundre er lik to hundre og tjuefem centimeter. Og kva er det du har gjort? Du tok og målte. Kva var det du målte?*

51. *Johannes: (.) Eg har ikkje peiling.*

52. *Randi: Kva står desse tala for?*

53. *Johannes: Det er meter. Det er kor langt det er frå, eller det er vel eigentleg centimeter, men det er i målestokk, så...*

54. *Randi: Ja, det er i centimeter.*

55. *Johannes: Du må ganga det for å...så gangar du det med målestokken for å få kor mykje det er på ekte.*

Johannes veit med ein gong at han har målt på teikninga (47), men når eg viser til sjølve utrekninga hans og bed han forklara (50), seier han at han ikkje veit kva han har gjort (51). Etter kvart kjem han fram til kva han har gjort og kvifor (55).

Vidare i den same oppgåva skulle dei finna ut kor lang pipa i huset var frå kjellargolvet og heilt opp til taket. Her kjem Filip si forklaring på korleis han gjorde det:

122. *Randi: Og så er neste spørsmål du har svart på då, det er kor lang er pipa målt heilt frå kjellargolvet. Og der har du svart sju komma ein gonger hundre er sju hundre og ti centimeter er sju komma ti meter.*

123. *Filip: Då trur eg eg målte frå der til opp der, trur eg.*

124. *Randi: Ja, kvifor må du ganga med hundre her? Det er heilt rett det du har gjort.*

125. *Filip: Målestokken.*

126. *Randi: Ja, du gangar med det som er målestokken. Og her har du fått sju hundre og ti centimeter, og korleis har du tenkt vidare der då.*

127. *Filip: Berre gjort om til meter.*

Frå intervjuet med Johannes ser eg at han med ein gong veit at han først må måla på teikninga (47). Når han med ein gong snakkar om meter (49) kan det tolkast som at han automatisk hugsar at i denne oppgåva var ein centimeter på teikninga det same som ein meter i verkelegheita. Også Filip hugsar med ein gonga at han har målt og kva han har målt, sjølv om han uttrykkjer litt uvisse (123). Når eg vidare spør Filip kvifor han har ganga med hundre, svarer han med ein gong at det er på grunn av målestokken (125). Me ser her at på direkte spørsmål om einskilde tal (124), veit han kva dei betyr (125). Det same når han får spørsmål om kva han har gjort med svaret som er i centimeter (127). Han tek berre ikkje sjølv initiativet til å forklara det. Det kan tyda på at han veit korleis han skal rekna sjølv om han ikkje klarte å uttrykkja kva målestokk var (jf. 4.2.1).

Det ser ut til at Johannes først ikkje veit kva han har gjort (51), men så ser det ut til at han byrjar å hugsa kva han har gjort (53). Her gjev han oss ei forklaring på kvifor han har snakka om meter. Og når han har kopla dette, klarer han med ein gong å forklara kva han har gjort. Han seier at me må ganga det med målestokken for å få det «på ekte» (55). Det ser altså ut til at begge desse har veit korleis ein kan bruka ei husteikning til å rekna ut verkelege mål. Hadde me sett på Josef sine svar, ville me sett at det verkar som han har det endå klarare for seg korleis han har gjort dette. Alle tre multipliserer med målestokken for å finna svaret. Eg trur at dei her brukar det Vergnaud (1983) kallar ein skalar operator på multiplikasjonsoppgåver ved isomorfisme av målingar. Som eg sa i teoridelen kunne dette også vore løyst med ein funksjonsoperator, men det verkar ikkje som elevane er medvitne om nemningar her. Dei opererer berre med tal.

At Filip klarer å bruka målestokken og mål frå ei teikning til å rekna ut verkelege mål, trass i at han hadde store problem med å forklara kva målestokk eigentleg var, kan tolkast på ulike måtar. Det kan henda at han eigentleg har forstått kva målestokk er, men berre har problem med å uttrykkja det verbalt slik Vygotsky (1962/1986) skriv om, eller kanskje har han ikkje heilt har forstått kva målestokk er, men har lært seg reint instrumentelt korleis han kan bruka måla frå teikninga og målestokken til å rekna ut verkelege mål.

Når det gjeld Johannes og Josef kan det sjå ut til at dei både har forstått at målestokken fortel kor mange centimeter i verkelegheita ein centimeter på kartet/teikninga svarer til og at dei veit korleis dei skal bruka det til å rekna ut verkelege storleikar ut frå storleikar på eit kart eller ei teikning.

4.2.3 Å gå motsett veg

Sjølv om elevane reknar ut verkelege lengder og avstandar når målestokken er oppgitt, er det ikkje opplagt at dei klarer å gå motsett veg, altså rekna ut avstandar på kart eller teikningar ut frå verkelege avstandar. Sekvensane nedanfor handlar om det, og eg byrjar med Josef:

84. Randi: Flott, og så på oppgåve firefemti. Ja, det var eigentleg den siste der. Der har de målt på kartet og funne forskjellige avstandar, og så har du rekna ut kor mykje det er i verkelegheita på a-en og b-en. Og så på c-en så skal du finna ut... Då veit du at i verkelegheita er det seks komma fem kilometer, og så skal du finna ut kor langt...du skal på ein måte finna Geitfjellet på kartet, og då må du finna kor langt det er der. Du skal gå motsett veg. Og der ser eg ikkje noko utrekning, så lurer eg på: Veit du korleis du har kome fram til det. Har du berre målt det, eller har du rekna noko. Kan du hugsa det?

85. Josef: Ja, det var kanskje litt svakt, men du gjorde vel det motsette der, at då tek du målestokken, og så deler du liksom på svaret ditt.

86. Randi: Ja, viss du skulle rekna. Viss du hadde seks komma fem kilometer, og så veit du at målestokken er ein til femti tusen.

87. Josef: Ein til seksti...

88. Randi: Var det ikkje ein til femtitusen på det kartet. Jo, ein til femtitusen.

89. Josef: Jo, men då er det jo veldig mykje å dela på femti tusen, men då hadde eg først…, kom eg fram til noko oppe her ein plass?

I replikk 90-93 kjem me fram til at 50 000 cm svarer til 0,5 km.

94. Randi: Ja det er rett. Så i plassen for femtitusen. Så...

95. Josef: Så måtte du ganga (.) , nei så, em (.).

96. Randi: Det er ikkje så lett.

97. *Josef: Nei, eg har sjølvsagt g…*

98. *Randi: Jo, men du er inne på noko. Du seier du kan... Først sa du at du må dela på eit eller anna.*

99. *Josef: Ja du må dele med null komma fem kilometer, og så får du eit eller anna.*

100. *Randi: Ja, då får du tretten faktisk. Du tek seks komma fem og deler på null komma fem.*

101. *Josef: Ja, det kan godt stemma.*

Her presenterer eg oppgåva og spør korleis Josef har løyst henne (84). Han seier først kva han ville gjort (85), og så bed eg han visa det med dei konkrete tala (86). Me avklarar ein del ting (87-93) Han hugsar ikkje heilt korleis det skal gjerast (95-97), men kjem til slutt fram til kva han må dela på (100).

I arbeidsboka til Filip, ser eg at han har ikkje gjort denne oppgåva. Dermed har han ikkje noko skriftleg å svara ut frå, men eg spør han korleis han ville gjort det, og nedanfor følgjer svaret hans:

100. *Filip: Du skal dela på femti tusen.*

101. *Randi: Ja. Du gjer det motsette altså.*

102. *Filip: Mm.*

103. *Randi: Mm. Flott. Men viss du tek seks komma fem kilometer og deler på femti tusen...*

104. *Filip: Du må først gjera om til centimeter, eller, ja.*

105. *Randi: Ja, kva.*

106. *Filip: Sekstifem tusen.*

Filip seier at me må dela på femti tusen (100). Men etter kvart nyanserer han svaret sitt ved å seia at me må gjera om den verkelege avstanden til centimeter (104). Han gjer det om, men omgjeringa er ikkje korrekt (106).

Eg tenkte at denne oppgåva var gitt for å testa om dei kunne «gå motsett veg», men i Johannes si løysing, som me ikkje har teke med her, har han berre skrive opp eit reknestykke som er akkurat likt som når ein skal gå frå avstand på kart til verkeleg avstand, og han seier at han berre målte på kartet. Dette ser altså ikkje ut til å vera ei god oppgåve for å læra elevane å gå motsett veg. For å sjekka Johannes si forståing for dette spør, eg korleis han ville gjort det, og han svarer at han ville «delt på målestokken».

I dei to sekvensane ovanfor, seier både Filip (100) og Josef (85) at her må me dividera, men Josef verkar noko meir usikker på korleis han skal gå fram enn det Filip er, trass i at Filip ikkje har gjort oppgåva frå før. I alle fall uttrykkjer Josef seg meir upresist (85). Han føreslår også at me må multiplisera (95) og klarer til slutt med litt rettleiing frå meg å uttrykkja tydeleg korleis han kan rekna det ut (100).

Filip kjem med litt hjelp fram til at dei må gjera om det eine talet i reknestykket (103-104), og gjer det om til cm, men omgjeringa er ikkje heilt rett (106). Også Josef finn ut at han må gjera om, men han går motsett veg og gjer om til kilometer (89-93). Då læraren, Ole, gjekk gjennom dette, gjorde han om til kilometer først før han rekna ut, altså slik som Josef endar opp med å gjera, ein nokså praktisk måte å tenkja på. Den andre matematikklæraren som eg intervjua, Anne, sa at ho plar la elevane rekna ut med centimeter og deretter gjera om til slutt, fordi ho meiner det er meir logisk. Anten ein vel Ole eller Anne sin måte er det snakk om det ein 2. type-divisjon (Vergnaud, 1983).

Ut frå denne eine oppgåva, er det vanskeleg å seia noko sikkert om kor stor forståing dei har for korleis dei skal gjera det. Ei anna liknande oppgåve hadde verken Josef, Johannes eller Filip gjort. Det kan vera fordi dei ikkje hadde tid, eller det kan tyda på at dei var usikre på korleis dei skulle gjera det.

Uansett om dei veit at dei skal dividera, ser eg også her at omgjering mellom einingar i arbeidet med målestokk er ei utfordring.

4.2.4 Å finna målestokken

I undervisningsøktene arbeidde ikkje elevane med å finna ein ukjent målestokk ut frå verkelege mål og mål på teikninga. Eg valde difor å la dei prøva ei oppgåve frå boka og tek her med ein sekvens frå det:

138. Randi: Viss du ikkje kjenner... Eg har ei oppgåve der... Viss du ikkje kjenner målestokken. Her er ei teikning der den veggen er sju meter. Og så kan du måla kor mykje den er på teikninga. I verkelegheita er han sju meter.

Replikk 139-141 er utelatne. Der snakkar me berre om at Johannes kan ta eit seinare tog slik at me kan gjera ferdig intervjuet.

142. *Viss du ... ja, har du nokon ide om korleis du kan finna målestokken. Her er målestokken ukjent.*

143. *Johannes: Ikkje peiling.*

144. *Randi: Men prøv å tenkja då. (4s) Det står at du skal måle sidene. Du veit at den er sju meter i verkelegheita. Så kan du måla ho her. Tre og ein halv. Har du noko ide? Kva trur du målestokken vil vera. (12s)*

145. *Johannes: Nei, eg veit ikkje.*

146. *Randi: Det er ikkje så mange av dei andre heller som har fått han til. De har ikkje gjort dette.*

147. *Johannes: Det er jo dobbelt så lite. Så tre komma fem. (.) Ein til to.*

148. *Randi: Ja men då må du tenkja at her har du meter og den målte du i centimeter. Viss den hadde vore centimeter så var det rett.*

149. *Johannes: Tjue, nei to hundre.*

150. *Randi: Ja, nå gjettar du berre. [Johannes: Nå gjettar eg berre.] Er det ein til tjue eller ein til to hundre? Du er inne på noko.*

151. *Johannes: For å koma til centimeter så må du jo gå to hakk tilbake, så då blir det to hundre.*

152. *Randi: Det er heilt rett, og viss du ikkje klarte å ta det i hovudet. Så måten å gjera det på er at du tek lengda i verkelegheita, sju hundre centimeter, og deler på lengda på teikninga. Så får du to hundre sånn som du reflekterte deg fram til. Veldig bra.*

153. *Johannes: Men det var jo bra gjetta då.*

154. *Randi: Ja, du gjetta ikkje berre, du reflekterte jo. Så det var ikkje berre gjetting.*

Etter at eg har presentert oppgåva (138,142) møter me ein reaksjon som kan vera typisk for mange elevar når dei møter noko nytt som dei ikkje forstår: «Ikkje peiling» (143). Det same seier også Filip om denne oppgåva. Eg kunne jo ha gitt meg der, men ønska å finna ut om det verkeleg stemmer at Johannes ikkje har peiling, og prøver difor på nytt (144). Me ser at når Johannes får tenkt seg om, kjem han fram til at han må dela den verkelege lengda på veggen med lengda på teikninga (147). Det same ser eg i intervjuet med Josef. Han seier også at han ville ta 7:3,5. Vi ser altså at begge desse igjen gløymer å ta omsyn til ulike nemningar. Dette kan tyda på at dei verkeleg har fått ei grunnleggjande forståing for kva målestokk er, men at dei ikkje er nok medvitne om at ein må operera med same nemningane når ein reknar med målestokk.

