



# Kompetansekonstruksjoner i matematikk og programfag

---

Christina Bauck Jensen

---



Christina Bauck Jensen

# Kompetansekonstruksjoner i matematikk og programfag

Utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk, videregående opplæring

Avhandling for graden philosophiae doctor (ph.d.)

Universitetet i Agder  
Fakultet for teknologi og realfag  
2022

Doktoravhandlingar ved Universitetet i Agder 381

ISSN: 1504-9272

ISBN: 978-82-8427-092-0

© Christina Bauck Jensen, 2022

Trykk: 07 Media

Kristiansand, Norge

## Forord

Min farfar var snekker, og da jeg var liten bygde pappa huset vårt. Jeg vokste altså opp med mye praktisk arbeid rundt meg. Selv har jeg vært interessert i matematikk så lenge jeg kan huske, og det var selvfølgelig matematikk jeg skulle studere. Etter endt videregående opplæring begynte jeg på sivilingeniørprogrammet ved NTNU i Trondheim, og valgte studieretningen industriell matematikk. Deretter tok jeg praktisk-pedagogisk utdanning, og i 2005 begynte jeg å undervise matematikdidaktikk ved allmennlærerutdanningen på Høgskolen i Sør-Trøndelag (nå NTNU). For et fantastisk fagmiljø jeg kom inn i! Her var det også jeg møtte min veileder, Frode Rønning, for første gang. Frode møtte nytilsatte, inkludert meg, med en enorm varme og omsorg, en stor entusiasme for faget og fagmiljøet, og med faglig trygghet. Det ble to flotte, intense og lærerike år på avdelingen før jeg flyttet ”hjem” til Østlandet med min kjære Jørgen. Vel hjemme begynte jeg å jobbe på en stor videregående skole, der jeg blant annet fikk ansvaret for matematikkopplæringen til en klasse på utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk. Med min praktiske familiebakgrunn ivret jeg etter å bedre kunne tilpasse matematikken for disse elevene, og det vokste fram et sterkt behov for å skaffe informasjon om matematikk i og for byggfagene. Det var lite å finne i litteraturen den gangen. Dermed begynte min PhD-reise. Prosjektbeskrivelse ble utarbeidet, jeg fikk en stipendiatstilling på Høgskolen i Sør-Trøndelag (nå NTNU) og jeg ble tatt opp på PhD-programmet ved UiA.

Jeg vil takke veilederne som har fulgt meg på veien. Først Birgit Pepin som veiledet meg innledningsvis fra Høgskolen i Sør-Trøndelag. Så Anne Berit Fuglestad ved UiA, som dessverre gikk bort så altfor tidlig. Sist, og aller mest, vil jeg takke Frode Rønning som tok over som veileder etter hvert. Takk for fantastiske dialoger, Frode. Takk for at du alltid har evnet å snakke mitt språk og for at du har gitt meg en følelse av forståelse, mestring og nytt mot etter hver samtale. Takk for din grundighet, men også din omsorg. Jeg kunne aldri gjort dette uten deg!

Jeg vil takke elever og lærere ved skolen der jeg gjorde min datainnsamling. Dere tok åpent imot meg, og delte villig tanker, erfaringer og deres egen praksis. Takk for alt dere har lært meg!

En stor takk til min nåværende arbeidsgiver, mine kollegaer og mine ledere John Olav Berg og Bente Taraldsen. Takk for at dere har lagt til rette for at jeg har kunnet avslutte arbeidet med avhandlingen.

Til slutt vil jeg takke min fine familie. Takk til mine foreldre for at dere alltid er der for meg. Takk til min kjære Jørgen, som hele tiden har støttet meg og hatt tro på meg. Takk til mine herlige barn Astrid Marie og Carl Magnus for at dere hele tiden minner meg om hva som faktisk er viktigst i livet!

Jessheim, juli 2022

Christina Bauck Jensen

## Sammendrag

Studien denne avhandlingen rapporterer fra, var motivert av å skaffe informasjon om hvordan matematikkundervisningen for elever på bygg- og anleggstekniske fag i videregående opplæring i Norge kunne gjøres mer relevant. Studien er forankret i et konstruksjonistisk forskningsparadigme (Creswell, 2013; Guba & Lincoln, 1994; Mertens, 2014). Mer spesifikt er studien en casestudie der jeg har fulgt en klasse ved utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk over ett år i programfagene (altså bygg- og anleggsrelaterte fag) og i matematikkfaget. Situative perspektiver generelt (Greeno, Collins, & Resnick, 1996), og hovedsakelig Wenger (1998), *Communities of practice*, er brukt som teoretisk rammeverk. I studien har jeg ansett fellesskapet i programfagene (referert til som verkstedet) og fellesskapet i matematikk-klasserommet som to ulike praksisfellesskap.

Det viste seg at det var store forskjeller i hvordan elevene deltok i verkstedet sammenliknet med i matematikk-klasserommet, og studien rapporterer først om ulike kompetansekonstruksjoner i de to fellesskapene. Videre drøfter jeg hvilke konsekvenser de ulike kompetansekonstruksjonene kan ha for kunnskap og læring, men også for elevenes identitetsrelasjoner til fellesskapene, i et teoretisk perspektiv. Hovedsakelig har jeg tatt utgangspunkt i Wengers sosiale praksisteori i drøftingen. Til slutt i avhandlingen forsøker jeg å se framover, og jeg drøfter hva resultatene fra min studie kan bidra med i å gjøre matematikkundervisning relevant for elever på bygg- og anleggsteknikk.





## **Abstract**

The study that this dissertation reports from, was motivated by an aim to find information about how to make teaching of mathematics for students enrolled in the building and construction programme in Norwegian upper secondary school more relevant. The study is situated in a constructionist paradigm (Creswell, 2013; Guba & Lincoln, 1994; Mertens, 2014). It is a case study where I have followed a single class of students enrolled in the programme building and construction for one year, in both building and construction subjects and in the subject of mathematics. Situative perspectives generally (Greeno et al., 1996) and more specifically Wenger (1998), *Communities of practice*, are used as a theoretical basis. The community in the building- and construction subjects (referred to as the workshop) and the community in the mathematics classroom are conceptualized as two different communities of practice.

It became apparent that there were major differences in how the students participated in the workshop compared to the mathematics classroom, and the study reports on different constructions of competence in the two communities of practice. I discuss possible consequences that the two different constructions of competence may have for learning and knowledge, and also for the students' identification with the different communities. This discussion is based mainly on Wenger's social practice theory. At the end of the dissertation, I discuss how the results from my study may contribute towards making teaching of mathematics more relevant for students enrolled in the building and construction programme.



# Innholdsfortegnelse

1. Innledning .....	1
1.1 Motivasjon og bakgrunn.....	1
1.2 Teoretisk posisjonering og forskningsspørsmål .....	4
1.3 Metode.....	6
1.4 Ytre rammebetingelser - læreplanen .....	7
1.5 Avhandlingens struktur .....	9
2. Matematikk i og for yrke – en litteraturoversikt .....	11
2.1 Matematikk i yrke .....	12
2.1.1 Eksempler – tre studier av matematikk i yrke .....	13
2.1.2 Usynlig matematikk i yrke.....	14
2.1.3 Matematikk i yrke formet av lokal teknologi og miljø.....	16
2.1.4 Matematikk i arbeid har andre funksjoner og mål.....	19
2.2 Matematikk for yrke .....	21
2.2.1 Karaktertrekk ved skolematematikk .....	21
2.2.2 Elementer for å styrke sammenhengen skolematematikk og arbeid .....	24
2.3 Oppsummering og posisjonering.....	32
3. Teoretisk rammeverk .....	35
3.1 Teoretisk posisjonering .....	35
3.1.1 Kunnskap og læring er situert.....	36
3.1.2 Kunnskap og læring er sosial.....	39
3.1.3 Kunnskap og læring er distribuert .....	42
3.2 Læring som deltagelse og Wengers sosiale praksisteori .....	44
3.2.1 Praksisbegrepet .....	46
3.2.2 Å kunne i praksis .....	53
3.2.3 Identitetsbegrepet.....	54
3.3 Betydningen av å være kompetent deltager .....	64
3.3.1 Agens .....	66
3.3.2 Ansvar .....	67
3.4 Oppsummering .....	68
4. Metodologi .....	71
4.1 Posisjonering og paradigme .....	71
4.1.1 Ontologi .....	72

4.1.2	Epistemologi.....	73
4.1.3	Metodologi.....	74
4.2	Design.....	75
4.3	Forskningssted.....	78
4.4	Datainnsamling.....	81
4.5	Analyse.....	82
4.5.1	Analysedesign.....	82
4.5.2	Gjennomføring av analysen i praksis .....	84
4.5.3	Troverdighet .....	88
4.6	Etiske betraktninger.....	88
5.	Betydning av å være kompetent i matematikk-klasserommet .....	93
5.1	MA #1 Å adoptere lærerens metoder .....	95
5.1.1	MA #1-1 Å adoptere lærerens idé .....	96
5.1.2	MA #1-2 Å adoptere metoder.....	115
5.2	MA #2 Gjøre mange like oppgaver.....	134
5.2.1	MA #2-1 Å gjøre mange like ikke-autentiske oppgaver av typen ”prosedyrer uten sammenheng” .....	135
5.2.2	MA #2-2 Å gjøre oppgave for oppgave med begrenset kvalitetskontroll	144
5.3	MA #3 Å bestå .....	153
5.4	Konklusjon .....	156
6.	Verkstedet .....	157
6.1	BA #1 Å tenke selv .....	160
6.1.1	BA #1-1 Å bidra med idéer og å dele erfaringer .....	160
6.1.2	BA #1-2 Å finne en praktisk og gjennomførbar vei mot sin konstruksjon av målet .....	170
6.1.3	BA #1-3 Å vurdere og å reflektere .....	179
6.2	BA #2 Å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt .....	185
6.2.1	BA #2-1 Å utføre praktiske prosjektoppgaver.....	185
6.2.2	BA #2-2 Å bidra til effektiv produksjon.....	190
6.3	BA #3 Å gjøre godt arbeid .....	195
6.4	Konklusjon .....	198
7.	Analyse på tvers av casene.....	201
7.1	Idérelaterte konsekvenser .....	202
7.1.1	Konsekvenser av hvordan idéene entret fellesskapene.....	204
7.1.2	Konsekvenser av idéenes karakter.....	212
7.2	Konsekvenser av arbeidets karakter .....	220

7.2.1	Konsekvenser av oppgavens/oppdragens karakter.....	222
7.2.2	Konsekvenser av elevenes arbeid med oppgavene/oppdragene .....	236
8.	Hva kan det bety å gjøre matematikkundervisningen relevant for elever på bygg- og anleggsteknikk? .....	249
8.1	Yrkesretting i innhold – utfordringer og muligheter .....	249
8.2	Yrkesretting i form av prosesser .....	255
8.3	Faktorer som kan styre lærernes prioriteringer .....	258
8.4	Konklusjon .....	259
9.	Diskusjon .....	263
9.1	Teori og metodevalg.....	263
9.2	Avhandlingens bidrag til forskningsfeltet .....	265
9.3	Avhandlingens bidrag til praksisfeltet.....	269
10.	Litteraturliste .....	271
11.	Vedlegg .....	279



# 1. Innledning

Denne avhandlingen har fokus på matematikkopplæringen i utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk i videregående skole. Avhandlingen er et resultat av min søken etter svar på hva det kan bety å gjøre matematikkundervisningen relevant for elever på bygg- og anleggsteknikk. I innledningen vil jeg først forklare bakgrunnen for min interesse for temaet og jeg vil gi en kort redegjørelse for hvorfor jeg mener det er behov for å utforske det. Deretter vil jeg presentere forskningsspørsmålene som har avgrenset og guidet min utforskning, og jeg vil gi en oversikt over forskningsarbeidet jeg har gjort. Til slutt i innledningen vil jeg gi en oversikt over avhandlingen.