Filip derimot kjem ikkje med noko forslag om korleis me kan finna målestokken. Det kan tyda på at dei to andre har ei djupare forståing for kva målestokk er, og at Filip kanskje berre har lært seg intrumentelt korleis han skal rekna med det. Sjølv om Johannes meiner at han berre har gjetta seg fram til kva målestokken er (153), ser det for meg ut som om han har ein del fornuftige refleksjonar (154). Spørsmålet er om ikkje både han og Josef i alle fall ville hatt potensiale til å læra og forstå dette dersom det hadde vore eit tema i timane. I følgje Vygotsky (1962/1986) ville dette i så fall vore innanfor den proksimale utviklingssona deira. Dersom dei var blitt underviste ut frå Anne sin metode med forstørringsfaktor, ville dei vore kjende med at målestokken var det same som forstørringsfaktoren, og den finn me ved å ta det verkelege (det største) dividert med teikninga (det minste), og det kunne kanskje ha hjelpt dei med denne oppgåva. Forstørringsfaktoren vil vera ein einingsverdi, og å finna målestokken, vil dermed vera ein 1.-type-divisjon (Vergnaud, 1983).

4.2.5 Å endra målestokken

Eg har tidlegare funne at elevane har ei formeining om kva målestokkar som er vanlege på husteikningar og på kart. Det kan vera interessant å sjå om dei også forstår kva som skjer med til dømes ei teikning dersom me endrar målestokken. Dei arbeidde med to slike oppgåver i timane, den eine med utgangspunkt i ei husteikninga i målestokk 1:100, og den andre med utgangspunkt i teikning av båten i målestokk 1:60.

Den første oppgåva har både Josef og Johannes gjort, men ikkje Filip. Eg tek først med ein sekvens der Filip snakkar om korleis han ville ha løyst den første oppgåva (oppgåve 4.53):

187. *Randi: Har du nokon ide om korleis... Korleis ville det huset blitt dersom du skulle teikna det i målestokk ein til femti? Ville det blitt større, eller mindre?*

188. *Filip: Det ville blitt større (.) trur eg.*

189. *Randi: Kor mykje større?*

190. Filip: Halvparten større, eller liksom (.) ja.

191. Randi: Ja. Dobbelt så stort.

192. Filip: Dobbelt så større.

193. Randi: Mm. Ja, eh det er rett. Viss du nå hadde teikna det i ein mindre målestokk, altså ein til tjuefem, kva hadde skjedd med det då?

194. Filip: Då er det større igjen, for det er nærmare verkelegheita.

195. Randi: Mm. Viss du teiknar det i målestokk ein til ein, kva vil det seia?

196. Filip: Det er sånn det er på verkelegheita, sånn det står ute.

Eg spør korleis husteikninga ville blitt dersom målestokken var 1:50 (187). Filip svarer at ho ville blitt større (189), men på spørsmålet mitt om kor mykje større (189) svarer han først halvparten større (190. Dette kan høyrast ut som ei sjølvmotseiing. Dersom det er halvparten så stort, så er det jo mindre. I intervjuet ser me at eg likevel tolkar det som om han meiner å seia dobbelt så stort (191). Den vidare samtalen kan tyda på at den tolkinga er rett. Når eg spør kva som ville skjedd med målestokk 1: 25 (193), seier han at det ville blitt endå større. Her får eg inntrykk av at han har ei god forståing av kva målestokken seier om forholdet til verkelegheita, og det blir igjen understreka av at han seier at målestokk 1: 1 er slik det er i verkelegheita (194, 196). Han uttrykkjer at di nærare 1:1 målestokken er, desse større blir teikninga. Dette kjenner me igjen frå den første undervisningsøkta der Ole snakka om målestokk 1:1, og også frå intervjuet med Per.

Også dei to andre elevane sa i intervjua at teikninga blir dobbelt så stor når målestokken endrar seg frå 1:100 til 1:50. Det er interessant at dei seier at huset er dobbelt så stort, for det er jo berre alle lengdene på teikninga som er dobbelt så store, ikkje arealet av huset. Spørsmålet er om dei skjelnar mellom kva målestokken har å seia for arealet og kva han har å seia for lengdene på teikningane. Me skal seinare sjå meir på om dei har forstått det med areal og målestokk.

Alle tre knyter altså halvering av målestokken til noko som er dobbelt så stort på teikninga, sjølv om dei ikkje reknar det ut på noko vis eller forklarer noko meir i detalj. Dei forstår altså korleis dei skal teikna ei teikning i ein ny målestokk når det er slike enkle tal.

På teikninga av båten blir utfordringa større, for der endrar målestokken seg frå 1:60 til 1:40, og den oppgåva har ingen av dei tre løyst tidlegare, anten fordi dei ikkje har fått tid eller fordi dei ikkje har fått det til. Josef hadde ingen klare formeiningar om korleis han skulle gå fram, og Filip har eg ikkje spurt om den oppgåva. Nedanfor kjem ein sekvens der Johannes reflekterer rundt korleis han kunne løyst oppgåve:

122. Randi: O, kei. Viss du nå, her så har du den båten, og den skulle du eigentleg teikna. Den var i målestokk ein til seksti, og så skulle du teikna han i målestokk ein til førti. Korleis ville du gjort det. Det er jo ikkje halvparten eller.

123. Johannes: Mm (tenkjer).

124. Randi: Eg veit ikkje om du har gjort det. Eg trur ikkje du har gjort det. Har du nokon ide?

125. Johannes: (Plystrar lågt og tenkjer) (8s) Eg veit ikkje heilt korleis eg skal gjera det. (.) Då hadde eg funne ut lengda, eller arealet av båten, og så hadde eg delt det på tre og så hadde eg plussa... og så tatt to tredjedelar av det.

126. Randi: For du tenkjer at det er to tredjedelar av seksti.

127. Johannes: Ja.

128. Randi: Ja.

129. Johannes: Det er sånn eg ville gjort det. Det er kanskje litt tungvindt.

I motsetning til den første oppgåva, som Johannes tok på strak arm, må han her bruka tid på å tenkja (123 og 125). Og som i oppgåva der målestokken var ukjent, observerer eg at han gjerne kan tenkja og reflektera seg fram til eit svar som ikkje er opplagt for han (153). Det han seier om korleis han kjem fram til talet 2/3 er for meg noko uklart, men han vil i alle fall dela med tre og så vil han plussa (153). Slik eg tolkar det, ser han at dersom han deler 60 på tre får han 20 og dersom han legg saman 20 + 20 så får han førti, og dermed den målestokken han er ute etter, som altså er 2/3 av 60. Problemet er her at han ikkje seier tydeleg kva han ville gjort vidare med talet 2/3. Dersom han tek utgangspunkt i teikninga i målestokk 1:60 og gangar med 2/3, vil han jo få ei mindre teikning. Dersom han derimot dividerer med talet, vil han koma fram til dei rette måla. Dette seier han ingenting om. Medan han kunne seia at 50 var halvparten av 100 og dermed vart teikninga dobbelt så stor, klarer han ikkje å seia at fordi at 40 er 2/3 av 60 så må teikninga bli 3/2=1,5 gonger så stor.

Det ser altså ut til at elevane har ei forståing av kva som skjer med ei teikning når målestokken endrar seg, at teikninga blir større når målestokken blir mindre og omvendt. Men det ser ut til at dei ikkje har kome så langt at dei kan bruka dette til å rekna. Dei har altså ei praktisk forståing av dette, men har ikkje rekneferdigheitene som skal til for å løysa oppgåver som blir såpass vanskelege at ein ikkje berre ser svaret. Denne typen oppgåver er det ein kallar regelen-om-tre-oppgåver (Nunes, et al., 1993; Vergnaud, 1983) og Johannes prøver å gå vegen om einingsverdien for å løysa oppgåva (Vergnaud, 1983). Viss han hadde fått det til, ville 1 cm på den opprinnelege teikninga vera 1,5 cm på den nye teikninga, altså einingsverdien 1,5.

4.2.6 Målestokk og areal

Når me snakkar om målestokk og areal, aukar vanskegraden for elevane, fordi me må bruka målestokk i to dimensjonar.

Elevane har prøvt å gjera to oppgåver der dei skulle rekna ut verkeleg areal ut frå målet på ei teikning. Det var dei same teikningane som nemnt i avsnittet ovanfor, altså husteikninga i målestokk 1:100 og teikninga av ein båt i målestokk 1:60. Eg vel å ta utgangspunkt i den sistenemnde, som er vanskelagast. Alle tre har prøvt å gjera den oppgåva, men ikkje fått ho til. Eg snakkar litt vidare med dei for å sjå korleis dei reflekterer rundt oppgåva. Filip klarer ikkje koma opp med nokon ide om korleis han kan finna arealet av båten ut frå teikninga, medan Johannes og Josef etter kvart kjem fram til noko. Eg har valt ein sekvens der Johannes skal prøva å rekna ut omtrentleg areal av båten. Han tenkjer seg først litt om før han seier følgjande:

108. Johannes: (4s) Eg tok breidda av båten og så plussa eg det med lengda og så etterpå så ganga eg det med målestokken, og så fekk eg ca...

109. Randi: Kvifor plussa du her?

110. Johannes: Veit ikkje.

111. Randi: Korleis plar me rekna ut areal?

112. Johannes: Me plar ganga.

113. *Randi: Viss du nå hadde ganga dei saman, så hadde du fått arealet av ein firkant som var så stor (viser på teikninga av båten) litt større enn båten, og så har du ganga med seksti. Kvifor har du gjort det? Viss nå dette var riktig, det arealet. Kvifor har du ganga med seksti?*

114. *Johannes: Det er målestokken.*

115. *Randi: Mm.*

116. *Johannes: For å finna ut den verkeleg storleiken.*

117. *Randi: Får du det rette arealet då? Kva?*

118. *Johannes: Eg veit ikkje. Ja, men eg har jo gjort feil eg.*

119. *Randi: Ja, men viss det hadde vore rett det før, måtte du ganga med seksti. Ville du fått rett då?*

120. *Johannes: Ja, eg trur det.*

Johannes sitt svar er ikkje rett (108). For det første har han lagt saman lengde og breidde for å finna arealet av eit rektangel, og deretter har han berre multiplisert med målestokken. Eg prøver først å avklara det som er feil i forhold til å rekna ut arealet (109-112). Sidan føremålet med denne oppgåva og med spørsmålet mitt var å finna ut om han kan rekna ut det verkelege arealet ut frå arealet på teikninga, så valde eg å prøva å dra fokuset bort frå denne feilen og over på dei vidare utrekningane (113). Han er nokså sikker på at han skulle ha multiplisert arealet på teikninga med målestokken for å finna verkeleg areal (114, 116, 119-120). Det same finn eg igjen i intervjuet med Josef, som eg ikkje har teke med her. Ingen av dei føreslår å først rekna ut verkeleg lengde og breidde ved å multiplisera med målestokken, eller ved å multiplisera arealet på teikninga med målestokken opphøgd i andre. Det ser altså ikkje ut til at dei har forstått skilnaden på målestokk brukt i forhold til lengder, altså med ein dimensjon, og målestokk brukt i forhold til areal, altså med to dimensjonar. Her må dei både kunne rekna med det Vergnaud (1983) kallar eit produkt av målingar for å finna eit areal og i tillegg, før eller etter det, gjera ein multiplikasjon som er ein isomorfisme av målingar (Vergnaud, 1983). Det er dermed ikkje rart om dette er noko som er vanskelegare å forstå, og som kanskje krev eit høgare abstraksjonsnivå enn å rekna med målestokk berre i forhold til lengder. For desse elevane var målestokk og areal heller ikkje vektlagt så mykje i undervisninga om målestokk.

4.2.7 Oppsummering

I tabellen nedanfor har eg prøvt å oppsummera kva eg har funne ut om dei tre elevane si forståing for målestokkomgrepet.

	Filip	**Johannes**	**Josef**
4.2.1 Kva er målestokk?	Forbind målestokk med kart, men klarer ikkje heilt å forklara kva det er. (Har ikkje fått spørsmål om kva målestokk som er vanleg på kart og på husteikningar.)	Forbind målestokk med kart, og forklarer at ein cm på kartet kan tilsvara til dømes 50 000 cm i verkelegheita. Har ei klar formeining om kva målestokk som er vanleg både på kart og på hus-teikningar.	Seier at målestokk har med forstørring og forminsking å gjera. Forbind målestokk med kart, og forklarer at ein cm på kartet kan tilsvara til dømes 50 000 cm i verkelegheita. Har klar formeining om kva målestokk som er vanleg på kart og på husteikningar.
4.2.2 Å gå frå teikning til det verkelege	På konkrete spørsmål forklarer han korleis han brukar måle-stokken og mål frå ei teikning til å rekna ut verkelege mål.	Litt usikker i starten, men forklarer etterkvart korleis han brukar måle-stokken til å rekna ut verkelege storleikar ut frå storleikar på ei teikning.	Veit korleis han brukar målestokken og mål frå ei teikning til å rekna ut verkelege mål.
4.2.3 Å gå motsett veg	Har ikkje gjort oppgåva, men veit at han skal dividera med målestokken for å finna mål på kartet. Rotar litt med omgjeringar.	Ville dividert med målestokken for å finna avstanden på kartet.	Litt usikker på korleis han skal gjera det, men kjem fram til at han må dividera med målestokken. Rotar litt med omgjeringar.