## 1.1 *Motivasjon og bakgrunn*

Skoleåret 2007/2008 begynte jeg å arbeide som lærer i videregående skole. Jeg fikk blant annet ansvaret for undervisningen i faget Matematikk 1-YP for bygg- og anleggsteknikk (BA). Disse elevenes motivasjon for å lære matematikk var jevnt over lav, og jeg ble opptatt av hvordan jeg kunne øke denne. Elevene i klassen hadde et felles mål om en karriere innenfor bygg- og anleggsbransjen. Mange hadde erfaringer derfra fra livet utenfor skolen, og alle fikk felles erfaringssett fra bransjen gjennom programfagene og gjennom utplassering i bedrifter. Dette ga muligheter for å knytte matematikken opp mot problemstillinger som de fleste kunne kjenne seg igjen i og som de kunne ha nytte av i videre arbeid utenfor skolen. Et problem var imidlertid at jeg som matematikklærer hadde liten innsikt i byggfagene og hvordan matematikk brukes innenfor dette praksisfeltet. Gjennom skoleåret vokste interessen for hvordan jeg selv kunne legge til rette for mer relevant matematikklæring for disse elevene.

På samme tid som jeg arbeidet med klassen på bygg- og anleggsteknikk, tok utfordringen med det høye frafallet fra videregående opplæring plass i offentlig debatt. På yrkesfaglige studieretninger var frafallet spesielt høyt. Bare 56 % av elevene som startet på yrkesfaglige studieretninger høsten 2002 hadde fullført utdanning med godkjent kompetanse etter fem år (Falch & Nyhus, 2009). Årsakene var mange og sammensatte, og noen ble belyst gjennom en undersøkelse gjennomført av NIFU STEP i 2005 (Markussen, Lødding, Sandberg, & Vibe, 2006). De intervjuet 40 elever

som hadde avbrutt yrkesfaglig opplæring i løpet av de to første årene<sup>1</sup>. Skoletretthet ble oppgitt som en viktig grunn til at elevene sluttet, og for mye teori og lite praktisk arbeid ble oppgitt av flere som problematisk (Kunnskapsdepartementet, 2009).

Opplevelsen av mye teori i yrkesfaglig opplæring kan ha vært et resultat av forrige læreplanreform fra 1994. Reform 94 hadde blant annet som mål om at det skulle bli lettere å oppnå generell studiekompetanse gjennom yrkesfagopplæringen. Fellesfagene norsk, engelsk, matematikk, samfunnsfag og naturfag ble derfor styrket i reformen. Evalueringer av Reform 94 viste imidlertid at opplæringen i fellesfagene var for lite yrkesrettet, noe som rammet spesielt de elevene som i utgangspunktet slet med fellesfagene (Kunnskapsdepartementet, 2016). Ved innføringen av læreplan for Kunnskapsløftet i 2006, var det fortsatt relativt lavt fokus på yrkesretting av fellesfagene, se for eksempel læreplanen i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2006b). I etterkant har yrkesrettingen fått stadig større fokus.

Frafallsproblematikken i yrkesfagopplæring ble møtt med spørsmål om hva som kunne gjøres for å øke gjennomføringen. Solheim (2009) hevdet at:

Yrkesretting av fellesfagene vil være viktig for å holde motivasjonen oppe og ikke minst for å sikre at skolen passer for flere. Det å gjøre opplæringen mer praktisk og erfaringsnær kan være en god strategi for å få flere til å henge med og nå sine kompetansemål. (s. 30)

Med en liknende grunntanke om at mer erfaringsnære fellesfag kunne bedre motivasjon og gjennomføring i yrkesopplæringen, ble læreplanene i 2010 justert noe for å bedre tilrettelegge for yrkesretting, og et krav om yrkesretting av fellesfagene kom med forskrift til opplæringsloven (Endr i opplæringsforskrifter, 2010). Videre igangsatte Kunnskapsdepartementet tiltaket FYR-prosjektet i perioden 2011-2017. FYR står for [F]ellesfag, [Y]rkesretting og [R]elevans<sup>2</sup>. Sentralt i FYR-prosjektet for matematikkfaget var utvikling av yrkesrettede undervisningsopplegg og styrking av samarbeidet mellom matematikklærere og programfaglærere – altså var dette et praksisnært tiltak. Gjennom yrkesretting og relevans skulle elevenes motivasjon økes og det skulle bli lettere for elevene å se nytteverdien av fellesfagene

---

<sup>1</sup> Til vanlig er opplæringsløpet fireårig, med to år i skole og påfølgende to år med opplæring i bedrift.

<sup>2</sup> Det er behov for å definere begrepet relevans. I FYR-prosjektet var relevans å møte elevene på en slik måte at faget de lærer oppleves som nyttig, interessant og viktig for dem (Kunnskapsdepartementet, 2016, s. 56). Når jeg bruker ordet relevans generelt her, legger jeg denne meningen i begrepet.



(Utdanningsdirektoratet, 2014). Yrkesretting og relevans har altså vært et sentralt mål det siste tiåret - parallelt i tid med mitt eget arbeid.

Det må nevnes at selv om yrkesretting ble innført som et krav i løpet av virkeperioden til læreplanen for Kunnskapsløftet, har alle yrkesfaglige studieprogram hatt den samme læreplanen i faget matematikk 1Y-P. Det vil si at for eksempel elever på helse- og oppvekstfag og elever på bygg- og anleggsteknikk har fulgt samme læreplan i matematikk med de samme kompetansemålene. Det har altså ikke vært skreddersydde kompetansemål for de ulike yrkesfaglige studieprogrammene før dette ble innført med den nye læreplanen, Fagfornyelsen, høsten 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Selv om yrkesretting og relevans var sentrale begreper i offentligheten, var det fortsatt uklart for meg hva det faktisk kunne bety å gjøre matematikkfaget relevant for elevene på bygg- og anleggsteknikk. Hva kunne gjøres for at faget skulle oppleves som nyttig, interessant og viktig for elevene? Jeg ønsket mer informasjon om både matematikkfaget og programfagene (fagene med bygg- og anleggsteknisk innhold) som elevene møtte i skolen. En grunnantagelse jeg hadde var at informasjon om virkelige praksiser i programfagene, kunne gi informasjon om hvordan matematikken kunne gjøres mer relevant for elevene. På et tidspunkt var planen å utforske både matematikkfag, programfag og kontekster utenfor skolen. Jeg måtte imidlertid avgrense studien til matematikkfaget og programfagene i skolen av tidsmessige og praktiske årsaker. Et element som støttet avgrensningen var at programfagene og det praktiske arbeidet i skolens verksted var fellesnevneren for elevenes erfaringsgrunnlag med bygg- og anleggstekniske praksiser. Jeg antok at programfagene, med arbeidet i skolens verksted, var med å danne grunnlaget for elevenes oppfatning av yrkespraksis, og videre at forestillingene de fikk av yrkespraksisen gjennom programfagene var med på å informere deres oppfatning av relevans i andre sammenhenger, som for eksempel i matematikkfaget.

Med interesse og nysgjerrighet knyttet til hvordan matematikkfaget bedre kunne tilpasses elever på BA, ble prosjektbeskrivelse utarbeidet og PhD-arbeidet igangsatt. Målet med studien ble formulert på et tidlig stadium i prosjektplanleggingen. Formuleringen lød:

*Gjennom å utforske de ulike lærings situasjonene i programfagene og i matematikkfaget, skal studien gi lærere og beslutningstagere informasjon som*

*kan bidra i videreutvikling av passende pedagogiske praksiser for yrkesrettet matematikkundervisning i utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk.*

Jeg bestemte meg for å utforske læringssituasjonene i programfagene og matematikkfaget med en kvalitativ tilnærming. Jeg ønsket få innsikt i nåsituasjonen i matematikkopplæringen og samtidig få kjennskap til programfagene og elevenes arbeid og erfaringer i disse. Jeg antok at dette kunne bidra med informasjon som kunne støtte opp om utvikling av relevant matematikkundervisning for elever på bygg- og anleggsteknikk. Noe informasjon om både matematikkfaget og programfagene kunne jeg finne i læreplaner og lærebøker, men med sterkt ønske om å utforske virkelig praksis og hvordan undervisning og læring utspilte seg i klasserommet, valgte jeg en mer praksisnær tilnærming. Datainnsamlingen som ligger til grunn for min studie ble gjennomført skoleåret 2012-2013.

## **1.2 Teoretisk posisjonering og forskningsspørsmål**

Tidlig i studien var fokuset på å finne ut hvordan matematiske ressurser ble brukt i de to fellesskapene klasserom og skolens verksted, og hva som var likt og hva som var ulikt i bruken av disse ressursene. Jeg visste fra før at for eksempel tømrere bruker 3-4-5-regelen som stammer fra Pytagoras for å avgjøre om en vinkel er rett, og jeg visste at de brukte trappeformelen for å konstruere trapper som er behagelige å gå i. Kunne jeg finne flere slike ressurser og eventuelt observere forskjeller i hvordan de ble introdusert og brukt i matematikk-klasserom sammenliknet med i skolens verksted? Fra litteraturen var jeg inspirert av blant annet Carraher, Carraher og Schliemann (1985) sin redegjørelse for gateselgeres effektive salgsberegninger som skilte seg fra skolematematiske, Pozzi, Noss, og Hoyles (1998) sin redegjørelse for sykepleieres medikamentberegninger og formelbruk i egen praksis, og J. Williams og Wake (2007b) sin drøfting av hvordan studenter med sin skolematematiske bakgrunn strevde med å forstå grafer produsert i en virkelig laboratoriesetting. Jeg var også inspirert av blant annet Evans (2000) sin behandling av hvordan man kan legge til rette for overføring (eller oversettelse som han omformulerer til) av matematikk fra skolekonteksten til yrkesliv og hverdagsliv. Imidlertid ble fokuset endret tidlig i studien, da jeg observerte store karakterforskjeller mellom matematikkfaget og programfagene. Relativt raskt ble det tydelig at måtene elevene fikk mulighet til å delta på, og faktisk deltok på, var vesensforskjellig i matematikk-klasserom og verksted. For eksempel var det store forskjeller i hvordan idéer entret fellesskapene,

hvordan elevene arbeidet med oppgaver og oppdrag, og det var forskjeller i målet med opplæringen. Dette gjorde at jeg utvidet mitt innhold i begrepene yrkesretting og relevans. Jeg utviklet en forståelse for at yrkesretting og relevans ikke bare betyr en yrkesretting i innhold, men også yrkesretting i form av praksiser eller arbeidsmåter.

Videre ledet dette til en søken etter teori som kunne belyse likheter og ulikheter i praksisene i matematikk-klasserommet og i verkstedet. Jeg hadde også behov for en teori som gjorde det mulig for meg å adressere elevenes relasjon til de ulike praksisene. Situative perspektiver generelt (Greeno et al., 1996) og mer konkret Wenger (1998) sin *Communities of Practice* er brukt som teoretisk rammeverk i denne avhandlingen. Ifølge Wenger (2000, s. 229) er praksisfellesskapene de grunnleggende byggesteinene i sosiale læringsfellesskap. Jeg anser heretter *verkstedet* (der de to programfagene ble utøvd) og *matematikk-klasserommet* som to ulike praksisfellesskap. Disse praksisfellesskapene er ifølge Wenger (1998) sosiale "beholdere" med kompetanse som sammen utgjør læringssystemet. Ved å delta i disse ulike fellesskapene, definerer deltagerne sammen hva som utgjør kompetanse den spesifikke konteksten. Dermed vil kompetanse i denne studien, og hva det vil si å være kompetent, være ulikt definert i ulike kontekster. Wengers begreper hjalp meg å begrepliggjøre observerte likheter og ulikheter i de to praksisene. Samtidig hjalp Wengers identitetsbegrep meg til å belyse elevenes ulike relasjon til fellesskapene, som også spiller en viktig rolle i læring.

I denne studien ble det tidlig klart at det som ble konstruert som "å være kompetent" i verkstedet og det som ble konstruert som "å være kompetent" i matematikk-klasserommet, hadde flere ulikheter. Kanskje dette ikke er så overraskende i og med at jeg utforsker svært ulike fagdisipliner, med ulike historier og ulike mål? Likevel vil jeg hevde at det er viktig for lærere og beslutningstagere som ønsker å gjøre matematikkundervisningen mer relevant for elevene, å være oppmerksom på mulige likheter og motsetninger i hva kompetent deltagelse kan bety i matematikk-klasserom og verksted. Kompetansebegrepet har hjulpet meg å adressere forskjeller i læringssituasjonene som ble tydelige tidlig i datainnsamlingsprosessen.

Forskningsspørsmålet som til sist ble stilt i analysen av rådataene ble dermed formulert som:

- *Hva betyr det å være kompetent i de to fellesskapene verksted og matematikk-klasserom i den klassen jeg undersøker?*

Besvarelsen av forskningsspørsmålet i de to ulike fellesskapene matematikk-klasserom og verksted, er framstilt som to ulike caser i avhandlingen. Etter at besvarelsen er presentert for hvert fellesskap, gjør jeg en analyse på tvers av de to casene hvor jeg drøfter følgende forskningsspørsmål:

- *I et situativt perspektiv, hvilke konsekvenser kan kompetansekonstruksjonene ha*
  - for elevenes kunnskap og læring og*
  - for deres identitetsrelasjon til fellesskapene?*

Til slutt avhandlingen vil jeg kort drøfte resultatenes pedagogiske implikasjoner med følgende utgangspunkt:

- *Hva betyr det å gjøre matematikkundervisningen relevant for elever på utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk?*

### **1.3 Metode**

Studien er posisjonert i et *konstruksjonistisk* forskningsparadigme, også referert til som konstruktivistisk (Creswell, 2013; Guba & Lincoln, 1994; Mertens, 2014). Dette innebærer at jeg har tatt en ontologisk posisjon forbundet med *relativisme* (Guba & Lincoln, 1994) der lærings situasjonene som jeg har observert er ansett som avhengige av deltager, tid og kontekst. Epistemologisk antar jeg en *subjektivistisk* posisjon der den kunnskapen som jeg rapporterer er basert på samhandlingen mellom mine informanter og meg selv som forsker. Kunnskapen er dermed subjektiv, da jeg må anerkjenne at det til slutt er min egen virkelighetskonstruksjon som rapporteres.

Praktisk har jeg i denne studien fulgt en hel skoleklasse med 14 elever fra utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk, Vg1, gjennom ett skoleår, skoleåret 2012-2013. Jeg observerte elevene i undervisningen i programfagene (altså bygg- og anleggstekniske fag) og i matematikkfaget. Jeg har i hovedsak brukt datainnsamlingsmetoder som observasjoner av klasseromssituasjoner, intervjuer med elever og lærere og innsamling av elevarbeid. Jeg definerte fellesskapet i verkstedet og i matematikk-klasserommet som to forskjellige case (Merriam, 2009; Stake, 1994), og

jeg søkte svar på forskningsspørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent (...)?” for hvert av de to fellesskapene. Datamateriale for hvert fellesskap ble innsamlet, og kategorisert og analysert med en variant av konstant komparativ analysemetode (Corbin & Strauss, 2008). Jeg skrev så opp hvert resultatene fra hvert fellesskap, matematikk-klasserom og verksted, strukturert etter de hovedkategoriene og underkategoriene som vokste fram av analysen. Jeg har kalt dette for *deskriptiv analyse* (Postholm, 2010). Videre gjorde jeg en analyse på tvers av casene, der jeg har tatt utgangspunkt i situative perspektiver og hovedsakelig Wenger (1998) sin sosiale praksisteori til å drøfte hvilke konsekvenser kompetansekonstruksjonene som ble dannet i den deskriptive analysen, kan ha hatt for elevenes kunnskap og læring, og deres relasjon til fellesskapene (se andre forskningsspørsmål i delkapittel 1.2). Denne delen har jeg kalt for teoretisk analyse (Postholm, 2010). Til slutt har jeg drøftet kort hva det kan bety å gjøre undervisningen relevant for elever på bygg og anleggsteknikk, med utgangspunkt i den deskriptive og den teoretiske analysen.

## **1.4 Ytre rammebetingelser - læreplanen**

I matematikk fulgte elever og lærere planen MAT1-03 (gjeldende 01.08.2010 til 31.07.2013). Denne planen var styrende for matematikkfaget i grunnskolen 1. – 10. trinn og for de obligatoriske matematikkfagene i videregående skole – altså for det vi kaller fellesfaget matematikk. I innledende del av planen, med overskriften «Formål», er det noen målformuleringer jeg vil trekke fram, som kan gi oss bakgrunn for å fortolke det man observerer i matematikktimene. For det første, står det:

Solid kompetanse i matematikk er [...] en forutsetning for utvikling av samfunnet. Et aktivt demokrati trenger borgere som kan sette seg inn i, forstå og kritisk vurdere kvantitativ informasjon, statistiske analyser og økonomiske prognoser. På den måten er matematisk kompetanse nødvendig for å forstå og kunne påvirke prosesser i samfunnet. (Utdanningsdirektoratet, 2010)

Læreplanen vektla altså demokratispektet, at man skal utdanne kompetente og kritiske borgere. Elevene hadde 10 år bak seg i grunnskolen, med generell matematikk. De hadde nå valgt studieretningen bygg- og anleggsteknikk, men matematikkfaget hadde samme generelle formål som i grunnskolen. Demokratispektet var viktig. Imidlertid fant man under «Formål» også følgende formulering som går på den enkeltes kompetanse:

Kompetanse i matematikk er ein viktig reiskap for den einskilde, og faget kan leggje grunnlag for å ta vidare utdanning og for deltaking i yrkesliv og fritidsaktivitetar. (Utdanningsdirektoratet, 2010, s. 2)

Først ble det altså vektlagt at utdanningen skulle gi grunnlag for å ta videre utdanning. Matematikkfaget i Vg1 skulle være en del av den matematikkpakken som kunne lede til generell studiekompetanse. Videre i formuleringen stod det at faget skulle legge grunnlag for deltagelse i yrkesliv og fritidsaktiviteter. Det var altså formuleringer som ga muligheter for yrkesretting av matematikkfaget. Tross i dette vil jeg påstå at planen hadde et bredt perspektiv. Planens felles målgruppe og formuleringene under "Formål" viste at planen ikke har som hovedfokus å bygge opp under spesifikke yrkesfaglige mål for bygg- og anleggsteknikk.

For Vg1 yrkesfaglige utdanningsprogram hadde elevene to valgmuligheter. Elevene kunne velge matematikk 1T-Y der T betyr teoretisk, eller matematikk 1P-Y der P betyr praktisk. Y betegner at faget er for yrkesfagelever. Begge yrkesfagvariantene hadde en årsramme på 84 timer, og yrkesfagelever kunne avslutte sin matematikkopplæring med én av disse fagene. Variantene 1T-Y og 1P-Y inneholdt en delmengde av kompetansemålene i de studieforbereende utdanningsprogrammernes matematikkfag. Dermed kunne elever med yrkesfaglig bakgrunn bygge på 1T-Y eller 1P-Y med et påbygningskurs (årsramme 140 timer) for å senere oppnå generell studiekompetanse. Siden kompetansemålene for yrkesfagene var en delmengde av kompetansemålene på studiespesialisering, sier det seg selv at heller ikke kompetansemålene var yrkesspesifikke.

I matematikk-klassen jeg fulgte valgte alle elevene 1P-Y varianten.

Kompetansemålene for 1P-Y som gjaldt den gang, er gjengitt i Tekstboks 1-1. Det er viktig å presisere at begrepet kompetansemål slik det er brukt i læreplanene i Norge, refererer til mer innholdsmessige mål (se kulepunktene under) og inneholder ikke samme bredde som for eksempel kompetansebegrepet i det danske KOM-prosjektet beskrevet av Niss og Jensen (2002).

### **Tall og algebra**

*Mål for opplæringa er at eleven skal kunne*

- gjøre overslag over svar, rekne med praktiske oppgåver, med og utan tekniske hjelpemiddel, og vurdere kor rimelige resultat er
- tolke, tilarbeide, vurdere og diskutere det matematiske innhaldet i skriftlege, munnlege og grafiske framstillingar
- tolke og bruke formlar som gjeld daglegliv, yrkesliv og programområde
- behandle proporsjonale og omvendt proporsjonale storleikar i praktise samanhengar

### **Geometri**

*Mål for opplæringa er at eleven skal kunne*

- bruke formlikskap, målestokk og Pytagoras' setning til berekningar og i praktisk arbeid
- løyse praktiske problem som gjeld lengd, vinkel, areal og volum
- rekne med ulike måleiningar, bruke målereiskapar, og vurdere målenøyaktigheit
- tolke og framstille arbeidsteikningar, kart, skisser og perspektivteikningar knytte til yrkesliv kunst og arkitektur

### **Økonomi**

*Mål for opplæringa er at eleven skal kunne*

- rekne med prisindeks, kroneverdi, reallønn og nominell lønn
- gjere lønnsberekningar, budsjettering og rekneskap ved hjelp av ulike verktøy
- berekne skatt og avgifter
- undersøkje og vurdere forbruk og ulike høve til lån og sparing ved hjelp av nettbaserte forbrukskalkulatorar

**Tekstboks 1-1 Kompetansemål 1P-Y i Kunnskapsløftet (Utdanningsdirektoratet, 2010)**

## **1.5 Avhandlingens struktur**

Jeg har bygd opp avhandlingen på følgende måte: Etter innledningen i innværende kapittel, vil jeg i kapittel 2 gi en kort oversikt over yrkesfaglig matematikk i Norge og oppsummere litteratur om matematikk i og for yrke som er relevant for mitt arbeid. Videre redegjør jeg for min teoretiske posisjonering i kapittel 0. Her begynner jeg med å gi en introduksjon til læring som situert, sosial og distribuert. Så gjør jeg rede for deler av Wenger (1998) sitt praksisbegrep og identitetsbegrep som har vært relevante i

analysearbeidet. I tillegg introduserer jeg begreper som *agens* (Pickering, 1995) og *ansvar* (Gresalfi, Martin, Hand, & Greeno, 2009) som også har vært viktige i analysen. I kapittel 4 gjør jeg rede for studiens metodologi. Jeg begrunner posisjoneringen av studien ontologisk, epistemologisk og metodologisk og jeg gjør rede for design, forskningssted, datainnsamling og analyse. Til slutt gjør jeg noen etiske betraktninger. I kapittel 5 presenterer jeg matematikk-klasserommet, og hva det betyr å være kompetent i dette fellesskapet, og i kapittel 6 gjør jeg det samme for verkstedet. Kapittel 5 og kapittel 6 er resultatene av den deskriptive analysen. I kapittel 7 gjør jeg en teoretisk analyse på tvers av casene matematikk-klasserom og verksted. Jeg drøfter det andre forskningsspørsmålet - hvilke konsekvenser kompetansekonstruksjonene kan ha for elevenes kunnskap og læring og deres identitetsrelasjon til fellesskapene, i et situativt perspektiv. Til slutt, i kapittel 8, sammenstiller jeg kort resultatene fra forskningsarbeidet og forsøker å besvare hva det betyr å gjøre matematikkundervisningen relevant for elever på bygg- og anleggsteknikk med utgangspunkt i mine resultater.



## 2. Matematikk i og for yrke – en litteraturoversikt

It seems impossible to analyze education – in schooling, craft apprenticeship, or any other form – without considering its relations with the world for which it ostensibly prepares people (Lave, 1988, s. xiii)

Lave (1988) fokuserer i sin en gang nyskapende bok ”Cognition in practice” på blant annet matematisk problemløsning i hverdagslivet, og hvordan denne problemløsningen skiller seg fra problemløsning i skolematematikken. Hun hevdet at tidligere var hovedvekten av forskning med fokus på problemløsning gjennomført i laboratoriesettinger. I innledningen til ”Cognition in practice” fremmer hun et budskap om at analyse av utdanning må sees i sammenheng med verden utenfor skolen, den verdenen som elevene skal forberedes på. Fortsatt er majoriteten av matematikdidaktisk forskning gjort i relativt lukkede settinger i skolekonteksten der det fokuseres på mer generell matematikk-kompetanse (Bakker, 2014), men det har også dannet seg et fagfelt som ser matematikk og arbeidsliv i sammenheng. Bakker delte dette forskningsfeltets fokus grovt inn i to kategorier (a) matematikk brukt i arbeidslivet mer isolert sett (matematikk *i* yrke) og (b) matematikk i overgangssituasjoner mellom skole og arbeid (for eksempel i yrkesutdanning, altså matematikk *for* yrke). Han hevdet den gang at den første delen av dette forskningsfeltet dominerte kraftig, og at lite var kjent om yrkesutdanning der matematisk kunnskap *for* yrke utvikles. Imidlertid har det vært en positiv utvikling også i forskning på matematikk *for* yrke siden den gangen. I den foreliggende studien, der fokuset er på matematikk i yrkesfaglige studieprogram, vil både forskning som karakteriserer matematikk i yrke og forskning på tvers av skole og yrke være viktige kilder.