4.3.4 **Å finna målestokken**	Har ingen tankar om korleis han skal gjera det.	Kjem etterkvart fram til at han må ta verkeleg målt dividert med mål på teikningar, men er ikkje medviten om at han då må ha same nemning.	Dividerer verkeleg mål med mål på teikninga, men er ikkje medviten om at han då må ha same nemning.
4.3.5 **Å endra målestokken**	Har god forståing for kva som skjer med ei teikning når me endrar målestokken. Forstår at lengdene blir dobla når målestokken blir halvert. (Har ikkje fått spørsmål om vanskelegare målestokkar)	Har god forståing for kva som skjer med ei teikning når me endrar målestokken. Forstår at lengdene blir dobla når målestokken blir halvert. Reflekterer litt kring vanskelegare tal, men klarer ikkje laga generelle reknereglar for alle tilfelle.	Har god forståing for kva som skjer med ei teikning når me endrar målestokken. Forstår at lengdene blir dobla når målestokken blir halvert. Har inga formeining om korleis ein kan rekna når det ikkje er snakk om halvering og dobling.
4.3.6 Målestokk og areal	Har ingen idear om korleis han skal rekna ut areal ut frå målestokken og mål på teikninga.	Vil multiplisera arealet på teikninga med målestokken for å finna verkeleg areal.	Vil multiplisera arealet på teikninga med målestokken for å finna verkeleg areal.

Ut frå tabellen ovanfor kan det sjå ut til av Johannes og Josef har ei djupare forståing for målestokkomgrepet enn Filip. Dette og andre ting vil eg diskutera meir i lys av relevant teori i kapittel 5.2.

4.3 Matematikk i fag og yrke

Eg vil her sjå nærare på lærarane sine tankar om yrkesretting av matematikkfaget (4.3.1) og kva slag matematikk ein har bruk for på bygg- og anleggsteknikk (4.3.2). Eg vil vidare analysera dette i lys av teorien om grenser og grensekryssing (4.3.3), og vil difor sjå etter grenseobjekt som kan fungera som brubyggjarar på grensa mellom matematikk i matematikktimane og matematikk i timane på bygg- og anleggsteknikk.

4.3.1 Yrkesretting av matematikkfaget

I intervjua med lærarane fokuserte eg ein del på kva matematikk elevane har bruk for og brukar på bygg- og anleggsteknikk. Dessutan såg me litt på yrkesretting av oppgåver i matematikkboka. Lærarane hadde ein del tankar om andre aktuelle måtar å yrkesretta matematikken på. Noko av dette skal eg sjå litt nærare på.

Oppgåvene me såg på var henta frå læreboka som vart brukt i observasjonstimane. Ein del av oppgåvene er meint å vera yrkesretta. Eg bad lærarane vurdera kor gode nokre av desse oppgåvene var med tanke på yrkesretting. Matematikklærarane meinte for det meste at det var lærarane frå bygg- og anleggsteknikk som best kunne uttala seg om yrkesrettinga av desse oppgåvene, så eg har difor valt å konsentrera meg om kva dei to lærarane seier.

Både Per og Geir får sjå på teikninga av endeveggen på eit hus som elevane har arbeidt med. Per seier først at dette er ei god teikning, men kommenterer at på ei verkeleg arbeidsteikning ville alle måla stått. Dermed er ikkje dette ei reell arbeidsteikning. Han lærer elevane opp til at dei ikkje skal måla på ei teikning for å finna ut kva verkelege lengder er, for det vert fort unøyaktig. Han konkluderer likevel med at ei teikning utan mål kan vera grei for å læra målestokk. Geir merkar seg aller først ein detalj av korleis huset er teikna. Det er vanlegvis ikkje sånn ein byggjer seier han, og er dermed rett inne i det byggtekniske. Desse som fagfolk ser altså på teikningane med andre auger enn det eg som matematikklærar ville gjort.

Det same ser eg når dei kommenterer oppgåver. Eg tek først med ein sekvens der Geir ser på ei oppgåve 4.52 der elevane skulle rekna ut høgda under taket, kor lang pipa er, og til slutt arealet av døra:

178. Geir: Ja, ja, nei, nei. Eh. Nei då, ho er heilt grei den. Arealet av døra. Det syns eg jo var noko spesi.

179. Randi: Ja (ler)

180. Geir: Me plar ikkje å finna arealet av ei dør. Så den var tullete. Det gjer me jo aldri.

181. Randi: Då burde dei heller hatt ei grunnflate og rekna ut noko areal der.

182. Geir: Ja, ja, heilt klart. Og når me teiknar så set me jo alltid arealet av romma på planteikninga. Så det er jo veldig aktuelt. Det er klart.

183. Randi: Då kunne dei jo gjerne heller hatt ein grunn...

184. Geir: Ei planteikning, ja.

185. Randi: For då kunne du drege inn areal meir.

186. Geir: Ja, og areal det reknar me jo i praksis og. Men det er klart at når me sit og teiknar, så trykkjer me på kommandoen som heiter areal.

187. Randi: Mm, så kjem det opp.

188. Geir: Ja, og så trekkjer me den eine sida gonger den andre, og så kjem det automatisk opp.

189. Geir: Men det er klart det er ikkje noko i vegen for at dei kunne ha, men det er litt nå og ut igjennom, altså den garasjen som dei heldt på med. Den står jo oppe nå. Og den kjenner dei jo. Så det er ikkje noko i vegen for å bruka eit snitt av den garasjen. Så kunne dei jo ta ein kjapp tur opp. Det er jo eit byggjefelt her, så tre minutt køyretur. Og ha nokre oppgåver knytta til den. Det er jo ikkje feil.

190. Randi: Då blir det mykje meir praktisk, altså, på ein måte.

191. Geir: Ja, det gjer det.

Her ser me at sjølv om Geir i første omgang syns oppgåva verkar grei (178), er det eit heilt uinteressant spørsmål sett frå ein byggfaglærar sitt perspektiv å rekna ut arealet av ei dør (178,180). Dermed prøver eg å koma inn med eit alternativ til å rekna ut arealet av ei dør, kanskje ei grunnflate (182). Geir tek opp den tråden, men snakkar då om ei planteikning (182,184). Her brukar han med ein gong eit ord som ikkje er ein del av mitt daglege vokabular, men som for han er eit heilt opplagt ord å bruka, nemleg planteikning.

Fokuset vidare er nå areal og korleis bruka det (185-187), og ikkje arealutrekningar i forhold til målestokk, noko som eigentleg var poenget med oppgåva. Geir ser ut til å tenkja heile tida ut frå sitt fagfelt, og ut frå kva som er vanleg der. Han dreg også inn teikneprogrammet som dei brukar (186, 188), noko eg ser han gjer fleire gonger i intervjuet. Vidare seier han noko om kva som kunne vore mogleg å gjera i matematikken dersom ein ønska å yrkesretta på ein heilt annan og mykje meir praktisk måte (189).

Geir fekk etter denne sekvensen spørsmål om å kommentera fleire oppgåver frå boka, og då kommenterte han blant anna at nokre av oppgåvene verka konstruerte og lite realistiske.

Me skal vidare sjå på ein sekvens frå intervjuet med Per der han kommenterer oppgåva 4.54 som tek utgangspunkt i båten i målestokk 1:60 som skal teiknast i målestokk 1:40:

167. Randi: Nei, skal me sjå. (ser på oppgåve 4.54) Det er likt, bare det at der er det ein båt. Der skulle du teikna i målestokk ein til førti. Den er det ikkje så mange som har gjort, for å seia det sånn. Men den ville du sagt var vanskelegare for dei ut frå det du har erfart. Når dei tek ein annan målestokk.

168. Per: Mm, du kan seia at i byggebransjen så brukar me mykje ein til ti, ein til tjue, ein til femti og ein til hundre.

169. Randi: Så det er eit uinteressant mål og?

170. Per: Det er ikkje ulovleg, ingen som har sagt at du ikkje kan bruka det, men berre i praksis så vert det veldig lite brukt, sant.

171. Randi: Så du ville aldri bruka det som eksempel, då ville du ta ein til tjue, ein til ti og...

172. Per: Eg ville vera sikker på at dei lærte dei først, og så ville eg ha det som ei slik plussoppgåve, ekstraoppgåve.

173. Randi: For verkeleg å testa om dei har forstått.

174. Per: Ja, det ville eg, så eg ville aldri byrja med det, nei, men det er jo ut frå det som eg veit blir brukt.

Per samanliknar med ein gong målestokken med det som er vanleg i byggebransjen (167). Det kan ha samanheng med at eg byrja med å seia at den valde målestokken kan vera vanskelegare for elevane (167), noko som Per har snakka om tidlegare i intervjuet. Samstundes ser eg at Per har klare formeiningar om kva slag målestokk ein bør velja i starten når ein skal undervisa elevane (171,172). Dersom han skulle bruka målestokken 1:40 burde det vore ei ekstraoppgåve (172). Og grunngjevinga hans for å byrja med målestokk 1:10, 1:20, 1:50 og 1: 100 er blant anna at det er det som «blir brukt» (174). Med det meiner han nok at det er det som blir brukt i praksis.

Vidare i intervjuet bed eg han kommentera ei oppgåve med ei sponplate der målestokken er 1:6, og også der er målestokken det første Per kommenterer utan at eg har sagt noko om det. Han gjentek då at han syns ein bør byrja undervisninga med enkle målestokkar 1:10 og 1:100. Vidare seier han at han syns det er feil å starta med kart når ein skal undervisa om målestokk. Der er det altfor store tal å forhalda seg til.

Både Per er Geir er altså opptekne av kva målestokk som er vald, men Geir er kanskje endå meir fokusert på praksis og om oppgåvene er konstruerte og ikkje realistiske. Eg let ein av kommentarane hans stå som ei utfordring på slutten av dette avsnittet: «Men det er jo ikkje noko problem å gjera det meir aktuelt og verkeleg.»

4.3.2 Grenseobjekt og menneske som brubyggjarar

I teorien om grenser og grensekryssing som Akkerman og Bakker (2011) presenterer, er grensobjekt sentrale som brubyggjarar mellom ulike praksisar, men det må også vera menneske som vågar å kryssa grensene. Eg ønskjer i den vidare analysen å sjå etter slike grenseobjekt i datamaterialet mitt, både fysiske og abstrakte grenseobjekt, og dessutan menneske som kryssar grensene.

Eg byrjar med å kommentera nokre læreplanmål frå kunnskapsløftet. I læreplanen for matematikkfaget står det at elevane skal kunna bruka formlikskap, målestokk og Pytagoras' setning til berekningar og i praktisk arbeid (Kunnskapsdepartementet, 2007b). Ser me på læreplanmåla for faget Teikning og bransjelære på Bygg- og anleggsteknikk skal elevane der lesa, forstå og følgja enkle teikningar som skal brukast i produksjon og vedlikehaldsoppgåver innan bygg- og anleggsteknikk. Dei skal også sjølv kunne teikna enkle plan-, detalj- og snitt-teikningar i målestokk (Kunnskapsdepartementet, 2007a). Her ser me at målestokkomgrepet inngår i læreplanane for begge faga, og eg vel difor å kalla både desse læreplanmåla og sjølve omgrepet målestokk noko som kan fungera som grenseobjekt. Dette kan kanskje oppfattast som nokså abstrakte grenseobjekt, og i den vidare analysen vil eg sjå etter meir konkrete grenseobjekt.

Årsplanar som potensielle grenseobjekt

Eg byrjar med ein sekvens frå intervjuet med Per:

270. Randi: Men eg tenkjer at nå har dei målestokk i januar. Er det noko som burde vore lagt i matten tidleg på året for eksempel.

271. Per: Nei, men det er greitt for meg å vita at det er i januar.

272. *Randi: Ja, eller nå har dei det i alle fall i januar.*

273. *Per: Så det er klart at det burde jo eg visst.*

274. *Randi: Ja.*

275. *Per: Så der har du då ein ting at viss eg veit det at i januar då har dei målestokk, så kan jo eg tenkja litt på det i mi undervisning, at eg kanskje byrjar litt med mine tankar, så har dei litt interesse og forståing for det når dei kjem der. Så det er jo ein moglegheit. Så det var jo nytt for meg at det var i januar. Men det kunne eg jo undersøkt sjølv.*

276. *Randi: Jo, jo, men det er jo…*

277. *Per: Men bare sånne ting. Det skal jo ikkje meir til.*

278. *Randi: At ein veit om andre sine årsplanar.*

279. *Per: Viss eg hadde fått ein årsplan til matematikklæraren. Det set meg og på nokre idear.*

280. *Randi: Sikkert motsett og.*

281. *Per: Klart at då set det meg på nokre idear. Ja, då kunne me jo gjort sånn. Så det skal kanskje ikkje så mykje til alltid før at me kanskje kunne berre fått litt meir fokus. Så byrjar kanskje me å snakka litt om det på avdelinga, sant, og så kjem den med den ideen, og så...er det på ein måte i gang.*

Når eg her spør om det ville vore betre om målestokk vart undervist tidlegare på året i matematikktimane (270), er min tanke at det ville kanskje vore bra om dei hadde fått den undervisninga før eller samstundes med at dei først introduserte målestokk i programfaga. Per svarar nei på spørsmålet mitt, men det som er vesentleg for han er å vita at emnet kjem i januar (271). Det kan tyda på at han ikkje nødvendigvis ser behov for at matematikklærarane skal ha gjennomgått emnet før eller samstundes med at programfaglærarane gjer det. Når han seier at han burde visst kva tid dei underviser dette (273), så kan ordet burde tyda på at han føler at det er dumt at han ikkje veit dette, og at han ser at det hadde vore nyttig. Det ser me også vidare i den neste replikken hans (275).