For å få min egen oppdaterte oversikt over forskningsfeltet i avsluttende fase av avhandlingen, gjorde jeg søk i tidsskriftene Educational Studies in Mathematics, International Journal of Mathematics Education in Science and Technology, International Journal of Science and Mathematics Education, Journal of Mathematics Teacher Education, Journal for Research in Mathematics Education og Mathematical Thinking and Learning. Jeg brukte søkeord som ”vocational mathematics”, ”mathematics for work” og ”workplace mathematics” og leste over de nyeste artiklene som framstod relevante ut fra sammendragene (abstracts). Noe har jeg valgt å holde utenfor eget fokus. For eksempel viste det seg at en del av søkeresultatene var

forskning på den spesifikke overgangen fra lærerutdanning til læreryrket. Siden mitt forskningsfokus er på yrkesfaglige studieprogram i videregående skole, vurderte jeg denne forskningen som mindre relevant akkurat for min studie. I arbeidet med å finne mønster i relevante artikler brukte jeg Nvivo til å kategorisere relevant innhold i artiklene. Jeg kom fram til ulike kategorier som ble ordnet visuelt i et kart og som deretter ble brukt til å disponere dette litteraturkapittelet. Kategoriene i kartet kunne sorteres inn under Bakkers hovedinndeling matematikk *i* yrke og matematikk *for* yrke, og jeg har valgt å holde meg til denne hovedinndelingen. I tillegg til litteraturen fra nylige litteratursøk supplerte jeg oversikten i Nvivo, og dermed denne litteraturoversikten, med å kode funn i litteratur som jeg har blitt kjent med gjennom hele prosjektprosessen. Kategorioversikten som ble dannet er brukt som struktur i følgende litteraturgjennomgang. I slutfasen viste det seg imidlertid at søkene jeg hadde gjort ikke var tilstrekkelige for å dekke forskningsfeltet rundt yrkesfagmatematikk. Jeg utvidet derfor litteratursøket i slutfasen og fant relevant forskning i for eksempel *Vocations and Learning*, *Adults Learning Mathematics* og *Journal of Vocational Education and Training*. Til slutt har jeg supplert med Internettsøk.

## **2.1 Matematikk i yrke**

Jeg antar at et mål med matematikk i yrkesutdanningen, skal være å styrke elevene i kommende yrke, eller legge grunnlag for å delta i et yrkesliv slik det heter i læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2010). Jeg antar videre at overføring fra generell matematisk kunnskap i skolen til anvendelse av matematikk i arbeidsliv i beste fall er problematisk (Evans, 2000; Lave, 1988). Da må opplæringen i skolen sees i sammenheng med den verdenen utenfor skolen som elevene skal forberedes på (Lave, 1988; Noss & Hoyles, 1996). Dette må være spesielt viktig for elever på yrkesfaglige studieprogram. Analyser av hvordan matematikk brukes i arbeid er nødvendig for å informere drøftinger av hvordan matematikk i skolen best kan styrke elevene i fremtidig yrke. En rekke studier er gjennomført i ulike yrkeskontekster, og jeg vil her gi en oversikt over de karakteristikkene som gis av matematikk i yrke. Først vil jeg imidlertid gi en kort introduksjon til tre studier, slik at kontekstene fra disse kan brukes for å eksemplifisere karakteristikkene videre.

### 2.1.1 Eksempler – tre studier av matematikk i yrke

Boistrup og Gustafsson (2014) hadde som mål å analysere og å forstå arbeidskompetanser i arbeid som inneholder matematikk, og hadde spesielt fokus på måling i sin forskning. De undersøkte praksiser for arbeidere som lastet paller på trailere og sykepleiere som arbeidet med bandasjering på en klinikk. For eksempel fant de at både de som arbeidet med lasting av trailere og sykepleierne brukte andre målemetoder enn i skolen. Dette innebar arbeidsplass-spesifikke måleenheter (som for eksempel ”paller”) og *ikke* standardiserte måleenheter. De uformelle og arbeidsspesifikke målemetodene var nøyaktige nok og effektiviserte arbeidet i situasjonene arbeiderne befant seg i. Dessuten var aspekter som at kunden skulle være fornøyd styrende for aktiviteten. Dette innebar å gjøre en god jobb, og å samtidig ikke bruke for mye tid. Økt tidsbruk var forbundet med økte kostnader.

Magajna og Monaghan (2003) undersøkte i sin forskning i hvilken grad ulike arbeidsplasser og verktøy påvirket karakteren til matematiske praksiser. Mer spesifikt utforsket de CAD/CAM-teknikerens arbeid med å designe og produsere støpeformer til glassindustrien. Støpeformene skulle brukes i produksjon av glassflasker. De fant at teknologien (CAD/CAM) i høy grad styrte arbeidsprosessen. De fant videre at arbeiderne hadde en god forståelse av volumbegrepet, og at de også brukte annen matematikk fra skolen som lineære likninger, trigonometri og Pytagoras’ læresetning. Imidlertid ble matematikken brukt ”as is”. Den ble brukt slik den var - som ”frosset inn” i formler og håndbøker. Ved tilfeller der det oppstod feil i volumberegningene, referert til som ”breakdown”, ble ikke de matematiske metodene utsatt for diskusjon eller modifikasjon. Arbeiderne valgte heller å unngå problemet ved å velge en annen modell eller ved å bruke en teknologisk løsning for å overvinne problemet. De matematiske modellene ble altså brukt kritisk med tanke på helheten og det ferdige produktet, men modellene i seg selv ble ikke utsatt for kritisk refleksjon.

Forskningen til Magajna og Monaghan (2003) fokuserte på hvordan verktøyene former matematisk problemløsning, noe som også var fokuset til Pozzi et al. (1998). Pozzi et al. undersøkte matematiske praksiser i sykepleien i forbindelse med to aktiviteter, medisiner og overvåking av væskebalanse. I forbindelse med medisiner hadde sykepleierne lært å bruke en generell omregningsformel, men forskerne fant at sykepleierne brukte spesialtilpasninger av formelen på ulike medisiner. Disse fungerte meget effektivt i praksis. En annen episode diskutert viste hvordan en sykepleier som var ny på arbeidsplassen og en etablert sykepleier diskuterte et skjema for overvåking

av væskebalanse og beregning av væskedosering for neste tidsperiode. Som følge av at den nye sykepleieren stilte spørsmål om skjemaet og dets funksjonalitet, oppstod det en situasjon der strukturen bak skjemaet ble gjenstand for diskusjon og meningsskaping. Pozzi et al. konkluderte med at verktøy i arbeid kan forme aktiviteten, men at de ikke strukturerer den fullstendig. Samtidig konkluderte de med at det i såkalte ”breakdown”-situasjoner var behov for å forstå de matematiske strukturene bak verktøyene som er i bruk. Mens Magajna og Monhagans arbeid viste at arbeiderne i ”breakdown”-situasjoner unngikk granskning av de matematiske modellene som ga gale resultat ved å bruke teknologi eller andre metoder, viste altså Pozzi et al. at sykepleiere i ”breakdown”-situasjoner løftet fram de underliggende strukturene.

De tre studiene gir en dybdeinnsikt i aktiviteter på spesifikke arbeidsplasser, og er vist her for å gi innsikt i slik forskning. Hvis studiene skal ha relevans utover kunnskapen de gir om de helt spesifikke praksisene, må det være fellestrekk i flere slike studier. Min analyse av artikler om matematikk i yrke, viser noen vesentlige trekk ved matematikk på arbeidsplassen:

- Matematikken er, og blir kanskje mer og mer, usynlig i mange arbeidspraksiser.
- Matematikken er formet av lokal teknologi og lokalt miljø.
- Matematikken har andre funksjoner og mål enn i skolen.

### **2.1.2 Usynlig matematikk i yrke**

Et mønster i forskningen gjort er at matematikken i arbeid ofte beskrives som usynlig. Boistrup og Henningsen (2016) har gjort en reanalyse av datamateriale fra PIAAC, en internasjonal vurdering av voksnes kompetanser gjennomført av OECD, med fokus på lesing, tallforståelse og problemløsning. Boistrup og Henningsens analyse viser at voksne selv hevder de ikke bruker så mye matematikk i yrke annet enn grunnleggende tallregning og prosent. Imidlertid finner Boistrup og Henningsen at spørsmålene i PIAAC ikke reflekterer matematikk *som del av komplekse yrkessituasjoner*, men heller at spørsmålene reflekterer skolematematikk. Dermed kan datamaterialet fra PIAAC gi et skjevt bilde. Keogh, Maguire, og O'Donoghue (2015) belyser en budbilsjåførs arbeid. Arbeidet til budbilsjåføren viser at han bruker et spekter av matematiske begreper som han selv ikke er klar over å berøre. Matematikken i bruk utenfor skolen

kan vise seg så forskjellig fra den i skolen, at yrkesutøverne ikke gjenkjenner den som matematikk. Litteraturen jeg har gått igjennom viser at matematikken i yrkeskontekster kan være skjøvet ut fra oppmerksomheten til arbeideren og usynliggjort gjennom (i) at den er bakt inn i materielle verktøy, (ii) at den er innbakt i prosedyrer eller (iii) den organisatoriske arbeidsfordeling på arbeidsplassen (Straesser, 2000). Tilsvarende dimensjoner av usynlighet kommenteres også av J. Williams og Wake (2007a), Wedege (2010) og Smith (2002). At (i) matematikk er bakt inn i materielle verktøy sees som en økende tendens som knyttes til teknologisk utvikling. For eksempel viser Straesser (2002) en slik utvikling innenfor salg av varer i løsvekt. Tidligere ble varer veid, og prisen regnet ut ved hjelp av proporsjonalitetsmodellen manuelt. I dag brukes oftest digitale vekter som gjør beregningene og gir brukeren prisen direkte. Dermed blir proporsjonalitetsmodellen skjult fra oppmerksomheten til brukeren. Eksempel på at (ii) matematikken er innbakt i prosedyrer omtalte jeg i Pozzi et al. (1998) sin studie av sykepleierpraksisen. I sykepleiernes bruk av medisindosering brukte de spesialtilpassede omregningsformler til ulike medisiner. Disse gjorde det enkelt og svært effektivt å komme fram til riktig dose av medisinen uten bruk av den generelle matematiske formelen. Når det gjelder (iii) viser J. Williams og Wake (2007a) eksempler på hvordan arbeidsdeling på arbeidsplassen skjuler matematikken fra oppmerksomheten til deler av arbeidsstaben. Blant tre eksempler som gis omhandler ett en ingeniør på et kjemisk anlegg som blant annet har som ansvar å estimere daglig gassforbruk for anlegget. Andre arbeidere leser av målinger, fører disse inn i et skjema og overleverer det til ingeniøren. Ingeniøren har utviklet, og er den eneste som har tilgang til, regnearket, der beregningene gjøres. Arbeidsdelingen gjør matematiske modeller skjult for både overordnede og operatørene på anlegget. Måtene som matematikken skjules fra oppmerksomheten til arbeiderne på reduserer matematiske krav til majoriteten av arbeidere på arbeidsplassen, og posisjonerer kanskje bare noen få til å bruke matematisk kompetanse (Swanson & Williams, 2014). De tre punktene i denne fremstillingen er fokusert rundt ”objektivt usynlig matematikk” (Wedege, 2010). Wedege fokuserer i sitt arbeid på subjektivt usynlig matematikk som i større grad handler om matematikk skjult fra bevisstheten til arbeideren som følge av hans/hennes individuelle selvoppfattelse eller subjektive forståelse av matematikk. Slik subjektiv usynlig matematikk kan knyttes til for eksempel Keogh et al. (2015) sin analyse av budbilsjåførens aktivitet nevnt innledningsvis.

Objektivt usynlig matematikk i yrke omtales teoretisk på flere måter. "Krystallisering" av matematikken omtales av Pozzi et al. (1998). De undersøkte matematiske praksiser i sykepleien og utforsket blant annet sykepleieres overvåking av væskebalanse. En episode, nevnt tidligere, som diskuteres omhandler to sykepleiere, en etablert og en nykommer som bruker et skjema for overvåking av balansen og beregning av væskedosering for neste tidsperiode. Selve skjemaet i bruk er et resultat av noen få eksperters strukturering og behandling av en generell problemsituasjon. Skjemaet blir en krystallisert form av dette ekspertarbeidet (s. 115), og kan brukes, uten større krav til meningsforhandling, av sykepleierne i deres daglige praksis for å overvåke historisk væskeinntak, og sette opp neste periodes væskeinntak. Ifølge J. Williams og Wake (2007a, s. 320) stammer krystalliseringsbegrepet fra CHAT, se for eksempel Engeström (2001), og handler om hvordan prosesser historisk tingliggjøres til artefakter som verktøy, rutiner og språk. Selv bruker Williams og Wake i tillegg begrepet "Blackboxing" som de henter fra Latour. "Blackboxing" refererer, ifølge Williams og Wake sin tolkning av Latour, til at det vitenskapelige og tekniske arbeidet for eksempel bak utviklingen av en maskin, skjules i maskinen når den blir brukt og fungerer som den skal. Brukere trenger kun å fokusere på inndata og utdata, og dermed blir bakenforliggende prosesser usynlige for brukeren (J. Williams & Wake, 2007a, s. 321). Williams og Wake bruker imidlertid "Blackboxing" om skjult matematikk gjennom alle tre dimensjoner nevnt i dette delkapitlet, (i) i materielle verktøy, (ii) i prosedyrer og også (iii) gjennom organisering og arbeidsdelingsfordeling.

### **2.1.3 Matematikk i yrke formet av lokal teknologi og miljø**

Den neste karakteristikken av matematikk i arbeid, er at den ofte er formet av lokal teknologi og lokalt miljø. To studier er klassiske i denne sammenheng, Lave (1988) og Carraher et al. (1985). Lave viste matematikkens situerte karakter med utgangspunkt i blant annet skredderes arbeid i Liberia, dagligvarehandleres regnestrategier og personer som seg sitt beregning av matinntak. Carraher et al. viste hvordan unge gateselgere, i sitt daglige arbeid i Brasil, gjorde salgsberegninger relativt feilfritt med kontekstspesifikke strategier. Tilsvarende lokalt formet matematikk går igjen i nyere litteratur, der disse trekkene er framtrædende: (i) Matematikken i arbeid er gjerne støttet av situasjonell forståelse, (ii) arbeidernes bruk av matematikk er gjerne sentrert om en artefakt som er del av miljøet og (iii) rammebetingelsene og miljøet påvirker problemløsningen.

At (i) matematikk i arbeid er støttet av situasjonell forståelse var et resultat i studiene til Lave og til Carraher et al. nevnt over. Liknende resultat finnes eksempelvis i Pozzi et al. (1998). De utforsket sykepleiernes praksis, der den hyppigst observerte beregningen var knyttet til dosering av medikamenter. Sykepleierne hadde en generell formel som nærmest ble lært som et mantra

$$\frac{\text{mengde du trenger}}{\text{mengden du har}} \cdot \text{volumet det er i.}$$

Trenger sykepleieren å gi 85 mg antibiotika, og han/hun har et glass med medikament med volum 2 ml som inneholder 100 mg virkestoff kan formelen over brukes til å beregne volum medisin som skal gis (s. 108). Innledningsvis i studien forklarte sykepleierne at de gjerne brukte kalkulator sammen med formelen. Imidlertid viste observasjonene av sykepleiernes praksis at de ofte brukte spesifikke regnestrategier for spesifikke medikamenter istedenfor den generelle formelen. En sykepleier ga et eksempel: Du skal dosere Diathanol og konsentrasjonen er 10 mg i 2 ml. Hvis 0,4 mg virkestoff skal gis, må du gi 0,08 ml. Hun beskrev videre sin metode som å ”doble, og sette inn en ekstra null” (s. 110). De medikamentspesifikke strategiene var tidseffektive i praksis. Studien peker videre på at medikamentet i seg selv ga mening for sykepleieren, og økt erfaring med spesifikke medikamenter gjorde at sykepleierne gjorde mindre feil. Gjennom erfaring lærte de seg etter hvert anbefalte doser for ulike pasientvektklasser og betingelser. To poeng er viktige her. Det ene er at sykepleierne utviklet situasjonsspesifikke og effektive prosedyrer, og det andre er at den situasjonelle forståelsen gjorde sykepleierne i stand til å vurdere om beregningene ga korrekte resultat. Et annet eksempel på at matematikk støttes av situasjonell forståelse finnes i Naresh (2015). Her vises hvordan buss-konduktører i Kina brukte konteksten til å innhente, tilpasse og bruke hoderegningstrategier til å gjøre beregninger effektivt ”in situ”.

Videre er det et mønster i at (ii) arbeidernes bruk av matematikk gjerne er sentrert om en artefakt. Ifølge Pozzi et al. (1998) tenker arbeidere sjelden matematisk uten en artefakt som hjelper dem å organisere data eller å beregne. Artefaktene er med på å effektivisere arbeidsprosessen, og er som nevnt i forrige delkapittel ofte med å fjerne deler av de matematiske prosessene fra oppmerksomheten til arbeideren. Matematikk i arbeid er dermed formet av de tilgjengelige artefaktene i miljøet. Masingila (1994) har

fokus på matematiske begreper og prosesser brukt i forbindelse med gulvlegging (legging av teppe, belegg, parkett og flis). Masingila viser hvordan en gulvlegger bruker 3-4-5 regelen, et spesialtilfelle av Pytagoras teorem, som artefakt i sitt arbeid med å legge parkett i et fiskebensmønster (s. 438-440). Håndverkeren trenger en  $90^\circ$  vinkel midt i rommet som utgangspunkt i leggingen. Han finner midtpunktet i rommet og viser oppmåling av lengder på 3 fot og 4 fot i L-form fra sentrum. For å kontrollere om vinkelen i L-formen faktisk blir  $90^\circ$ , måler han opp lengden fra endepunktene i L-formen. Så kontrollerer han om denne blir 5 fot, som han hevder den må være hvis vinkelen i L-formen skal være  $90^\circ$ . Håndverkeren husker ikke den generelle sammenhengen (Pytagoras teorem), men bruker effektivt spesialregelen 3-4-5 som artefakt i sitt daglige arbeid. Matematikken i arbeidet formes av denne, og en generell sammenheng endres til mer til en målingsøvelse på et spesialtilfelle av en rettvinklet trekant. I Pozzi et al. (1998) sin studie var et lokalt væskebalanseskjema en artefakt som gjorde overvåking av historisk væskebalanse og beregninger for fremtidig væskeinntak rutinemessig. Skjemaet tilrettela for sikker informasjonsflyt og kommunikasjon i overvåkningsprosessen, der ulike sykepleiere skiftet på ansvaret for oppgaven. Sykepleierne trengte kun å bruke enkle prosedyrer med enkel aritmetikk for å dokumentere væskebalanse og for å kalkulere videre væskeinntak i samhandling med skjemaet. Skjemaet var et kulturelt produkt som i det daglige strukturerte aktiviteten, men som også skjulte meningen bak de matematiske operasjonene for brukeren. Magajna og Monaghan (2003) viste i sin studie CAD/CAM-verktøyet sin sentrale rolle i volumberegninger i flaskeproduksjonsindustrien. Forskerne observerte seks ulike måter å regne ut volumet på, der teknologi ble brukt på ulike måter. For eksempel kunne volumet av et rotasjonslegeme beregnes ved at arbeideren tegnet en 2D-profil i datasystemet og videre brukte et program til å automatisk beregne volumet av rotert form (s. 110). Forskerne konkluderte med at CAD/CAM-verktøyet praktisk talt strukturerte aktiviteten i arbeidet og at arbeidsmatematikken var uatskillelig koblet med teknologien arbeiderne brukte (s. 119).

Til slutt er matematikk i arbeid preget av at (iii) rammebetingelser og miljø er viktige deler av problemløsningen. Det første aspektet ved dette er at kontekstuelle faktorer (ofte flere og sammensatte) må tas i betraktning når arbeidere løser matematiske problem i dagligliv og yrke. Et godt illustrert eksempel på dette finnes igjen hos Masingila (1994) som observerte følgende rammebetingelser i prosessen med å planlegge og legge ulike gulv: Teppe, belegg, flis eller parkett kommer i visse standardiserte størrelser, teppedeler er rektangulære, teppevev må ligge i samme



retning for alle teppedeler som brukes, trafikkmønsteret som vil være på gulvet må tas i betraktning ved skjøting av tepper, eventuelle mønster i teppet må stemme overens i skjøter, fliser må ligge symmetrisk både lengdemessig og breddemessig fra midten av rommet, smaleste mulige ”fylldel” inntil vegg er 6 tommer (for at belegget skal ligge stabilt) (s. 436). Masingila er kritisk til at skolematematikk for ofte mangler konteksten som i arbeidslivet er en stor del av problemløsningen. Et relatert poeng fra Masingila er at arbeidere er ute på forskjellige oppdrag og de møter stadig nye utfordringer under varierte betingelser. Dette gjør at de må være fleksible og tilpasningsdyktige i sin problemløsning. Det andre aspektet av kategorien (iii) rammebetingelser og miljø er effektivitet. Problemløsning i arbeidslivet styres gjerne av økonomi og tid (Magajna & Monaghan, 2003; Masingila, 1994). Teppeleggerne hos Masingila var i anbudsfasen av teppeleggingen opptatt av økonomi for å gi et konkurransedyktig tilbud, samtidig som de ville unngå underskudd i prosjektet. Med utgangspunkt i at for eksempel teppene kom i visse bredder, tegnet de opp mulige løsninger (plantegninger) for sammensetning av teppebiter under gitte rammebetingelser. Et hensyn er å la minst mulig teppe gå til spille. I anbudsfasen vises det også til at målinger gjøres med tanke på tid og kostnadseffektivitet. Anslag som er ”gode nok” gjøres for å begrense for eksempel tidsbruken i anbudsarbeidet. Boistrup og Gustafsson (2014), som fokuserte på måling i arbeid, viste hvordan uformelle målemetoder som paller (i forbindelse med lasting) og armlengder (i forbindelse med oppmåling av bandasje for sykepleiere) fungerte som målemetoder ”gode nok” og bidro til effektiv arbeidsutførelse i yrkene de observerte. Over tid har arbeidskulturene utviklet måter å utnytte miljøet på slik at problemer kan løses mest mulig effektivt. Effektivitetshensyn (økonomi og tid) setter altså rammer for den matematiske problemløsningen i arbeid.

#### **2.1.4 Matematikk i arbeid har andre funksjoner og mål**

Matematikk i arbeid har gjerne andre formål enn i skolen. Litteraturen viser for eksempel at matematikk et middel for å laste en lastebil effektivt (Boistrup & Gustafsson, 2014), kan være et middel for å produsere et ønsket produkt - for eksempel former til flaskeproduksjon med spesifikt volum (Magajna & Monaghan, 2003) eller produksjon av møbler (Saló i Nevado & Pehkonen, 2018), eller sikre at en pasient får riktig væsketilførsel etter en transplantasjon (Pozzi et al., 1998). Et fellestrekk er at hovedmålet ikke er å lære matematikk, men som FitzSimons (2013) beskriver heller å få jobben gjort så effektivt som mulig og å tilfredsstille kunder, arbeidsgivere, aksjonærer, pasienter, tilhørere osv. Bessot (2000) hevder at

matematikeren leter etter sannhet, mens arbeideren søker maksimal effektivitet. Pozzi et al. (1998) skriver om væskebalanseskjemaet til sykepleierne at det ble utviklet for å overvåke pasientens tilstand, ikke for å lære matematikk. Matematikk i flere arbeidssituasjoner er skjult for arbeiderene (usynlig) og den er vevd sammen med teknologi og miljø fordi det som teller er å effektivt komme fram til resultatet eller produktet – det er ikke matematikken i seg selv som er i fokus (Pozzi et al., 1998).

Saló i Nevado og Pehkonen (2018) har fulgt fire finske møbelsnekkere i arbeid, og viser at arbeiderne stadig står i situasjoner der de må løse problemer de aldri har løst før. I for eksempel produksjon av en ny møbelmodell, står de i både kreative prosesser med nyskaping og i ulike større eller mindre problemløsningssituasjoner der det viktigste er å finne en brukbar løsning. Det viste seg at bruk av matematikk, som for eksempel trigonometri, hjalp enkelte arbeiderne å løse problemer mer effektivt - både med hensyn på materialbruk og tid. Forskerne foreslår at håndverksmessig og faglig dyktighet, kreativitet, effektive problemløsningsferdigheter sammen med mer enn grunnleggende matematikkompetanse kan hjelpe møbelsnekkerne å møte arbeidsmarkeder i stadig endring.