Det er interessant å sjå at han tenkjer heilt motsett av meg. Han meiner at dersom målestokkomgrepet var introdusert i programfaga før ein tek til med det i matematikk, vil elevane ha litt interesse og forståing for det når dei kjem til matematikktimane (275). Det ser ut til at han tenkjer at det dei lærer i programfaga, vil ha positivt påverknad på matematikkundervisninga. Han strekar igjen under at det var nytt for han kva tid på året målestokk ligg inne som eit emne i matematikkundervisninga, og igjen kan det sjå ut som han klandrar seg sjølv litt for at han ikkje veit det. «Eg kunne jo ha undersøkt sjølv», seier han (275). Når han seier at «det skal jo ikkje meir til» (277), tolkar eg det som om han meiner at det skal ikkje meir til enn «at ein veit om andre sine årsplanar» (278). Det kan bety at han ser at det skal ikkje så mykje til før ein kan få til små forbetringar. Han ser potensialet i berre det å få årsplanen frå matematikklæraren (279) og han utdjupar kva han kunne bruka det til, ikkje berre kunne han sjølv få idear, men det kunne også få ringverknader på avdelinga ved at ein der utveksla idear (281). Det han seier her, oppfattar eg som eit svært positivt syn på å bruka noko så enkelt som ein årsplan, som eg gjerne vil kalla eit grenseobjekt i denne samanhengen.

Andre potensielle grenseobjekt

Årsplanane er grenseobjekt som først og fremst lærarane kan nytta seg av. Sjølv om dette indirekte vil påverka elevane, ville det vore interessant å finna grenseobjekt som meir direkte kunne vera med å auka elevane si forståing for målestokk på tvers av faggrensene.

Me vil vidare sjå på ein sekvens frå intervjuet med Geir:

239. *Randi: Så viss du skulle... kva er ditt ønskje, dine tankar eller korleis du syns matematikkfaget bør vera sånn i framtida på bygg- og anleggsteknikk? Viss du skulle få bestemma.*

240. *Geir: Nei, ein burde nok gjera det... altså ta ein tur på den garasjen me held på med nå. Og så finna nokre oppgåver der. Det trur eg hadde vore bra. Det trur eg.*

241. *Randi: Men viss den... det er jo ikkje alltid det er så praktisk mogleg. Er det noko på verkstaden? Byggjer de noko rundt her, sånn at...*

242. *Geir: Ja, ein gjer jo det òg. Me set jo nokre sånne enkle øvingar på forskaling, byggjer jo hytter ofte, sånn små hytter. Nå har me jo ikkje det i år, akkurat. Ja, så det er ikkje noko problem det, altså.*

243. *Randi: Det er ikkje problem å finna noko viss du berre vil.*

244. *Geir: Nei, det er det ikkje. Det er ikkje det. Og det er klart då òg i forhold til dei teikningane me held på med i Autocad. Så er det greitt nok at maskinen gjer det, men å bruka dei teikningane som dei har teikna sjølv, i staden for det snittet der (viser til teikning i boka). Det er klart det gjer seg det.*

245. *Randi: Du kunne jo valt å kutta ut nokre tal og, altså ikkje sett dei på.*

246. *Geir: Ja då, og me teiknar jo i forskjellige lag, altså det er sånn lagdeling av teikningane, og der ligg måla på eit lag. Det kan jo me slå av, sånn at dei ikkje veit heile måla. Så der er det moglegheiter.*

Geir får her spørsmål om hans tankar eller ønskjer for matematikkfaget i framtida (239). Igjen er han svært praktisk, og viser til den tidlegare nemnde garasjen (240). Han snakkar ikkje berre om at me bør bruka teikningar av garasjen, men om at me burde gå ut til garasjen og rekna der. Denne garasjen vil i alle fall ein del av elevane ha eit nært forhold til, i og med at dei sjølv har bygt han. Det blir noko heilt konkret og praktisk, der ingen av måla er konstruerte. Når eg tenkjer at det kanskje er problematisk å ta med seg heile klassen ut til ein garasjen og lurer på om det er noko på verkstaden (241), har Geir igjen fleire døme på ting dei byggjer på skulen, anten enkle øvingar som dei gjer på skulen, eller enkle hytter som dei byggjer på skulen (242). Her ønskjer han å knyte matematikken til nokre konkrete ting som elevane har gjort, eller arbeidt med. Garasjen eller eventuelt hytta kan då oppfattast som eit grenseobjekt som vil vera med både i matematikktimane og i programfaga.

Men Geir sluttar ikkje med det eksemplet. Han tek igjen tak i teikneprogrammet Autocad, som han også har snakka ein del om tidlegare i intervjuet (244). På Autocad lagar elevane sine eigne teikningar. Og Geir føreslår at me kunne jo ha brukt dei teikningane, i staden for den teikninga elevane har i matematikkboka (244). Sjølv om teikninga i boka nok er meint å vera ei husteikning, meiner Geir at det ville gjort seg å bruka den teikninga elevane sjølv har laga (244). Me har tidlegare snakka om at slike teikningar ofte blir laga med alle mål på, både lengder og areal og diagonalar om ein vil det. Men heller ikkje det er eit problem dersom ein ønskjer å bruka teikningane som utgangspunkt for utrekningar i matematikken, for ein kan godt ta utskrifter utan alle desse måla på (246). Her ser me at Geir ser moglegheitene i dette teikneprogrammet. Desse teikningane ville vore gode grenseobjekt på same måten som garasjen eller hytta elevane hadde bygt. Elevane ville fått brukt noko som dei har eit eigarforhold til. Teikningane vil sjølvsagt bli brukt på ulike måtar og til ulike føremål i matematikk i forhold til i programfaga, men dei ville likevel kunna fungert som grenseobjekt.

Om grensekryssing

Men skal slike ting bli grenseobjekt i staden for objekt som berre høyrer til på eine sida av grensa, må det vera nokre personar som vel å kryssa grensene og ikkje berre snakka om det. I lærarintervjua stilte eg eit spørsmål som har noko med det å gjera, og me ser kva Per svarer:

64. Randi: Tek de nokon gong opp matematikk på teammøter der det er både byggfaglærarar og matematikklærarar, eller er det noko felles? Og i tilfelle korleis?

65. Per: Det er sjeldan. Det som har vorte gjort er at det var nokre matematikklærarar som av eige initiativ har teke kontakt med oss og kome ned. Det skjer. Kome ned for eksempel; kva syns du om denne oppgåva, om denne prøven? Det er noko i tråd med det. Det syns me jo er bra. Og då føler me at dei på ein måte vil spørja oss, og då har me kanskje kome med noko: Ja, eg ville spurt sånn og... gjort nokre forandringar.

66. Randi: Ja, men det er ikkje noko organisert?

67. ~Per: Nei~

68. Randi: Det er meir opp til læraren, på ein måte.

69. Per: Men me kan ta opp sånt på sånne klasselærarråd, men som regel så har me så mange andre ting der som me skal gjera, med at dei skal sitja roleg, og korleis me skal plassera dei, og kva me skal gjera sånn og sånn, så...

Her spør eg om matematikk er eit tema på teammøter eller liknande på tvers av faga (64). Per svarer at det er det ikkje, men fortel derimot at det hender at matematikklærarar kjem ned til han for å be om råd, og at han vil gjerne hjelpa (65). Også Geir sa i intervjuet at han har opplevd det same, men han erkjente at han ikkje alltid hadde teke seg tid til å svara på slike spørsmål . I denne sekvensen er det altså snakk om matematikklærarar som kjem til programfaglærarane, og me kan seia at dei er personar som kryssar grensa. Men denne grensekryssinga er ikkje organisert (66-67) og det ser ut som om den føregår berre ein veg, ved at matematikklærarane kjem til programfaglærarane og bed om råd og ikkje omvendt. Både Geir og Per opplever at felles planlegging heller ikkje blir prioritert i ein travel kvardag (69).

I sekvensen ovanfor var det altså snakk om matematikklærarar som kryssa grenser ved å gå og spørja programfaglærarane om råd. Geir nemner på slutten av intervjuet også ein annan måte lærarar kan kryssa grenser på. Han viser til tidlegare erfaringar med ein engelsklærar som på eige initiativ kom ut der elevane heldt på å byggja noko. Eg vel å avslutta dette avsnittet med eit utdrag av ein replikk frå det Geir seier:

> *Og då blei dei veldig begeistra når han gadd å koma ut og sjå kva dei heldt på med, og berre det vesle der gjorde at dei fekk veldig sansen for han . Nå var han ein... han fekk veldig dreisen på den klassen. Dei likte han og han var oppteken av å hjelpa dei, og hadde liksom sansen for yrkesfag òg, og det merkar dei veldig fort.*

4.3.3 Oppsummering

Eg byrjar med å oppsummera funn frå 4.3.1. der eg har sett på programfaglærarane sitt syn på nokre yrkesretta oppgåver frå matematikkboka. Per er særleg oppteken av kva målestokk som blir brukt, at ein bør bruka dei som er mest vanlege å bruka på arbeidsteikningar, og at andre og vanskelegare målestokkar bør koma seinare som ekstraoppgåver. Han meiner også at ein burde byrja med målestokk på arbeidsteikningar og ikkje på kart, sidan det i arbeidet med kart vert så store tal. Geir fokuserer mykje på om oppgåvene verkeleg er praktiske eller om dei er oppkonstruerte, og han ser mange moglegheiter til å knytta matematikken tettare opp til praksis.

Det sistenemnde har eg sett litt nærare på i kapittel 4.3.2 der eg brukar teorien om grensekryssing og ser etter grenseobjekt og menneske som kryssar grensene. Eg har ikkje funne så mange grenseobjekt som er i bruk, men lærarane har snakka om mykje som kunne vera potensielle grenseobjekt, t.d. årsplanar, hus eller anna som elevane sjølv byggjer, teikneprogrammet og arbeidsteikningar som elevane sjølv teiknar der.

Dersom ein utvider grenseobjektsomgrepet til også å gjelda abstrakte ting, fann eg at sjølve målestokkomgrepet og også læreplanmåla kan kallast for grenseobjekt. Dei ligg der jo, men blir ikkje grenseobjekt så lenge ikkje nokon tek dei med over grensene.

Det er heller ikkje lagt opp til noko organisert grensekryssing, men det skjer sporadisk at matematikklærarar tek kontakt med programfaglærarar for å få tips og råd i forhold til matematikkoppgåver. Her bør det vera eit potensiale for meir grensekryssing.

5. Diskusjon

I denne diskusjonsdelen vil eg ta utgangspunkt i dei tre underkapitla i analysedelen og diskutera funn derfrå i lys av relevant teori.

5. 1 Undervisning som skaper forståing

I kapittel 4.1 i analysedelen såg eg først på korleis matematikklæraren, Ole, presenterte målestokkomgrepet i klassen. Sidan han drog elevane mykje inn der, fekk eg allereie der eit inntrykk av nokre av elevane si forståing for kva målestokk er, og korleis ein skal løysa ulike typar målestokkoppgåver. Vidare i kap. 4.1 såg eg også på kva tankar dei tre andre lærarane hadde om korleis ein kunne presentera og arbeida med målestokk. Eg vil i den vidare diskusjonen prøva å trekkja nokre trådar mellom det som føregjekk i timane og det lærarane snakka om, særleg med tanke på elevane si forståing for målestokkomgrepet.

Begge dei to matematikklærarane, Anne og Ole, introduserer målestokkomgrepet ved å visa til kart. Når ein arbeider med målestokk på kart, får ein ofte store tal, og Ole vel difor nokså konsekvent å finna ut først kva ein centimeter på kartet svarer til i til dømes kilometer ute i terrenget. Anne bed elevane gjera det motsette, slik at dei alltid reknar svaret ut i centimeter først og gjer det om til passande eining til slutt.

Ole nemner at målestokk har samanheng med forhold, men brukar ikkje omgrepet forhold noko aktivt i undervisninga om målestokk. Anne seier derimot at når ho skal undervisa om målestokk, tek ho utgangspunkt i forstørringsfaktoren, som er eit forholdstal. Ingen av dei brukar det som Nunes et al. (1993) kallar regelen om tre, altså at ein set opp to forhold som er like kvarandre, men der eit av tala er ukjent, og dermed reknar ut verdien ved hjelp av å løysa ei likning. Denne måten å løysa oppgåver med målestokk er heilt fråverande, også i det som elevane gjer, i tråd med det Nunes et al. (ibid.) observerte hjå elevar og arbeidsformenn dei studerte.

I undervisningsøktene vel elevane ulike strategiar for å løysa oppgåver avhengig av kva slag målestokk dei arbeider med. Når dei har målestokk på kart, vel dei ulike måtar å rekna på. Dei brukar ikkje regelen om tre, og heller ikkje forstørringsfaktoren, men kanskje det som Nunes et al. (ibid.) kalla for hypotesetesting. Ole oppmodar også til det når han seier: «Eg trur gjerne at mange av dykk, dersom de ikkje veit korleis de skal gjera, så trur eg det veit litt korleis de skal prøva dykk fram litt for å få det til. Eh,.. eg, det tenkjer eg er ein god regel at de tek eit overslag…først.» Samstundes med at Ole let elevane bruka sine eigne framgangsmåtar, prøver å forstå desse framgangsmåtane og forklara dei for dei andre elevane, viser han også alternative, meir generelle løysingar. Nunes et. al observerte også at typiske feil hjå elevane var at svara dei fekk ikkje var praktisk moglege. Kanskje kan Ole si vektlegging av å gjera eit overslag på førehand, og prøva seg litt fram, avgrensa omfanget av den typen feil hjå elevane.

Når elevane arbeider med oppgåver med målestokk på arbeidsteikningar, brukar dei meir generelle løysingar som å multiplisera med målestokken for å finna verkelege mål. Dermed kjenner dei altså «regelen» også, men det kan sjå ut som dei brukar han når tala er små og det er lettare å forstå. Når dei får målestokk på kart og dermed store tal, vel dei andre løysingar. Ole seier heller ingenting i arbeidet med målestokk på kart om at dei skal multiplisera eller dividera med målestokken.

Dersom me også ser på det som dei to lærarane frå bygg- og anleggsteknikk seier om korleis ein bør undervisa om målestokk, tykkjer eg at alle fire lærarane har sine viktige poeng.

Ole let elevane prøva seg fram og let dei bruka ulike metodar. Han spør heile tida kva elevane tenkjer og korleis dei vil løysa ulike oppgåver, samstundes med at han nokre gonger gjev dei alternative løysingar. Det er ikkje svaret men prosessen fram til svaret som er viktigast. På den måten kan han leggja til rette for at forståinga ikkje blir reint instrumentell.

Anne vil knyta målestokk til andre emne i matematikken, som til dømes forhold og det ho kallar forstørringsfaktor. Dersom elevane lærer at målestokk er ein type forholdstal, kan dermed forhold bli eit overordna matematisk omgrep og målestokk eit underordna, noko som Vygotsky (1962/1986) seier er viktig for at omgrep skal bli bevisste. Det kan også vera med å skapa ei relasjonell forståing (Skemp, 1976) der arbeidet med målestokk ikkje berre blir ulike reknemetodar, men der målestokkomgrepet blir knytta saman med og sett i relasjon med andre matematiske omgrep, noko som også kan vera med byggja opp det som Sfard (1991) kallar ei strukturell forståing.

Ut frå Skemp (1976) sin teori kan det likevel her vera ein fare for at Anne sin metode kan føra til ei instrumentell innlæring, der elevane berre lærer reglar om å multiplisera og dividera med målestokken (forstørringsfaktoren) utan å forstå kvifor dei skal gjera det slik. Ut frå Sfard (1991) sin teori kan ein seia at det kan vera ein del av den operasjonelle forståinga, og at det ikkje betyr at dei ikkje kan koma fram til ei strukturell forståing etter kvart.

Både Per og Geir tek utgangspunkt i målestokk på arbeidsteikningar når dei skal prøva å få elevane til å forstå målestokkomgrepet. Begge to føreslår ulike tilnærmingar. Medan Per seier at han gjerne tek utgangspunkt i ei husteikning og går via målestokken 1:1 for å visa elevane at ein har behov for andre målestokkar på arbeidsteikningar, føreslår Geir å visa elevane eit ferdig produkt saman med ei arbeidsteikning slik at dei kan måla og sjølve forstå kva dette dreier seg om. Dersom ein kan kombinera Anne sin innfallsvinkel med det Per og Geir føreslår, trur eg det vil kunna minska faren for at elevane får ei reint instrumentell forståing. Ein kan på den måten leggja meir til rette for at elevane kan få ei relasjonell eller strukturell forståing, noko som både Skemp og Sfard meiner er det beste, blant anna fordi det gjer det enklare å hugsa og bruka kunnskapen i nye samanhengar.

I programfaga skjer det mykje av det Lave og Wenger (1991) kallar situert læring. Per seier at når han repeterer om målestokk, er det ikkje alltid planlagt, men han tek det med der det naturleg dukkar opp. Den type repetisjon kan også vera med og skapa ei relasjonell forståing for kva målestokk er. Vygotsky (1962/1986) snakkar om at vitskaplege omgrep ofte er skjematiske og manglar eit rikare innhald som personleg erfaring kan gje. Då kan kanskje erfaring med målestokkomgrepet i programfaga kunna vera med å gje elevane den personlege erfaringa, og dermed gjera målestokkomgrepet rikare på innhald for elevane.

I den innleiande presentasjonen av målestokkomgrepet, såg eg også at nokre elevar ikkje klarte å forklara kva målestokk var. Når dei forklarer, gjer dei det ofte med konkrete døme, som til dømes målestokken 1:100. Det kan knytast til det Vygotsky (ibid.) seier om at sjølv om ein elev kan bruka omgrep heilt rett i gitte samanhengar, er det ikkje sikkert dei klarer å definera dei med ord. Vi må difor vera forsiktige med å konkludera med at sidan elevane ikkje klarer å forklara, har dei ikkje oppnådd ei relasjonell eller strukturell forståing. Det er det viktig å ha med når eg skal gå inn i ein vidare diskusjon om elevane si forståing for målestokkomgrepet.

5.2 Elevane si forståing for målestokkomgrepet

I kapittel 4.2 gjekk eg djupare inn i tre elevar si forståing for målestokkomgrepet, og ulike nivå av forståing, noko som eg vil diskutera vidare her. Dersom me ser på tabellen i oppsummeringa i kap. 4.2.7, kan det sjå ut til at Josef og Johannes har ei djupare forståing for målestokkomgrepet enn Filip har. Eg vil vidare bruka omgrepa instrumentell og relasjonell forståing (Skemp, 1976) for å seia noko meir om dette. Sjølv om det kan sjå ut til at Josef og Johannes forstår meir, trur eg ikkje at verken dei eller Filip har ei reint instrumentell forståing for målestokkomgrepet, på den måten at dei berre har lært seg nokre rekneregler utan å forstå kva målestokk er. Alle tre elevane si forståing for kva som skjer når ein endrar målestokken, ser i alle fall ikkje ut til å vera instrumentell (Skemp, 1976). Samstundes klarer dei ikkje generalisera korleis dei skal rekna ut nye mål på ei teikning dersom ein endrar målestokken, noko dei kanskje kunne klart dersom dei hadde ei fullstendig relasjonell forståing.

Når det gjeld Johannes og Josef, reflekterer dei seg også delvis fram til korleis ein finn målestokken på ei teikning når han ikkje er oppgitt. Dette har dei ikkje lært eller arbeidd med i dei timane eg var inne og observerte. Dei må difor sjå denne samanhengen sjølv, dersom dei ikkje hugsar det frå ungdomsskulen. Samstundes verkar det ikkje som om dei har den heile og fulle forståinga, og dermed ei godt utvikla relasjonell forståing. Det ser me særleg når det er snakk om målestokk i samband med areal. Men også når dei skal finna mål på teikning ut frå verkeleg mål, er dei litt usikre.

Kanskje kan Sfard (1991) sin teori om omgrepsdanning og strukturell og operasjonell forståing vera med og seia oss noko meir. Sidan målestokkomgrepet er eit omgrep elevane har møtt frå før i grunnskulen og i programfaga, og ut frå det me ser av elevane si forståing, har dei sannsynlegvis vore gjennom det Sfard kallar innlemmingsstadiet i omgrepsdanninga. Dei har kome til stadiet med fortruleggjering av omgrepet der dei kan kombinera ulike prosessar, samanlikna og generalisera. Sidan begge desse stadia er kvantitative stadium der det skjer ei gradvis auka forståing, kan alle tre gjerne vera i dette stadiet, sjølv om Filip si forståing ikkje ser ut til å vera så langt komen som Johannes og Josef si.

Men det kan sjå ut som om heller ikkje Josef og Johannes har kome til det siste stadiet, bevisstgjering, der omgrepsforståinga går frå å vera operasjonell til strukturell. Det viser deira ufullstendige forståing i forhold til det å finna målestokken, at dei ikkje klarer å generalisera i forhold til korleis dei skal rekna ut nye mål på ei teikningar når målestokken endrar seg, og også deira manglande forståing for målestokk og areal. I forhold til målestokk og areal er dei kanskje berre på innlemmingsstadiet. Dersom dei fekk arbeida meir med det, kunne det vera at forståing for målestokk i ein dimensjon kunne nå det strukturelle stadiet. I følgje Sfard (ibid.) skjer det ofte i det ein byrjar å bruka omgrepet på eit høgare nivå. Kanskje vil den strukturelle forståinga for målestokkomgrepet brukt i ein dimensjon først koma når dei byrjar å bruka det meir i to dimensjonar.

Ein annan interessant observasjon, er at når eg intervjuar elevane om korleis dei reknar oppgåver med målestokk på kart, snakkar dei om å multiplisera eller dividera med målestokken, noko som eg ikkje observerte i den felles gjennomgangen av målestokk på kart. Desse oppgåvene som eg spurde dei ut om gjorde dei før dei hadde gjennomgått målestokk på arbeidsteikningar der Ole også viste den måten å rekna det ut på. Det kan tyda på at sjølv om læraren ikkje viste den metoden i første omgang, kan dei ha lært det frå før i ungdomsskulen.

I analysane har eg også funne at i arbeidet med målestokk møter dei mange av dei ulike typane problem som Vergnaud (1983) meiner høyrer med under omgrepsfeltet multiplikative strukturar, både ulike typar isomorfisme av målingar, og dessutan produkt av målingar i arbeidet med målestokk og areal. Dermed er målestokk kanskje eit mykje meir samansett og krevjande emne enn ein først tenkjer, og kanskje vert god forståing for multiplikative strukturar generelt eit viktig grunnlag for å forståing av målestokkomgrepet. Dersom ein ser på det store omgrepsfeltet multiplikative strukturar, vert det også viktig å plassera målestokk inn som ein del av dette feltet og sjå det i samanheng med andre emne, som til dømes formlikskap, som også høyrer inn under dette feltet.

I arbeidet med desse intervjua, og som vi tidlegare såg i analysen frå observasjonane, har eg merka meg einingar og omgjeringar mellom einingar som sentralt, men til tider også svært utfordrande for elevane når dei arbeider med målestokkoppgåver. Dette stemmer med det Mitchelmore et al. (2007) kom fram til då dei underviste om forholdstal. Arbeidet med einingar og omgjering mellom einingar blir dermed også viktig for at elevane skal kunne få ei god forståing for målestokkomgrepet.

I alle desse tre intervjua ser eg svært få direkte spor av elevane sine erfaringar med målestokkomgrepet. Dette trass i at matematikklæraren, Ole, prøvde å gjera dei merksame på at målestokk var noko dei ville møte mykje i programfag og yrke og at programfaglærarane gjev uttrykk for at det er eit viktig emne i programfaga. Det kan dermed sjå ut til at det er ei klar grense mellom det elevane lærer om målestokk i matematikktimane og i programfaga, at dei kryssar denne grensa lite, og heller ikkje ser og brukar nokon grenseobjekt. Det er altså vanskeleg å identifisera grensekryssing og grenseobjekt når me studerer elevintervjua.

5.3 Læringspotensiale på grensa

I siste del av analysen er yrkesfag og matematikk særleg i fokus. I tråd med den andre problemstillinga har eg prøvt å leita etter eksisterande og potensiell grensekryssing og eksisterande og potensielle grenseobjekt. Eg vil i den vidare diskusjonen blant anna koma litt inn på om det kan vera eit potensiale for læring og auka forståing for målestokkomgrepet ved slik grensekryssing og bruk av grenseobjekt.

Eg såg i teoridelen at Akkerman og Bakker (2011) snakka om potensialet for læring på grenser og om fire læringsmekanismar knytta til grensekryssing. I den vidare diskusjonen vil eg gå litt inn på desse læringsmekanismane. Den første læringsmekanismen, *identifikasjon*, ser eg spor av i det Geir seier om engelsklæraren som kom på besøk i programfagtimane for å sjå kva elevane heldt på med og knytta undervisninga til det. Geir nemnde vidare i intervjuet at ikkje alle fellesfaglærar set like stor pris på undervisa på yrkesfaglege studieretningar. Det kan vera eit signal om at det er viktig for både yrkesfaglærarar og elevar å oppleva at faga deira vert verdsette også av fellesfaglærarane, i tråd med det Akkerman og Bakker (2011) kallar eit underliggjande behov for legitimering av sameksistens av dei ulike praksisane.

Den neste læringsmekanismen dei nemner er *koordinering*. Behovet for koordinering ser eg eit døme på i intervjuet med Geir. Medan eg snakkar om grunnflata, snakkar Geir med ein gong om ei planteikning, eit ord som eg ikkje er van med å bruka. Skal ein kunna leggja til rette for læring på grensa mellom matematikk og programfag, må ein identifisera den type ord, og skapa ei felles forståing blant lærarar og elevar på begge sider av grensa. Dei må bli medvitne om ord som er ulike, og like ord som har ulik tyding i dei to ulike praksisane. Viss ikkje kan språket vera ei barriere som hindrar læring på grensa. Det same er Rangnes (2012) oppteken av i si avhandling. Ho observerer at det er ulike språklege ressursar i matematikksamtalar på skule og i bedrift.

Rangnes (2012) snakkar også om ulike reiskap og ulike mål for verksemda. Det same kan ein tenkja om matematikktimane i forhold til programfagtimane. I matematikktimane er det målestokk og forståing for kva målestokk er og korleis det kan brukast som er hovudmålet, medan i programfaga kan målestokk meir vera ein reiskap som ein treng for å nå andre mål, som å byggja ein garasje og læra korleis ein kan gjera det best og mest effektivt.

Ulike mål ser eg også i programfaglærarane sitt fokus på dei enklaste og mest vanlege målestokkane. For dei er det viktigast at elevane lærer desse og kan bruka dei, vanskelegare målestokkar som krev ei meir grunnleggjande forståing får heller koma som noko «ekstra» seinare seier Per. Som matematikklærar er målet ei grunnleggjande forståing for kva målestokk er, og då kan det kanskje vera ein fare å berre bruka dei enklaste målestokkane som 1:100 og 1:10, fordi desse målestokkane kan ein læra seg å arbeida med reint instrumentelt utan å verkeleg ha forstått kva målestokk er. Me ser at også Per snakkar om forståing for kva målestokk er, og at både Per og Geir har praktiske innfallsvinklar til målestokkomgrepet for at dei verkeleg skal forstå det, men målestokk blir likevel kanskje meir eit verktøy i programfaga.