J. Williams og Wake (2007b) viser hvordan de ulike målene for matematikk i skole og matematikk i arbeid fører til problemer i overgangssituasjonen mellom kontekstene. Forskerne følger elever utplassert i et laboratoriemiljø og viser at elevene har problemer med å forstå grafer produsert i arbeidskonteksten. Grafene i laboratoriet ser annerledes ut enn de skolematematiske, gjerne glatte grafene, med kun én enhet på hver akse. Forfatterne trekker eksempelvis fram at grafene har ulike meninger i de ulike kontekstene skole og arbeid. I skolen kan meningen med graf-bruk for eksempel være å støtte opp om funksjonsbegrepet og å vurdere elevenes funksjonsforståelse. Grafen i laboratoriet er på den annen side vevd inn i arbeidskulturen, og har spesialdesignede egenskaper for å hjelpe arbeideren å diagnostisere en bestemt situasjon. I laboratoriet kjenner den erfarne arbeideren situasjonen godt, og måleenheter og størrelser gir mening. J. Williams og Wake (2007b) viser hvordan grafene fra kjemilaboratoriet og grafene elevene har møtt i skolen er vesensforskjellige (s. 328) og har forskjellig funksjon, noe som fører til at elevene har problemer med å gi mening til laboratoriegrafene. Deres studie gir et eksempel på at grafene i skolematematikken er ideelle og fremmer mål knyttet til læring av funksjonsbegrepet, mens grafen i laboratoriet er kompleks, vevd sammen med mening fra laboratoriesettingen og har mer pragmatiske mål.

Litteraturen i min oversikt tegner et bilde av at matematikk i yrke ofte er usynlig, sentrert om artefakter og at den har andre mål og funksjoner enn matematikken i skolen. Jeg går nå over til forskning på matematikk i skolen og sammenhenger mellom skolematematikk og matematikk i arbeid.

## **2.2 Matematikk for yrke**

Forskning på matematikk i overgangen mellom skole og yrke viser noen særtrekk ved matematikkopplæringen i skolen, og den skisserer ulike elementer som kan bidra til å styrke sammenhengen mellom skolematematikk og senere arbeid. Jeg vil først gi en oppsummering av hvordan skolematematikken fremstilles i utvalgt litteratur, før jeg oppsummerer noen elementer som antas å styrke yrkesmatematisk opplæring.

### **2.2.1 Karaktertrekk ved skolematematikk**

Noen felles karaktertrekk ved skolematematikken viser seg i litteraturen. Først karakteriseres gjerne matematikken i skolen som ideell og uniform. Jeg vil si litt om dette både i norsk og internasjonal sammenheng. Andre karakteristikk som nevnes er at den er sentrert om individet, ritualisert og at matematisk korrekthet ofte er gitt av en ekstern autoritet. Karakteristikkene nevnes gjerne som motsetninger til karaktertrekk ved matematikk i arbeid.

Det første karaktertrekket ved matematikken i skolen er at den kan beskrives som ideell og universell i internasjonal sammenheng. En utbredt tradisjonell tanke har vært at matematikkundervisning i skolen kan gi elevene en introduksjon til ikke-kontekstualisert matematikk-kunnskap som senere uproblematisk kan hentes fram og anvendes i ulike sammenhenger senere i livet (Noss & Hoyles, 1996). Slike antagelser er sterkt kritisert og ”kunnskapsoverføring” er blitt ansett som tilnærmet umulig i strengt situerte læringsperspektiver (se f.eks. Lave, 1988), eller i det minste problematisk (se f.eks. Boaler, 2000; Evans, 2000). Det kan være ulike årsaker til at ideell og universell matematikk har vært dominerende i skolen. To mulige årsaker er politiske prosesser og skolens formål. Om politiske prosesser trekker Wedege (2010) fram at beslutningstagere definerer matematikk som en nøkkelkompetanse i forbindelse med teknologiske utfordringer i samfunnet, men at de matematiske kategoriene, for eksempel i læreplaner, likevel blir beskrevet i isolasjon fra

arbeidskontekstene (Wedege, 2010). Slik har det også vært i LK06, som har vært gjeldende læreplan i perioden min egen studie har gått over. Kompleksiteten til matematikk i arbeid, blir ifølge Wedege, dermed redusert til matematisk kunnskap i seg selv og blir beskrevet som kompetanser i formelle matematiske disipliner som algebra og geometri. Matematikken i skolen har på denne måten vært en mer akademisk disiplin, og tanken om at generell matematikk uproblematisk kan overføres mellom skole og yrke har fått leve videre. Dette er nå forandret i ny læreplan for Fagfornyelsen gjeldende fra høsten 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2019), der de ulike yrkesfaglige programområdene har fått ulike programspesifikke matematiske kompetansemål.

Den andre årsaken til at ideell og universell matematikk har dominert i skolen, kan være at skole og arbeid har ulike formål, som jeg var inne på i forrige delkapittel. I skolen er målet med matematikkundervisningen å lære matematikk - med fokus på videre skolegang og allmenndannelse generelt for individet. I arbeid er målet med bruk av matematikk ofte produksjon (Wake, 2014). Skolematematikken er strukturert av et akademisk system definert av blant annet læreplaner og eksamensordninger. Resultatet skal være individuell kunnskap som skal dokumenteres gjennom vurderingsordninger som blant annet eksamen (J. Williams & Wake, 2007a). Når elevers kompetanse skal måles i karakterer hviler dette også på en antagelse om at de måles under så like kriterier som mulig og så rettferdig som mulig, også på tvers av de yrkesfaglige studieprogrammene. Jeg antar at en universell matematikk som er beskrevet i formelle matematiske kategorier minker kompleksiteten når utdanningssystemet skal måle elevers kompetanse i form av en karakter - som så rettferdig som mulig skal brukes som inngang til for eksempel videre studier.

En motsetning til en skolematematikk karakterisert av det ideelle og universelle med allmenndannelse som generelt mål, er matematikkopplæring der matematikken sees som redskap for et bestemt yrke. I Norge har det vært vekslende vektlegging av disse to målene ved opplæringen. Se Wasenden (1999) sin avhandling om matematikkens plass i norsk yrkesutdanning i et historisk perspektiv for en omfattende framstilling. Yrkesretting av fellesfag har i de siste årene vært et fokusområde i norsk sammenheng, og Kunnskapsdepartementets prosjekt FYR (Fellesfag, yrkesretting og relevans) ble initiert i 2011 og videreført i 2014 for å styrke yrkesretting og relevans i fellesfagene. Under egen datainnsamling var læreplanen i matematikk identisk for alle yrkesrettede studieprogram, men det eksistererte et generelt krav om at undervisningen skulle

yrkesrettes (Forskrift til opplæringslova, 2006, § 3-1). Graden av implementert yrkesretting av matematikkfaget varierte nok fra skole til skole, noe som vises i Iversen et al. (2014) sin empiriske studie av yrkesretting og relevans i fellesfagene. En ytterligere dreining mot matematikk som redskapsfag kom i nye læreplaner implementert høsten 2020, der alle yrkesrettede studieprogram altså har fått skreddersydde læreplanmål i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2019)

En universell matematikk for yrkesfagene kan være ugunstig, ikke bare på grunn av overføringsproblematikken som nevnt innledningsvis, men også på grunn av elevenes manglende identifikasjon med faget. Når skolen vektlegger rent formelle matematiske disipliner som geometri og algebra blir oppgaver idealisert for å effektivt fremme målet om dypere kunnskap i disse matematikkfaglige disiplinene. Denne formelle matematikkundervisningen har gitt fremtidige arbeidere og yrkesaktive manglende identifikasjon med matematikken, på grunn av manglende evne til å gi mening til abstrakte teoretiske begreper og fordi matematikken framstår som irrelevant for dem (FitzSimons, 2014). Noss og Hoyles (1996) peker på at reelle kontekster brukes av lærere for å motivere matematikkundervisning, men disse ryddes gjerne raskt av banen for å granske den matematiske kjernen av problemet. Den reelle situasjonen har nok ofte blitt sett nesten som en kontekstuell forstyrrelse. I norsk sammenheng vet vi at det helst er lærere med hovedutdannelse i matematikk eller andre realfag, som underviser i matematikk på de yrkesfaglige studieprogrammene. Mange har liten kjennskap til yrkesområdet de underviser for, slik jeg hadde da jeg begynte å undervise matematikk for BA. Det kan da være utfordrende å yrkesrette matematikken, og enklere å undervise kjent universell matematikk (Iversen et al., 2014)

Videre beskrives skolematematikken som individualisert, ritualisert og et sted der matematisk korrekthet er gitt av en ekstern autoritet. J. Williams og Wake (2007a) beskriver matematikklæring i skolen som en ensom erfaring sammenliknet med bestrebelsen etter å nå felles mål i yrke. Forskjellen skyldes kanskje ulike mål i skole og arbeid, som diskutert over. Williams og Wake nevner også at elever sjelden får erfaringer for eksempel med å måtte samle inn informasjon fra andre for å løse problemer, slik de gjerne må i yrke. Problemløsningen framstår dermed som mer avgrenset i skolen, der informasjonen som trengs i problemløsningen ofte er gitt. I forrige delkapittel beskrev jeg matematikken i arbeid som ofte usynlig eller frosset inn i formler eller artefakter og brukt direkte slik de er. Swanson og Williams (2014) framstiller både skolematematikk og matematikk i yrke som ritualisert og til og med

fossilisert i praksiser, men på ulike måter. Tradisjonelle eller lukkede matematikktilnærminger (Boaler, 1998) med høyt fokus på prosedyreinnlæring bidrar kanskje mest til at elevene klarer å løse spesifikke, avgrensede skolematematiske problem. Dette på samme måte som at de kulturelt utviklede artefakter og tilnærminger i yrkeskonteksten, drøftet i forrige delkapittel, kun bidro til å løse helt kontekstspesifikke problemer i yrke. Et annet aspekt som trekkes fram som ulik i skolesammenheng og i yrkessammenheng av Magajna og Monaghan (2003) er matematisk korrekthet. Forfatterne hevder at matematisk korrekthet i skolen oftest ikke er forhandlingsbar. Læreren bestemmer gjerne om matematikken er riktig eller ikke. Forskerne fant ut at matematisk korrekthet i arbeidspraksisen var forhandlet blant arbeiderne, og også blant kunder og andre kontakter i flaskeproduksjonen. Lignende resultater finnes også hos gulvleggerne i studiene til Masingila (1994) og lastebilarbeidere og sykepleiere i studien til Boistrup og Gustafsson (2014).

### **2.2.2 Elementer for å styrke sammenhengen skolematematikk og arbeid**

Litteraturen skisserer noen elementer som antas å styrke sammenhengen mellom skolematematikk og matematikk i arbeid. Følgende kategorier av tiltak skisseres: Det å bringe oppgaver med autentiske aspekter (Vos, 2011) inn i skolematematikken for å øke motivasjon, det å bringe inn artefakter fra arbeid inn i matematikkfaget, og til sist det å arbeide med anvendelse (rekontekstualisering, modellering og matematisering) gjerne i tett samarbeid med programfagene.