Skal ein skapa potensiale for læring på grensa mellom matematikk og programfaga, trur eg det må skje ei meir utbreidd og organisert grensekryssing. På den måten kan ein arbeida for å skapa eit felles vokabular og ei felles forståing, ei såkalla kommunikativ tilknyting (Akkerman & Bakker, 2011). I analysen har me sett at grensekryssinga er sporadisk og at ho skjer berre ein veg, og i følgje Akkerman og Bakker (ibid.) sin definisjon på grensekryssing, kan det ikkje eingong kallast grensekryssing. I følgje dei handlar grensekryssing om pågåande tosidige handlingar og samhandling. Skal det skje ei grensekryssing, må dermed både programfaglærarane og matematikklærarane kryssa grensa.

Koordinering handlar også om å auka gjennomtrengingsevna på grensene og å finna rutinar som hjelper med koordineringa. Kanskje kan det å utveksla årsplanar vera ein måte å auka gjennomtrengingsevna.

Den tredje læringsmekanismen Akkerman og Bakker nemner er *refleksjon*. Når eg her har identifisert nokre skilnader i kva lærarane til dømes tenkjer om undervisning av målestokk, tenkjer eg at her kan både programfaglærarar og matematikklærarar ha noko å læra av dei andre, slik at dei betre kan leggja til rette for at elevane skal forstå kva målestokk handlar om.

I undervisninga og intervjua observerte eg få grenseobjekt. I 4.3 fann eg derimot mange potensielle grenseobjekt. Det første er abstrakte grenseobjekt som læreplanmåla og målestokkomgrepet i seg sjølv. Skal ei grensekryssing skje, må det kanskje byrja med desse abstrakte objekta for lærarane sin del. Dersom grensekryssing skal skje også i arbeidet med andre emne, må ein identifisera felles læreplanmål, og felles omgrep som blir brukt på begge sider av grensene, noko som Myren og Nilsen (2001) nemner i samband med arbeid med yrkesretting blant lærarar. Også årsplanar vil her vera eit viktig grensobjekt, som kan hjelpa lærarane å identifisera felles mål og emne.

I den vidare analysen fann me også meir konkrete grenseobjekt som kunne knytast direkte til målestokkomgrepet (og sikkert til andre omgrep også). Det var for det første garasjen som Geir snakka om. Det kunne litkså vel vore andre ting dei hadde bygd, anten på verkstaden eller ute i praksis. Men det ser ikkje ut til at verken garasjen eller anna elevane har bygt er brukt i matematikktimane i det heile, så her er det eit potensielt grenseobjekt. Korleis garasjen kunne brukast til å læra om målestokk seier analysane ingenting om, men ein måtte nødvendigvis knytta det til ei teikning av garasjen. Arbeidsteikningar har me også definert som potensielle grenseobjekt. Teikningar som elevane sjølv heldt på å laga i dataprogrammet AutoCad er dermed også døme på potensielle grenseobjekt. Eg har altså identifiser ein del potensielle grenseobjekt knytta berre til målestokkomgrepet.

Den fjerde og siste læringsmekanismen som Akkerman og Bakker (2011) snakka om var *transformasjon*, som handlar om endring av praksis eller eventuelt oppretting av ny praksis i grenseområdet. I det eg har funne ut gjennom analysane og dei tidlegare diskusjonane ser eg eit stort potensiale for transformasjon. Eg har blant anna gjennom det programfaglærarane har sagt, identifisert mange interessante grenseobjekt. Vidare har eg identifisert ei sporadisk grensekryssing og lærarar som er positive til det. Mykje kunne liggja til rette for endring av praksis, men det må organiserast, i tråd med KAM-prosjektet (Lindberg & Grevholm, 2011) der dei konkluderte med at det var viktig å ha leiinga med.

Til slutt i denne delen av diskusjonen vil eg prøva å dra inn Lave og Wenger (2007) sitt omgrep «Situert læring» og Wenger (2007) sitt omgrep «praksisfellesskap». Kanskje kan eit samarbeid med programfaga gjera matematikkfaget meir meiningssakapande i tråd med det Wenger (ibid.) seier om læring. I programfaga skjer det mykje situert læring. Per seier at når han repeterer om målestokk, er det ikkje alltid planlagt, men han tek det med der det er naturleg. Dersom me klarer å auka grensekryssinga og endra praksis, kan det henda at også matematikk-undervisninga kan bli meir situert læring. Men målet med matematikkundervisninga er ikkje berre at elevane skal dra matematikken inn i programfaga, men at dei skal bli stadig meir deltakande også i det matematiske læringsfellesskapet. Eg trur ikkje det treng å vera ei motsetning. Kanskje kan skulen bli eit stort praksisfellesskap der målet er læring, uavhengig av om faget heiter matematikk, norsk, eller teikning og bransjelære. Så kan ein laga praksisfelleskap på nokre av grensene og samstundes la kvart fag få eksistera på eigne bein og med sin eigen identitet og verdi.

6. Avslutning

I denne delen vil eg prøva å trekkja saman trådane frå diskusjonen. I 6.1 ein prøver eg å sjå om eg har funne svar på problemstillingane mine, og på kva desse svara kan ha å seia for det vidare pedagogiske arbeidet. Vidare ser eg i 6.2 på behov for vidare forsking om emna eg har arbeidt med.

6.1 Svar på problemstillingane og pedagogiske implikasjonar

I innleiingskapitlet presenterte eg dei to problemstillingane eg har arbeidt ut frå. Eg vil nå prøva å oppsummera kva svar eg har kome fram til på problemstillingane og sjå på kva for pedagogiske implikasjonar desse svara kan ha for mi og andre si undervisning. Eg byrjar med den første problemstillinga:

Korleis er elevar på bygg- og anleggsteknikk si forståing for målestokkomgrepet, og korleis er denne forståing eventuelt påverka av deira erfaring med målestokk frå matematikkfaget og frå programfaga?

Ut frå det eg har sett og analysert av klasseromssamtalar og elevintervju, ser det ut til at elevane ikkje har ei fullt utvikla relasjonell forståing av målestokkomgrepet. Samstundes blir det ikkje rett å seia at dei har ei reint instrumentell forståing for omgrepet, blant anna fordi alle tre elevane eg har intervjua har ei så klar formeining om kva som skjer med ei teikning når målestokken endrar seg. Omgrepsdanninga deira er truleg er i fortruleggjeringsstadiet (Sfard, 1991), men det ser ut som om dei er på litt ulike nivå i dette stadiet. Dei ser ein del samanhengar, og klarer til dels å generalisera, men det ser ikkje ut til at dei har kome til bevisstgjeringsstadiet i prosessen med omgrepsdanning. Dei har altså ikkje den heile og fulle oversikten der «Various representations of the concept become semantically unified by this abstract, purely imaginary construct.» (Sfard, 1991). Kanskje kunne eit vidare arbeid med målestokk også i to dimensjonar, hjelpt dei vidare i denne prosessen. At ikkje alle heller klarer å forklara like godt kva målestokk er, treng ikkje bety at forståinga deira manglar.

Det ser også ut til at deira forståing i svært liten grad er påverka av det dei har lært om målestokk i programfaga, dette trass i at Ole poengterer at målestokk er noko dei får bruk for der, og at også programfaglærarane seier det er noko dei arbeider med i programfaga, og gjerne må repetera mange gonger. Eg konkluderer med dette berre ut frå det eg har observert og analysert, men me kan sjølvsagt ikkje sjå bort frå at forståinga deira er meir påverka av programfaga enn det dei set ord på.

Spørsmålet er om ein sterkare påverknad frå programfaga i prosessen med danninga av målestokkomgrepet, kunne hjelpt dei på vegen mot ei strukturell forståing og dermed også ei relasjonell forståing for målestokk. Då nærmar me oss den neste problemstillinga.

Kva for potensiale for læring og forståing for målestokkomgrepet kan ein identifisera på grensa mellom matematikkfaget og programfaga på bygg og anleggsteknikk?

For å finna svar på dette spørsmålet har eg blant anna sett etter grenseobjekt og grensekryssing. Eg fann ut at det berre er ei sporadisk, ikkje-organisert, einsidig grensekryssing som skjer blant lærarane. I følgje Akkerman og Bakker (2011) bør det vera tosidig og gjenta seg for i det heile å kunna kallast grensekryssing. Dermed må me konkludera med at noko grensekryssing ut frå deira definisjon av omgrepet, finn me ikkje blant lærarane. At elevane si forståinga for målestokkomgrepet ser ut til å vera lite påverka av programfaga, tyder på at heller ikkje dei kryssar grensene. Sjølv om grensekryssing ikkje skjer, ser eg her potensiale for grensekryssing. For at det skal skje må gode rutinar innarbeidast og tid setjast av til det. Dette må i så fall skje i samarbeid med skuleleiing.

Som med grensekryssinga finn eg heller ikkje grenseobjekt som er i bruk, men eg identifiserer derimot mange potensielle grenseobjekt. Det gjeld abstrakte objekt som læreplanmål og sjølve målestokkomgrepet. Eg identifiserer også meir konkrete objekt som bygningar eller gjenstandar elevane sjølv har vore med og laga, arbeidsteikningar, både ferdige teikningar og teikningar som elevane sjølve har laga.

Til sjuande og sist handlar jo dette ikkje om å finna interessante grensobjekt, men om at dette kanskje kan vera ein moglegheit til å skapa ein ny praksis som aukar læringa og forståinga for målestokkomgrepet hjå elevane. Alle dei potensielle grenseobjekta eg har identifisert og lærarane sine positive haldningar gjer at eg ser eit potensiale for auka læring og forståing for målestokkomgrepet på grensa.

Målestokkomgrepet er berre ein liten del av eit læreplanmål, men eg tenkjer at ein plass må ein starta. På bygg- og anleggsteknikk vil målestokk, men også det meste av geometrien elles vera emne der det er enkelt å finna grenseobjekt, og kanskje danna ein ny praksis. På andre studieretningar vil det vera andre emne som er meir naturlege å knyta saman med programfaga, men det gjeld å bli meir medviten om slike samanhengar. Kanskje kan det ein lærar om undervisning om målestokk frå lærarane på bygg- og anleggsteknikk, også vera gode innfallsvinklar til omgrepet på andre studieretningar.

Sjølv om ein klarer å knyta ein del matematiske emne til programfaga, vil det på alle studieretningar stå igjen nokre emne som ikkje er så lette å knyta til programfaga, men ein har i alle fall lagt til rette for å skapa ei meir relasjonell eller strukturell forståing for nokre matematiske omgrep. Håpet er at dette kan vera med å gje elevane eit syn på matematikk som noko meir enn reglar som må puggast. Kanskje kan positive erfaringar frå nokre emne smitta over i arbeidet med andre emne. Eg seier ikkje at det vil skje, men ein kan jo håpa, og ein kan jo testa ut om «hypotesen» min stemmer.

6.2 Vidare forsking

Som eg sa ovanfor, kan kanskje positive erfaringar frå til dømes arbeidet med målestokk eller andre emne smitta over på resten av matematikken. Det kunne vore interessant å funne ut om dette stemmer. Ein kunne prøvt å finna ut om motivasjonen aukar dersom elevane opplever meir grensekryssing og gjerne ein ny praksis på grensa. I den samanhengen ville det også vore interessant å finna ut om ei slik endring av praksis også påverkar elevane si forståing positivt, slik at dei får ei meir strukturell eller relasjonell forståing for til dømes målestokkomgrepet.

I denne studien har eg berre fokusert på emnet målestokk. Det ville også vore interessant å sjå på elevar på bygg- og anleggsteknikk si forståing for andre omgrep frå matematikken, og å identifisera eksisterande eller potensielle grenseobjekt i arbeidet med andre emne enn målestokk. Eg har sjølv ubrukt datamateriale i forhold til Pytagoras læresetning. Dessutan tenkjer eg at ein burde gjort det same i forhold til andre yrkesfaglege studieretningar.

I det heile tenkjer eg at matematikkdidaktisk forsking knytta til yrkesfaglege studieretning er eit litt forsømt tema. Wasenden (1999) har i si avhandling vist korleis matematikkfaget har utvikla seg på yrkesfaglege studieretningar. Kanskje burde ein gå nærare inn i faget si utvikling og læra av det samstundes med at ein studerer korleis faget er i dag, og ut frå det vurdera om det også er slik faget bør vera i framtida. Ein bør stilla spørsmål om matematikkfaget på yrkesfag har funne si rette form. Skal det yrkesrettast meir eller mindre? Er faget for teoretisk eller ikkje? Eg har ingen klare svar på dei spørsmåla og skulle gjerne sett at nokon forskarar gjekk inn i spørsmåla med eit ope sinn for å finna svar, slik at fleire yrkesfagelevar kunne dra nytte av det og oppleva matematikkfaget som meir positivt, meiningsfylt og nyttig og ikkje minst få ei djupare forståing av dei ulike emna innanfor faget.

Referansar

Akkerman, S. F. & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. [Article]. *Review of Educational Research, 81*(2), 132-169.

Arcavi, A. (2002). The everyday and the academic in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph, 11*, 12-29.

Bachtin, M. & Slaattelid, R. (2005). *Spørsmålet om talegenrane*. Oslo: Pensumtjeneste.

Bradal, R. (1997). *Matematikk i arbeidslivet: Implikasjoner for skolen*. Kristiansand: Institutt for matematiske fag, Høgskolen i Agder.

Dewey, J. (2007). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. [Sioux Falls]: NuVision.

Engeström, Y. & Tuomi-Gröhn, T. (2007). *Between school and work: New perspectives on transfer and boundary-crossing*. Bingley: Emerald.

Forman, E. & Ansell, E. (2001). The multiple voices of a classroom community. *Educational Studies in Mathematics, 46*(1-3), 115-142.

Fosdahl, B. (2007). *Hvordan utvikle undervisningen i matematikk ut fra yrkespedagogiske prinsipper* (Hovedoppgave, Høgskolen i Akershus). Akershus: Høgskolen i Akershus. Henta frå http://www.fiff.no/byggfag/arch/_img/3170790.pdf

Johannessen, A., Tufte, P. A. & Kristoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt.

Kierkegaard, S. (2012). Synspunktet for min forfattervirksomhet. I Kierkegaard, S., Cappelørn, N. J., Kynde, K., *Søren kierkegaards skrifter* (B. 16, s. 7-75). København: Søren Kierkegaard Forskningscenteret, Gads forlag. Utgitt første gang1859.

Kunnskapsdepartementet. (2007a). *Læreplan i felles programfag i Vg1 bygg- og anleggsteknikk - kompetansemål*. Henta 8. mai 2013 frå http://www.udir.no/kl06/BAT1-01/Kompetansemaal/?arst=1858830316&kmsn=-1934014252

Kunnskapsdepartementet. (2007b). *Læreplan i matematikk fellesfag - kompetansemål etter 1p-y - vg1 yrkesfaglege utdanningsprogram*. Henta 8. mai 2013 frå http://www.udir.no/kl06/MAT1-03/Kompetansemaal/?arst=1858830316&kmsn=-786258857.

Kunnskapsdepartementet. (2011). *Fra matteskrekk til mattemestring*. Henta frå http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/Grunnskole/Strategiplaner/Matematikk_aug_2011.pdf

Kvale, S., Brinkmann, S. & Anderssen, T. M. a. R. J. F. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal akademisk.

Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lindberg, L. & Grevholm, B. (2011). Mathematics in vocational education - revisiting av developmental research project. *Adults learning mathematics, 6*, 41-68.

Mehan, H. (1979). *Learning lessons: Social organization in the classroom*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Midtland, D. A. (2012). *Yrkesretting av matematikkundervisningen* (Masteroppgåve, Høskolen i Oslo og Akershus). Oslo: Høgskolen i Oslo og Akershus. Henta frå http://hdl.handle.net/10642/1242

Mills, C. W. (2004). On intellectual craftsmanship. I W. K. Karrol (red.), *Critical strategies for social research* (1 utg., s. 54-66). Toronto: Canadian Scholars' Press Inc.

Mitchelmore, M. & White, P. (2004). *Abstraction in mathematics and mathematics learning.* Paper presented at the Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education , *3*, 329-336

Mitchelmore, M., White, P. & Mcmaster, H. (2007). Teaching ratio and rates for abstraction. *Mathematics: Essential research, essential practice*, *2*, 503-512.

Myren, K. A. & Nilsen, S. E. (2001). Hvordan arbeide med yrkesretting av de allmenne fag i yrkesfalige studieretninger? I H. i. Akershus (red.), *Yrkesretting som pedagogisk prosess*. Akershus: Yrkesskolen i Akershus.

NESH. (2006). Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi. Oslo: NESH

Nicol, C. (2002). Where's the math? Prospective teachers visit the workplace. *Educational Studies in Mathematics, 50* (3), 289-309.

Nielsen, K. & Kvale, S. (1999). *Mesterlære: Læring som social praksis*: København: Hans Reitzel.

Nunes, T., Schliemann, A. D. & Carraher, D. W. (1993). *Street mathematics and school mathematics*. Cambridge: Cambridge University Press.

Oldervoll, T., Orskaug, O., Vaaje, A. & Hanisch, F. (2009). *Sinus 1ba-p: Matematikk for bygg- og anleggsteknikk*. Oslo: CappelenDamm.

Rangnes, T. E. (2012). *Elevers matematikksamtaler, læring i og mellom praksiser* (Doktoravhandling, Universitetet i Kristiansand). Kristiandsand: Universitetet i Agder.

Samland, G.-M. (1998). *Matematikk i huset. Eit prosjekt om målestokk, omkrins og areal : Dialog og samarbeid i ein 7ande klasse* (Hovudfagsoppgåve, Høgskolen i Agder). Kristiansand: Institutt for matematiske fag, Høgskolen i Agder.

Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational studies in mathematics, 22*(1), 1-36.

Skemp, R. (1976). Instrumental understanding and relational understanding. *Mathematics Teaching, 77*, 20-26.

Stake, R. E. (2010). Naturalistic generalisation *Encyclopedia of case study research* (vol. 1). London: Sage.

Säljö, R. (2003). From transfer to boundary-crossing. I T. Tuomi-Gröhn & Y. Engeström (red.), *Between school and work* (s. 311-322) Bingley: Emerald Group Publishing.

Sørskår, A. & Bø, R. K. (2012). *Målestokk: Observasjonsprosjekt i matematikdidaktikk, observasjoner fra en klasse i bygg- og anleggsteknikk* (Arbeidskarv i mastergraden i matmatikkdidaktikk, Universitet i Stavanger). Stavanger: Universitetet i Stavanger.

Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse*. Bergen: Fagbokforlaget.

Vergnaud, G. (1983). Multiplicative structures. I R. Lesh & M. Landau (red.), *Acquisition of mathematics concepts and processes* (s. 128-175). New York: Academic press.

Vergnaud, G. (2009). The theory of conceptual fields. *Human Development, 52*(2), 83-94.

Vygotskij, L. S. & Kozulin, A. (1986). *Thought and language*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Wasenden, W. (1999). *Matematikkens plass i yrkesutdanningen innenfor håndverk og industri: Fra allmenn til yrkesrettet matematikkundervisning* (Dr.philosavhandling, Universitetet i Oslo). Oslo: Universitet i Oslo.

Wasenden, W. (2001). Noen synspunkter på forholdet mellom allmennfag og yrkesfag i yrkesutdanningen i tiden frø reform 94. I H. i. Akershus (red.), *Yrkesretting som pedagogisk prosess*. Akershus: Høgskolen i Akershus.

Wenger, E. (2003). En social teori om læring (B. Nake, Overs.). I J. Lave & E. Wenger (red.), *Situert læring - og andre tekster* (s. 129-155). København: Reitzel.

Williams, J. & Wake, G. (2007). Black boxes in workplace mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 64*(3), 317-343.

Vedlegg

Vedlegg 1

Informasjonsskriv og samtykkeskjema til elevar

Namnet mitt er Randi Klingsheim Bø. Eg studerer matematikkdidaktikk ved Universitet i Stavanger og skal skriva ei mastergradsoppgåve våren 2013. Sjølv er eg matematikklærar og har undervist både i grunnskulen og vidaregåande skula, for det meste på yrkesfaglege studieretningar. Eg ønskjer å finna ut meir om kva eg som lærar kan gjera for å leggja betre til rette for at elevane mine skal læra matematikk.

Våren 2012 var eg med på eit mindre studentprosjekt der me var inne i nokre matematikktimar i ein klasse i bygg- og anleggsteknikk. Det var veldig interessant, og eg har blant anna difor lyst å gjera mastergradsoppgåva mi i forhold til elevar på bygg- og anleggsteknikk. Eg vil sjå nærare på elevane si forståing i matematikk, og eg kjem til å konsentrera meg om eit emne innanfor geometrien.

For å finna ut noko om dette ønskjer eg å observera undervisninga i nokre matematikktimar på byggfag. I etterkant vil eg intervjua lærarar og elevar om skulen, matematikkfaget og det emnet dei har arbeidt med i dei timane eg har observert. Eg vil gjerne også studera oppgåver som elevane har prøvt å løysa. Under observasjonane i timane vil eg sjølv vera til stades og ta notat. Elles vil det bli gjort video- og lydopptak av både klasseromsobservasjonane og intervjua.

Alt dette vil bli behandla konfidensielt, og det vil berre vera vegleiaren min på UiS og eg som har tilgang til desse video- og lydfilene. Me er begge underlagt teieplikt. Video- og lydfilene vil bli oppbevarte på passordbeskytta PC-ar, og dei vil bli sletta etter at eg er ferdig med mastergraden min, dvs. innan utgangen av juni. Alt vil bli anonymisert i det endeleg arbeidet, slik at det ikkje skal kunna sporast tilbake verken til skulen eller til einskildpersonar. Det endelege arbeidet vil vera ein skriftleg mastergradsoppgåve som eventuelt kan vidareutviklast til ein publiserbar artikkel.

Observasjonane og intervjua vil gå føre seg i januar/februar 2013, etter nærare avtale med klassen sin matematikklærer. Det er friviljug å delta i dette prosjektet, og dei som er med, har rett til å trekkja seg på eitkvart tidspunkt utan å måtta grunngje dette nærare.

Dersom du vil vera med på dette prosjektet, ber eg deg skriva under på samtykkeerklæringa nedanfor. Er det elles noko du lurer på, så ta gjerne kontakt med meg på tlf. 97197462 eller på mail rk.bo@stud.uis.no.

Prosjektet er meldt til Personvernombodet for forsking, Norsk Samfunnsvitskapleg datateneste (NSD).

Venleg helsing

Randi Klingsheim Bø, Brekkevegen 5, 4353 Klepp stasjon

Samtykkeerklæring:

Eg har motteke skriftleg informasjon og er viljug til å delta i studien, både under observasjon i timane og ved eit eventuelt intervju.

Dato og stad:…………………………………………….............

Signatur: ………………………………………………………………
Telefonnummer:…………………………………………………………

Vedlegg 2

Informasjonsskriv og samtykkeskjema til matematikklærar

Namnet mitt er Randi Klingsheim Bø. Eg studerer matematikkdidaktikk ved Universitet i Stavanger og skal skriva ei mastergradsoppgåve våren 2013. Sjølv er eg matematikklærar og har undervist både i grunnskulen og vidaregåande skula, for det meste på yrkesfaglege studieretningar. Eg ønskjer å finna ut meir om kva eg som lærar kan gjera for å leggja betre til rette for at elevane mine skal læra matematikk.

Våren 2012 var eg med på eit mindre studentprosjekt der me var inne i nokre matematikktimar i ein klasse i bygg- og anleggsteknikk. Det var veldig interessant, og eg har blant anna difor lyst å gjera mastergradsoppgåva mi i forhold til elevar på bygg- og anleggsteknikk. Eg vil sjå nærare på elevane si forståing i matematikk, og eg kjem til å konsentrera meg om eit emne innanfor geometrien.

For å finna ut noko om dette ønskjer eg å observera undervisninga i nokre matematikktimar på byggfag. I etterkant ønskjer eg å intervjua matematikk- og byggfaglærarar og elevar om matematikkfaget generelt og det emnet dei har arbeidt med i dei timane eg har observert. Eg vil gjerne også studera oppgåver som elevane har prøvt å løysa. Under observasjonane i timane vil eg sjølv vera til stades og ta notat. Elles vil eg gjera video- og lydopptak av både klasseromsobservasjonane og intervjua.

Alt dette vil bli behandla konfidensielt, og det vil berre vera vegleiaren min på UiS og eg som har tilgang til desse video- og lydfilene. Me er begge underlagt teieplikt. Video- og lydfilene vil bli oppbevarte på passordbeskytta PC-ar, og dei vil bli sletta etter at eg er ferdig med mastergraden min, dvs. innan utgangen av juni. Alt vil bli anonymisert i det endeleg arbeidet, slik at det ikkje skal kunna sporast tilbake verken til skulen eller til einskildpersonar. Det endelege arbeidet vil vera ei skriftleg mastergradsoppgåve som eventuelt kan vidareutviklast til ein publiserbar artikkel.

Observasjonane og intervjua vil gå føre seg i januar/februar 2013, etter nærare avtale med dei deltakande lærarane. Det er friviljug å delta i dette prosjektet, og dei som er med, har rett til å trekkja seg på eitkvart tidspunkt utan å måtta grunngje dette nærare.

Dersom du vil vera med på dette prosjektet, ber eg deg skriva under på samtykkeerklæringa nedanfor. Er det elles noko du lurer på, så ta gjerne kontakt med meg på tlf. 971 97 462 eller på e-post rk.bo@stud.uis.no .

Prosjektet er meldt til Personvernombodet for forsking, Norsk Samfunnsvitskapleg datateneste (NSD).

Venleg helsing

Randi Klingsheim Bø, Brekkevegen 5, 4353 Klepp stasjon

Samtykkeerklæring:

Eg har motteke skriftleg informasjon og er viljug til å delta i studien, både under observasjon i timane og ved eit eventuelt intervju.

Dato og stad:……………………………………………..............

Signatur: ………………………………………………………………

Telefonnummer:……………………………………………………………

Informasjonsskriv og samtykkeskjema til yrkesfaglærar

Namnet mitt er Randi Klingsheim Bø. Eg studerer matematikkdidaktikk ved Universitet i Stavanger og skal skriva ei mastergradsoppgåve våren 2013. Sjølv er eg matematikklærar og har undervist både i grunnskulen og vidaregåande skula, for det meste på yrkesfaglege studieretningar. Eg ønskjer å finna ut meir om kva eg som lærar kan gjera for å leggja betre til rette for at elevane mine skal læra matematikk.

Våren 2012 var eg med på eit mindre studentprosjekt der me var inne i nokre matematikktimar i ein klasse i bygg- og anleggsteknikk. Det var veldig interessant, og eg har blant anna difor lyst å gjera mastergradsoppgåva mi i forhold til elevar på bygg- og anleggsteknikk. Eg vil sjå nærare på elevane si forståing i matematikk, også på tvers av faggrensene, og eg kjem til å konsentrera meg om eit emne innanfor geometrien.

For å finna ut noko om dette ønskjer eg å observera undervisninga i nokre matematikktimar på byggfag. I etterkant ønskjer eg å intervjua matematikk- og byggfaglærarar og elevar om matematikkfaget generelt og det emnet dei har arbeidt med i dei matematikktimane eg har observert. Eg vil gjerne også studera oppgåver som elevane har prøvt å løysa. Under observasjonane i timane vil eg sjølv vera til stades og ta notat. Elles vil det bli gjort video- og lydopptak av både klasseromsobservasjonane og intervjua.