Oppgaver med autentiske aspekter kan øke elevenes motivasjon og engasjement. Som del av en større studie gjennomførte Dalby (2013) en rekke fokusgruppeintervju om ulike oppgavetyper i matematikk med elever på yrkesfag i England. Hun fant at kontekstualiserte oppgaver kunne stimulere interesse og hjelpe elevene med å se sammenhenger mellom matematikk og det virkelige liv. Generelt relaterte elevene seg sterkest til oppgaver med situasjoner som de kunne identifisere som del av sitt hverdagsliv eller framtidige yrkesliv. Elevene opplevde videre oppgaver som var av umiddelbar praktisk nytte for dem selv, som mest relevante. Et viktig element i studien var at manglende erfaring kunne føre til at elever ikke så relevansen i en oppgave med yrkeskontekst, og at kontekster kunne forvirre hvis detaljer var i uoverensstemmelse med elevenes personlige erfaring. Boaler (1993) hevder i tråd med Dalby (2013) at bruk av kontekster kan gjøre at læringen gir mer mening for elevene. En senere studie

som bekrefter at bruk av yrkesrettede oppgaver i undervisningen kan være positivt, er Dalby og Noyes (2016). De utforsket matematikk på yrkesutdanning i England i aldersgruppen 16-18 år, og viste blant annet til to case med ulik tilnærming til undervisning av matematikk innfor studieprogrammet konstruksjon. Den ene casen viste at matematikkfaget ble planlagt og undervist med utgangspunkt i yrkesfaglige kontekster, og med fokus på å være direkte relatert til elevenes programfag. Det må presiseres at matematikkfaget i casen ble undervist timeplanmessig adskilt fra programfagene, og er ikke integrert i dem. Elevene i denne casen beskrev tidligere erfaring med matematikk som preget av misnøye og lav mestring, mens at de i dette mer yrkesrettede matematikkfaget opplevde at matematikken hadde mening og at den er relevant for deres framtidige yrke. Elevene viste positive holdninger til matematikk og var mer engasjert i timene. Den andre casen i Dalby og Noyes sin studie viste matematikken for bygg, undervist med fokus på generalisering, abstraksjon og utvikling av generelle problemløsningsferdigheter isolert fra yrkesfaglige kontekster. I denne tilnærmingen hadde elevene problemer med å se relevansen av matematikk for sin yrkesutdanning, og de opplevde at de ikke lærte å *anvende* matematikken. Matematikken ble sett som isolert fra yrke, og var lite meningsfull for elevene. Dalby og Noyes konkluderte med at det å integrere matematikk og yrkesspesifikk læring er nødvendig for at elevene skal utvikle følelse av nytteverdi og for at de skal oppleve faget som relevant for sitt programområde. Økt opplevelse av relevans leder til bedre engasjement i matematikkfaget, og rapportert forbedring i forståelse, ifølge forskerne (s. 83). I norsk sammenheng kan jeg vise til arbeidet til Sundtjønn (2013). Som del av sitt PhD-arbeid designet og gjennomførte Sundtjønn en yrkesrettet matematikkoppgave, det å utforme budsjett for en frisørsalong, for utdanningsprogrammet Design og håndverk (Vg1). Sundtjønn fant noe tilsvarende med studiene nevnt over, at elevene engasjerte seg i den yrkesrettede oppgaven og at de uttrykte villighet til å undre i oppgaveløsningen.

Den neste måten å knytte skole- og arbeidsmatematiske praksiser sammen på, er gjennom å bringe artefakter fra arbeidsplasser inn i skolen. Det å trekke inn slike elementer kan bidra til mer enn motivasjon. Straesser (2000) hevder at det å analysere artefakter fra arbeidsplasser for eksempel gjemmer matematikk (jamfør krystallisering og BlackBoxing nevnt tidligere) i skolen kan bidra til å åpne opp artefaktene og synliggjøre matematiske relasjoner og mening. Dette på en helt annen måte enn arbeidsplasser åpner for, kanskje på grunn av risiko for materielle, økonomiske og tidsmessige tap. Wake (2014) viser resultater fra en casestudie der en gruppe elever

(16-19 år) på et ingeniørforkurs, sammen med lærer og forskere, utforsket arbeidet til en togsignalingeniør. Forskerne løfter fram utfordringer og muligheter som åpnes i møtet mellom elevenes skolematematiske forståelse og arbeidsartefaktene som er del av en mer kompleks og yrkesspesifikk sammenheng. Wake peker på at elever trenger å bruke matematisk kunnskap og kompetanser i en rekke kontekster for å bli bedre rustet til å løse matematiske problemer i arbeid. Bakker og Akkerman (2014) gjorde en intervensjonstudie i laboratorieutdanning. De brukte en rapport, utviklet i arbeidspraksis av en tidligere student, som grensekrysningsobjekt i intervensjonen som fokuserte på statistikk i skole og arbeid. Forskerne viste at elevene på laboratorieutdanningen sin evne til å integrere skolelært statistikk og arbeidskunnskap, økte betraktelig i løpet av intervensjonsperioden. Wedege (2010) peker imidlertid på at å ta artefakter fra en setting til en annen må gjøres med oppmerksomhet til praksisene de er del av. Bruk av materiale fra arbeid bør inneholde observasjoner av hvordan matematikken brukes i arbeidskonteksten, hvordan arbeid er organisert og hvordan en kompetent arbeider håndterer situasjonen.

Det siste elementet fra min litteraturgjennomgang som står fram for å styrke sammenhengen mellom matematikk i skolen og i arbeid, er det å lære anvendelse. Hvis man ser begrenset på kompetansemålene i LK06 (Utdanningsdirektoratet, 2006b), framstår matematikk som bestående av innholdskategorier som algebra, geometri og økonomi. Elevene trenger imidlertid å utvikle identiteter som brukere av matematikk (Wake, 2014). De må kunne løse problemer som inneholder rammebetingelser fra det virkelige liv (Masingila, 1994) og der anvendelse og fortolkning av matematikk i ulike sammenhenger er viktig. Litteraturgjennomgangen gir noen forslag til hvordan dette kan gjøres.

Matematisk modellering nevnes som en viktig aktivitet for å fremme ferdigheter i å anvende matematikk utenfor klasserommet (Palm, 2007). Imidlertid kritiseres modellering i skolen for ofte å involvere en idealisering og forenkling av situasjoner for å så fort som mulig bli kvitt ”kontekstuell støy” og for å kunne komme til den virkelige matematiske kjernen av problemet (Noss & Hoyles, 1996). Pozzi et al. (1998) peker på at matematisk kunnskap bør sees mer i sammenheng med konteksten den er en del av og foreslår heller *matematisering* – prosessen med å oversette problemer fra den virkelige verden til et matematisk symbolspråk. Matematisering sees som en kompleks mengde med relasjoner (også matematiske) mellom ressurser, aktiviteter og kontekster som operasjonaliseres for å oppnå et mål i arbeid (s. 106-



107). Forfatterne forsøkte å finne ut av hva det betyr å matematisere i profesjonelle sammenhenger.

Samsvarende med Pozzi et al. sitt syn på at matematikken bør sees sammen med kontekstene det egentlige problemet er del av, nevnte jeg tidligere Wedege (2010) sitt tilsvarende fokus. Også i nyere forskning trekkes det fram at matematikk i arbeid gjerne opptrer i en kompleks virkelighet som ikke bør neglisjeres (Boistrup & Henningsen, 2016; Frejd & Muhrman, 2022; Saló i Nevado & Pehkonen, 2018). En måte å forsøke å trekke inn noe av kompleksiteten og konteksten fra arbeid på og samtidig vise elevene matematikkens relevans for yrke, er å undervise programfag og matematikk i en form for sammenheng. Jeg vil ta for meg noen studier som har undersøkt slik undervisning.

Dalby og Noyes (2015) sammenlikner læring og undervisning i matematikkfag og programfag for ulike yrkesprogram som hår og skjønnhet, byggkonstruksjon og offentlige tjenester. De oppdager store forskjeller i læringskultur mellom programfagene og ofte tradisjonelt underviste matematikkfag. Programfag kjennetegnes av

- at elevene forventes å ta ansvar for egen læring, de utøver agens og har større grad av frihet i læringssituasjonene,
- verdier og forventninger samsvarende med de i arbeidslivet,
- elevfokusert læring gjennom veiledet aktivitet,
- at læring av teori og ferdigheter innbakes i arbeidsprosjektene (s. 44).

Videre nevnes det at elevene lærte av hverandre i tillegg til av lærer i et miljø preget av samarbeid og støtte. Tradisjonelt underviste matematikkfag i studien kjennetegnes av

- at læreren har høy autoritet og kontroll, mens elevene har lite agens i eget arbeid,
- akademiske verdier og forventninger, samt fokus på kunnskapsoverføring,
- lærerstyrt aktivitet der matematisk kunnskap ”overleveres” uten at elevene får forståelse av hvordan kunnskapen kan være nyttig,
- fokus på utdelte arbeidsark med mange mindre oppgaver som elevene gjennomfører skriftlig til timen er ferdig (s. 44-45).

Samtidig ble det også observert matematikkundervisning som var mer tilpasset det yrkesfaglige miljøet. Selv om matematikkundervisningen foregikk i klasserom fysisk

atskilt fra programfagområdet, ble det innenfor denne kategorien matematikkundervisning observert at

- lærere vektla sammenheng mellom programfag og matematikk i form av oppgaver med relevant kontekst, klasseromsdiskurs likere programfagene og planmessig samkjøring med programfaget for å øke elevenes oppfatning av relevans,
- lærere utviklet klasseromskulturer mer i tråd med verdiene i programfagene, for eksempel flatere klasseromsstruktur der lærere har en mer veiledende rolle og der elev-elev-læring er en viktig læringsstrategi (s. 45).

Studien til Dalby og Noyes viste at i matematikk-klasserom med kjennetegn tilsvarende de to siste kulepunktene, så responderte elevene mer positivt på matematikklæring og de var mer engasjerte i matematikken. Forfatterne konkluderte med at elever som er i overgang mellom skole og arbeidsliv blir mer opptatt av verdier og perspektiver som samsvarer med arbeidslivet. Det å gi elevene en meningsfull erfaring av matematikk krever forståelse av overgangen som elevene står i, og tilrettelegging for en matematikkundervisning og en klasseromskultur som reflekterer verdiene i det yrkesmiljøet som er viktig for elevene, ifølge forfatterne. Artikkelen til Dalby og Noyes framstår som et viktig bidrag fordi den ikke ensidig vektlegger yrkesretting av innhold for å sikre relevant eller motiverende matematikkopplæring. Den trekker i tillegg fram yrkesretting som dreining av klasseromskulturen i matematikkfaget mot den i programfagene. Samtidig viser den at mer sammenkoblet matematikk- og programfagundervisning kan bidra til mer positivt syn på matematikk og bedre engasjement hos elevene.

Frejd og Muhrman (2022) stiller spørsmål med om klasserommet er en passende læringsarena for å synliggjøre matematikken som finnes i yrkessammenhenger. Bakgrunnen er analyse av såkalt "team-teaching" i frisørutdanningen i Sverige mellom en matematikklærer og yrkesfaglærer. Observasjonene tar utgangspunkt i én tverrfaglig undervisningsøkt gjennomført i matematikk-klasserommet og én i skolens frisørsalong. Forskerne oppdaget at elevene jobbet mer motivert, var mer dedikert og mer entusiastiske i frisørsalongen. Dette gjaldt også når det kom til de matematiske oppgavene som var integrert i de to undervisningsoppleggene. Elevenes selvtillit så også ut til å være bedre i frisørsalongen enn i matematikk-klasserommet. Dalby og Noyes (2015) sin studie referert til over, ga indikasjoner på at matematikklærere som underviste en mer yrkesrettet matematikk også adopterte klasseromskulturer i tråd med programfaget, for eksempel mer diskusjonsbasert og med flatere klasseromsstruktur.

Frejd og Muhrman (2022) sine observasjoner viser at en mer yrkeslik kultur finnes i frisørsalongen, men i den tverrfaglige undervisningsøkten i klasserommet opprettholdes en mer tradisjonell skolematematisk klasseromskultur. I klasserommet arbeidet elevene mer individuelt og de ventet på læreren hvis de stod fast, istedenfor å diskutere seg i mellom. I frisørsalongen var det flere matematiske elevdiskusjoner og også mer varierte måter å løse problemene på. Videre avdekket forskerne at elevene kunne løse oppgaver i frisørsalongen knyttet til merverdiavgift, som elevene ikke klarte å løse i klasserommet. Frejd og Muhrman konkluderte med at forståelsen av hvordan man løser yrkesrelaterte matematiske oppgaver øker når man er i et aktivitetssystem som likner yrket.

Muhrman og Frejd (2018) intervjuet elever i et tilknyttet prosjekt for å finne ut hvordan matematikkemnet forandres når man innfører såkalte emneintegreringer, der for eksempel matematikken undervises i programfaget eller motsatt. Frisørelever hevdet det var morsommere å ha emneintegrert matematikk, og at miljøet i frisørsalongen gjorde at de forstod matematikken bedre. Elever på kjøretøytidning ønsket mer matematikkopplæring i verkstedet fordi de mente det gjorde at de forstod matematikken bedre og at de forstod meningen med den. Elevene på restaurant- og matfag opplevde imidlertid at de emneintegrerte oppgavene ikke var autentiske nok, og synes det var greit med tradisjonell matematikkundervisning. Studien viste videre at en stor del av matematikken for yrkesfaglig utdanning blir undervist på en tradisjonell måte, med fokus på arbeid med oppgaver i en matematikkbok. Elevene på frisør og kjøretøy var selv opptatt av at de bør lære matematikk som de har nytte av i framtidig yrke. Disse elevene hadde betydelig større innsikt i nytteverdien av å lære matematikk etter gjennomføring av de emneintegrerte timene enn før. Muhrman og Frejd konkluderte med at emneintegrering gir elevene bedre muligheter til å rekontekstualisere matematikk. Det er imidlertid viktig at yrkesfagelevne opplever oppgavene i emneintegrert undervisning som autentiske og at oppgavene gjennomføres i riktig miljø heller enn i klasserommet.