Alt dette vil bli behandla konfidensielt, og det vil berre vera vegleiaren min på UiS og eg som har tilgang til desse video- og lydfilene. Me er begge underlagt teieplikt. Video- og lydfilene vil bli oppbevarte på passordbeskytta PC-ar, og dei vil bli sletta etter at eg er ferdig med mastergraden min, dvs. innan utgangen av juni. Alt vil bli anonymisert i det endeleg arbeidet, slik at det ikkje skal kunna sporast tilbake verken til skulen eller til einskildpersonar. Det endelege arbeidet vil vera ei skriftleg mastergradsoppgåve som eventuelt kan vidareutviklast til ein publiserbar artikkel.

Observasjonane og intervjua vil gå føre seg i januar/februar 2013, etter nærare avtale med dei deltakande lærarane. Det er friviljug å delta i dette prosjektet, og dei som er med, har rett til å trekkja seg på eitkvart tidspunkt utan å måtta grunngje dette nærare.

Dersom du vil vera med på dette prosjektet, ber eg deg skriva under på den samtykkeerklæringa nedanfor. Er det elles noko du lurer på, så ta gjerne kontakt med meg på tlf. 971 97 462 eller på e-post rk.bo@stud.uis.no .

Prosjektet er meldt til Personvernombodet for forsking, Norsk Samfunnsvitskapleg Datateneste (NSD).

Venleg helsing

Randi Klingsheim Bø, Brekkevegen 5, 4353 Klepp stasjon

Samtykkeerklæring:

Eg har motteke skriftleg informasjon og er viljug til å vera med på eit intervju.

Dato og stad:………………………………………….............

Signatur: ………………………………………………………………

Telefonnummer:……………………………………………………………

Vedlegg 4

Intervjuguide elevar

Innleiande spørsmål:

Kva var grunnen til at du søkte deg inn på bygg- og anleggsteknikk?

Korleis trivst du her?

Kva tykkjer du om dei ulike faga du har her?

Kva er planane dine vidare framover i forhold til utdanning og arbeid?

Spørsmål om matematikkfaget:

Kva er di erfaring med matematikkfaget frå barne- og ungdomsskulen?

Korleis opplever du matematikkfaget her på bygg- og anleggsteknikk?

Kvar slag matematikk har du bruk for i dei praktiske faga her på skulen?

Kva slag matematikk trur du du kjem til å bruka når du skal ut i arbeidslivet?

Spørsmål om målestokk:

Kva er målestokk?

I kva samanhengar brukar ein målestokk?

Vis ei husteikning og be eleven finna målestokken der og seia noko om kva denne målestokken tyder.

Spørsmål med utgangspunkt i oppgåver eleven har gjort:

- Oppgåve 4.52 der ein skal finna mål i røynda ut frå husteikning med oppgitt målestokk.
- Ei kartoppgåve der ein kjenner målestokken og lengd i røynda og skal finna ut kor langt det er på kartet 4.50 c)
- Oppgåve 4.54 der ein skal endra målestokken på ei husteikning får 1:100 til 1: 50 og så teikna huset.

Forklar korleis du løyste desse oppgåvene?

Spørsmål med utgangspunkt i oppgåver som eleven ikkje har gjort.

- Oppgåve 4.152. Her skal ein finna målestokken, og deretter bruka han til å rekna ut verkelege lengder og verkeleg areal av ei hytte. Dersom eleven ikkje sjølv klarer å rekna ut målestokken, vil eg sjølv oppgje den, og be han om å løysa resten av oppgåva.
- Du skal laga ei arbeidsteikning av grunnflata i eit stort hus. Du prøver med målestokk 1:100 og finn ut at arket er for lite. Kva kan du gjera for å løysa det problemet?

Spørsmål om Pytagoras læresetning:

Tenk deg at du har sett opp ei forskaling til ein grunnmur og ønskjer å finna ut om hjørna er rette vinklar. Korleis vil du gjera det?

Dersom du vil sjå om eit hjørne i eit rom eller på eit hus er ein rett vinkel, korleis vil du då gå fram?

Kva er Pytagoras læresetning?

Kva kan Pytagoras læresetning brukast til?

Spørsmål i forhold til konkrete oppgåver om Pytagoras læresetning?

Spørsmål med utgangspunkt i oppgåver eleven har gjort.

- Oppgåve 4.60 der dei skal rekna ut hypotenusen. Teoretisk oppgåve.
- Oppgåve 4.64 der dei skal rekna ut ein ukjend katet. Praktisk, men ikkje yrkesretta oppgåve.
- Oppgåve 4.66 der dei skal finna ut om ein vinkel er 90°. Praktisk, yrkesretta oppgåve.

Kan du fortelja kva du har gjort og korleis du har tenkt då du prøvde å løysa denne oppgåva/desse oppgåvene? (Vi ser på ei oppgåve om gongen.)

Spørsmål med utgangspunkt i yrkesretta oppgåver frå matematikkboka som eleven ikkje har gjort frå før, gjerne yrkesretta oppgåver.

- Oppgåve 4.162 der hypotenusen er ukjend.
- Oppgåve 4.260 og 4.261 der ein skal finna ut om ein vinkel er 90°.
- Oppgåve på ark med husteikning der ein skal finna ein ukjend katet.

Korleis ville du gått fram for å prøva å løysa desse oppgåvene? (Vi ser på ei oppgåve om gongen.)

Avsluttande spørsmål:

Kva slag oppgåver likar du best å arbeida med i matematikktimane?

Korleis tykkjer du god matematikkundervisning bør vera i ein byggfagklasse?

Er det noko meir du har lyst å seia i forhold til det me har snakka om?

Takk for intervjuet og lukke til vidare.

Vedlegg 5

Intervjuguide, matematikklærar:

Innleiande spørsmål:

Kan du fortelja litt om utdanninga og yrkeserfaringa di?

Kva tenkjer du om det å vera matematikklærar på yrkesfaglege studieretningar?

Korleis opplever du det å vera lærar i matematikk på byggfag?

Spørsmål om matematikkundervisninga:

Korleis er matematikkundervisninga her på byggfag organisert?

Korleis trur du programfaglærarane brukar matematikk inn i dei ulike fagområda?

Korleis yrkesrettar du eventuelt i matematikktimane?

Korleis blir eventuelt matematikkfaglege emne tekne opp på teammøter e.l. der både matematikklærarar og yrkesfaglærarar deltek?

Kva trur du elevane får bruk for i praksisfaga og seinare i deira yrke av det dei lærer i matematikk?

Spørsmål om målestokk:

Kva hadde du forventa på førehand at elevane kunne om målestokk?

Korleis opplevde du elevane si forståing for målestokk? (Kva var lett og vanskeleg for dei?)

Spørsmål om konkrete oppgåver om målestokk:

Vis nokre oppgåver som elevar har gjort: Korleis trur du desse eleven har tenkt når han løyste desse oppgåva? 4.53, 4.50 c), 4.54 (Vi tek for oss oppgåve for oppgåve, og samanliknar gjerne kva dei ulike elevane har gjort.)

Vis nokre yrkesretta oppgåver frå lærebøker: Kva tykkjer du om desse oppgåvene i forhold til yrkesretting av faget? 4.52, 4.54. 4.55, 4,150-4.152, 4.250-4.261 + 4.253

Spørsmål om Pytagoras læresetning:

Kva trudde du på førehand var lett og/eller vanskeleg for elevane når dei skulle arbeida med Pytagoras læresetning?

Korleis opplevde du elevane si forståing for Pytagoras læresetning? (Kva var lett og vanskeleg for dei?)

Spørsmål om konkrete oppgåver om Pytagoras læresetning:

Vis nokre oppgåver som elevar har gjort: Korleis trur du desse eleven har tenkt når han løyste desse oppgåva? 4.60, 4.64, 4.66 (Vi tek for oss oppgåve for oppgåve, og samanliknar gjerne kva dei ulike elevane har gjort.)

Vis nokre yrkesretta oppgåver frå lærebøker: Kva tykkjer du om desse oppgåvene i forhold til yrkesretting av faget? 4.66, 4,160-4.162, 4.260-4.261 + 4.263

Avsluttande spørsmål:

Kva var du nøgd med frå matematikktimane om Pytagoras og målestokk, og kva ville du eventuelt gjort annleis dersom du skulle undervisa det i ein byggfagklasse ein annan gong?

Kva er din tankar og ønskjer i forhold til korleis matematikkfaget i yrkesfaglege studieretningar bør sjå ut i framtida?

Kva tenkjer du om yrkesretting av matematikkfaget? (Bør matematikkfaget yrkesrettast i det heile og i så fall korleis og i kor stor grad?)

Er det noko du har lyst å føya til i forhold til det me har snakka om?

Takk for intervjuet.

Intervjuguide, yrkesfaglærar:

Innleiande spørsmål:

Kan du fortelja litt om yrkeserfaringa og utdanninga di?

Kva tenkjer du om det å vera lærar på byggfag, gleder og utfordringar?

Korleis er undervisninga på byggfag organisert?

Spørsmål om matematikk og yrkesfag:

Kva matematikk har elevane dine bruk for i programfaga?

Korleis brukar du eventuelt matematikk i di undervisning?

Korleis trur du matematikklærarane yrkesrettar av matematikkundervisninga?

Korleis blir eventuelt matematikkfaglege emne tekne opp på teammøter e.l. der både matematikklærarar og yrkesfaglærarar deltek?

Kva trur du elevane får bruk for seinare i deira yrke av det dei lærer i matematikk?

Korleis føler du at elevane sine matematikkunnskapar hjelper dei eller eventuelt manglande kunnskapar hindrar dei i praksis?

Spørsmål om målestokk:

Kva lærer elevane om målestokk og korleis brukar dei det i byggfag?

Kva trur du er lett og/eller vanskeleg for elevane når dei arbeider med målestokk?

Har du nokon forslag til korleis ein kan hjelpa elevane til å forstå kva målestokk er og korleis dei skal bruka det?

Spørsmål om konkrete oppgåver om målestokk:

Vis nokre oppgåver som elevar har gjort: Korleis trur du desse eleven har tenkt når han løyste desse oppgåva? 4.53, 4.50 c), 4.54 (Vi tek for oss oppgåve for oppgåve, og samanliknar gjerne kva dei ulike elevane har gjort.)

Vis nokre yrkesretta oppgåver frå lærebøker: Kva tykkjer du om desse oppgåvene i forhold til yrkesretting av faget? 4.52, 4.54. 4.55, 4,150-4.152, 4.250-4.261 + 4.253

Spørsmål om Pytagoras læresetning:

Korleis forklarer du elevane korleis dei kan sjekka om ein vinkel er rett?

Kva anna brukar de eventuelt Pytagoras læresetning til i byggfag?

Har du nokon forslag til korleis ein kan hjelpa elevane til betre å forstå Pytagoras læresetning?

Spørsmål om konkrete oppgåver om Pytagoras læresetning:
Vis nokre oppgåver som elevar har gjort: Korleis trur du desse elevane har tenkt når dei løyste desse oppgåva? 4.60, 4.64, 4.66 (Vi tek for oss oppgåve for oppgåve, og samanliknar gjerne kva dei ulike elevane har gjort.)

Vis nokre yrkesretta oppgåver frå lærebøker: Kva tykkjer du om desse oppgåvene i forhold til yrkesretting av faget? 4.66, 4,160-4.162, 4.260-4.261 + 4.263

Avsluttande spørsmål:

Kva tenkjer du generelt om yrkesretting av matematikkfaget?

- Bør matematikkfaget yrkesrettast i det heile?
- I så fall korleis og i kor stor grad?

Kva er din tankar og ønskjer i forhold til matematikkfaget i yrkesfaglege studieretningar i framtida?

Er det noko du har lyst å tilføya i forhold til det me har snakka om?

Noder

- Yrkesfag og matematikk
    - Yrkesretta matematikk
    - Bruk av matematikk i yrkesfag
    - Bruer mellom yrkesfag og matematikk
- Pytagoras læresetning
    - Å finna ut om ein vinkel er rett
    - Å finna ein ukjend katet
    - Å finna ein ukjend hypotenus
    - Pytagoras læresetning
    - Forklaring av kva Pytagoras læresetning er
    - Bruksområd
        - Praktisk bruk av Pytagoras læresetning
- Målestokk
    - Å gå frå teikning til det verkeleg
    - Å gå frå det verkelege til teikning
    - Å finna målestokken
    - Å endra målestokken
    - Vanleg målestokk
        - På kart
        - På husteikningar
    - Målestokk og forholdstal
    - Målestokk og areal
    - Forklaring på kva målestokk er
        - Korleis ein les målestokk
    - Bruksområde
- Instrumentell og relasjonell forståing
    - Relasjonell forståing
    - Instrumentell forståing
- Einingar og omgjering mellom einingar
    - Lengdeeiningar
    - Arealeiningar
    - Andre einingar

Transkripsjonsnøkkel

Funksjon	**Teikn**	**Forklaring**
Overlapping	[tekst] [tekst]	Vert brukt når to personar seier noko samstundes.
Overtaking	Tekst~ ~ tekst	Viser at ein person overtek og snakkar utan at det er pause mellom.
Pause (≥ 3 s)	(ns) der n = antall sekunder Eks. (6s)	Viser kor mange sekund ein pause er
Kort pause (≤ 3 s)	(.)	Pause på under tre sekund
Konklusjon	.	Som punktum
Spørsmål	?	Viser spørsmål