I norsk sammenheng utforsket Utvik (2012) i sin masteroppgave elever på Bygg- og anleggsteknikk (Vg1) i arbeid med praksisrelatert matematikk i et prosjektarbeid. Prosjektarbeidet ble gjennomført som del av programfaget Tegning og bransjelære, men involverte samarbeid mellom matematikklærer og programfaglærer. Resultatene viste, samsvarende med Muhrman og Frejd (2018) sine resultater, at elevene så nytteverdien av matematikk gjennom arbeidet med prosjektet. Utvik knyttet dette

resultatet blant annet til at oppgavene i prosjektet inneholdt reelle arbeidstegninger hentet fra byggebransjen.

Boistrup og Gustafsson (2014) foreslår å vektlegge *rekontekstualisering* (forfatterne refererer til Bernsteins begrep), som en ferdighet i matematikk for å overkomme gapet mellom skole og arbeid. Bernstein bruker rekontekstualisering når han diskuterer hvordan kunnskaper fra for eksempel skolens matematikkfag kan omarbeides for å brukes i andre sammenhenger (Bellander, Blaesild, & Boistrup, 2017). Boistrup og Gustafsson hevder at elever på alle nivå i skole og yrkesutdanning bør få mulighet til å utvikle ferdigheter for å kunne rekontekstualisere sitt teoretiske matematiske arbeid, i kommunikasjon med signifikante andre utenfor klasserommet, og i mer komplekse kontekster der matematikk er involvert (se også FitzSimons og Boistrup (2017) og Bellander et al. (2017)). Bellander et al. (2017) gjennomførte et aksjonsforskningsprosjekt i Sverige der to av forfatterne, én matematikklærer og én programfaglærer i byggfag, underviste matematikk og programfag sammen. Læreplanmål fra matematikk og programfag ble flettet sammen i de samme undervisningstimene. Videre forsøkte forfatterne å beskrive forholdene mellom de to fagene i videregående opplæring, spesielt med tanke på elevenes kommende yrke som bygningsarbeidere. Resultatet ble en generell modell vist i Figur 2-1.



**Figur 2-1: Modell for relasjonen mellom matematikk og bygg og anlegg (Bellander et al., 2017)**

Modellen ble brukt til å kategorisere aktiviteten i undervisningen. I område 1 i modellen fantes aktiviteter der matematikk ikke ble anvendt i høy grad. Det kunne være i for eksempel det fysiske planeringsarbeid med gravemaskin. I område 2 i modellen møter bygg og anlegg og matematikk hverandre. Område 2A er aktiviteter

der man kanskje er noe tilbaketrukket fra anleggsplassen, for eksempel i planleggingsarbeid, med beregninger for eksempel knyttet til gjennomføring, materialtilgang, bestilling osv. 2B er aktiviteter der matematikk er en integrert del av den praktiske virksomheten. Her er det ifølge forfatterne ikke alltid så lett å skille ut matematikken. Det kan handle om hvor dypt du skal grave når du legge heller, hvilken avstand hellene skal ligge fra hverandre så fugene ikke skal bli for store osv. I område 3 handler det om det å jobbe med matematikk uten kontekst, forfatterne viser til for eksempel å jobbe med matematiske formler mer generelt, måleenheter mer generelt osv. Forfatterne legger vekt på at det i undervisningen var aktiviteter fra alle delene av modellen. Det ble altså gjennomført undervisningsøkter med kun ren matematikk også. Matematikken skulle knyttes til autentisk aktivitet *der det var relevant* (s. 74). Et resultat av aksjonsforskningsprosjektet var ifølge forfatterne at elevene opplevde undervisningen gjennomgående mer engasjerende.

Brantlinger (2022) kritiserer to matematikktilnærminger i USA, yrkesrettet matematikk og kritisk matematikk<sup>3</sup>. Han argumenterer for at disse typene kontekstuell matematikkundervisning vil begrense mulighetene for til eksempel videre matematikkutdanning for elever, og dermed svekke mulighetene for marginaliserte grupper i USA - grupper som denne typen undervisning egentlig søker å styrke. Hans kritikk bygger på analyse av ulike kontekstuelle matematikkoppgaver hentet fra kritisk matematikk og yrkesrettet matematikk. Han karakteriserer oppgavene som enten kontekstuell autentiske og samtidig matematisk irrelevant, eller matematisk autentiske og samtidig kontekstuell ikke-autentiske. Videre argumenterer han for at det er for liten hybriditet mellom institusjonell matematikk og kontekstuell. Institusjonell matematikk er preget av vertikale diskurser, selvrefererende ideer og formell logikk som trengs i matematiske studier. Kontekstuell matematikk som finnes i kritisk matematikk og yrkesrettet matematikk gir tilgang til konkret forståelse, hverdagspraksiser og horisontale diskurser. Brantlinger hevder at selv om en

---

<sup>3</sup> Kritisk matematikk handler her om å lære matematikk for sosial rettferdighet. Målene er å kunne lese verden med matematikk - herunder å kunne matematisere sosioøkonomiske forhold som former folks liv, samt å utvikle matematisk evner slik at man kan løse tilknyttede ikke-standardiserte problemer. Man ønsker å fostre elevenes kritiske bevissthet om den sosiale verden og deres følelse av agens, dvs. tro på at man kan påvirke verden positivt gjennom handlinger. Økes elevenes kritiske bevissthet gjennom matematikk, antas dette igjen å styrke elevenes holdninger til matematikkfaget. Matematikken i en slik undervisningstilnærming forsøkes kontekstualisert til autentiske sosiopolitiske kontekster. (Brantlinger, 2022)

horisontal diskurs, som vi finner i kritisk og yrkesrettet matematikk, kan gjøre teoretisk og abstrakt kunnskap tilgjengelig for flere, så er ikke dette nok. Vertikale diskurser må til for at elevene skal til å tenke på nye måter og for å åpne for muligheter for videre læring og uavhengighet. Brantlingers bidrag er skrevet med utgangspunkt i en amerikansk kontekst, likevel bidrar den til å nyansere det mer ensidige positive synet på yrkesretting av matematikk som jeg har vist i forskningen referert til tidligere i dette delkapitlet.

### **2.3 Oppsummering og posisjonering**

Min litteraturgjennomgang av matematikk i og for yrke har vist at matematikk i skole og arbeid er vesensforskjellig, og at matematikken har ulike roller og ulike mål i de to sammenhengene. Hovedsakelig fokuserer skolen på læring, og arbeid på produksjon. Dermed har de to områdene også ulike motivasjoner for, og ulike utfall av matematiske handlinger (Wake, 2014). I denne litteraturgjennomgangen viste jeg først noen karaktertrekk ved matematikk i yrkesliv. Litteraturen viste at matematikken ofte var usynliggjort for arbeideren som følge av at den var bakt inn i verktøy eller prosedyrer, eller at organisasjonsdeling gjorde at matematikken kun ble gjort tilgjengelig for noen få. Videre var matematikken formet av lokal teknologi og miljø, og den hadde andre funksjoner og mål enn matematikken i skolen. Forskning på matematikk for yrke karakteriserte skolematematikken som ideell og uniform og også individsentrert og ritualisert. Til slutt trakk jeg fram at arbeid med oppgaver med autentiske trekk (i form av kontekst) kunne bidra til å motivere elever i matematikkfaget i skolen. Videre kunne det å trekke inn artefakter fra yrkeskontekster inn i skolen synliggjøre yrkesbruken av matematikk for elever og gjøre de bedre i stand til å integrere yrkesmatematikk og skolematematikk. Det å arbeide med rekontekstualisering, modellering eller matematisering, og også mer sammenkoblet undervisning av matematikk og programfagnevnes, nevnes som elementer som kan tilrettelegge for anvendelse av matematikk når elevene skal bruke den utenfor skolen.

Forskningen gjengitt i denne litteraturoversikten har gitt god og bred informasjon som har vært en stor støtte i eget forskningsarbeid. Likevel mener jeg at vi fortsatt vet for lite om virkelige praksiser matematikkfag og programfag for Bygg- og anleggsteknikk i videregående opplæring (Vg1) i norsk skole. Hvis vi skal gjøre matematikkfaget yrkesrettet og relevant slik det ser ut til å være relativt bred enighet om, også gjennom

Fagfornyelsen i 2020, er min oppfatning at slik informasjon bør ligge til grunn. Min antagelse er at beslutningstagere, lærebokforfattere av matematikklærebøker og matematikklærere kan gjøre matematikkfaget mer reelt yrkesrettet og relevant jo bedre informasjon de har om yrkesfagene. Det er også relevant med informasjon om matematikkfaget slik det undervises for elevgruppen, for å forstå hva som eventuelt kan endres for å yrkesrette bedre og sikre mer relevans. Min studie søker å bidra med informasjon inn i videre utgreiinger om yrkesretting og relevans for elever på BA.





### **3. Teoretisk rammeverk**

I dette kapitlet gjør jeg rede for den teoretiske posisjoneringen samt for det teoretiske rammeverket som er brukt i min analyse. I 3.1 posisjonerer jeg meg i et situativt læringsperspektiv, og jeg gjør rede for relevante aspekter i dette læringsperspektivet. Jeg antar at denne posisjoneringen i stor grad har innvirket på både observasjoner, analyse og resultat. I 3.2 gjør jeg rede for Wenger (1998) sin sosiale praksisteori, som har vært min viktigste støtte i å forstå og å fortolke min konstruksjon av hva det betyr å være kompetent i de to fellesskapene matematikk-klasserom og verksted. Delkapittel 3.3 konsentreres om min forståelse av begrepet ”å være kompetent”. Her presenterer jeg Gresalfi et al. (2009) sitt rammeverk for analyse av hva det betyr å være kompetent, og gjør rede for begreper fra deres rammeverk som jeg har brukt i analysen senere i avhandlingen. Gresalfi et al. sitt rammeverk har fungert som en støtte til Wengers praksisteori. De to har vært med å belyse og begrepliggjøre ulike deler av min konstruksjon av hva det betyr å være kompetent i matematikk-klasserom og verksted.

#### **3.1 Teoretisk posisjonering**

Det teoretiske perspektivet som anvendes i en studie av kunnskap og læring er avhengig av hvilke sider ved kunnskap og læring det fokuseres på i studien . Behaviorisme, kognitivismen og *situativt/pragmatisk-sosiohistorisk perspektiv* (Greeno et al., 1996) har alle noe å tilby, men belyser ulike sider ved læringsprosessene. Et viktig skille er at behavioristiske og kognitive perspektiver har individuell adferd og kognisjon som sentral analyseenhet, mens situativt/pragmatisk-sosiohistoriske perspektiver vektlegger at kunnskap blir konstruert i aktiviteter der mennesker samhandler både med hverandre og sine materielle miljø (Greeno et al., 1996). Dermed blir enhet for analyse isteden *aktivitetssystemer*, som her er komplekse sosiale konstellasjoner som kan bestå av elever, lærere, pensummateriale, programvare og fysisk miljø ellers (Greeno, 2006, s. 79). Når jeg skal studere ”hva det betyr å være kompetent” i matematikk-klasserom og verksted, antas det at ”betydningen av å være kompetent” er noe som konstrueres og kontinuerlig forhandles sosialt i en gitt kontekst. Dette innebærer at studien må fokusere på aktivitetssystemene i matematikk-klasserom og i verksted. Det har derfor vært naturlig å ta et situativt/pragmatisk-sosiohistorisk perspektiv (Greeno et al., 1996) i mitt arbeid.

*Pragmatisk-sosiohistorisk* perspektiv er et begrep som innføres av Greeno, Collins og Resnick (1996). Når de bruker pragmatisk-sosiohistorisk som merkelapp på beslektede perspektiver, gjør de det for å rette oppmerksomheten mot to historisk separate røtter som disse perspektivene gjerne springer ut fra. ”Pragmatisk” gir referanser til Dewey og Mead og den amerikanske skolen, og ”sosiohistorisk” gir referanser til Vygotsky og den russiske skolen (Greeno et al., 1996). Et fellestrekk med begge disse tradisjonene er at de vektlegger at kunnskap er konstruert i praktiske aktiviteter der mennesker samhandler med både hverandre og sine materielle miljø (Greeno et al., 1996, s. 16). Teorier som forbindes med dette fokuset er sosiokulturell psykologi, aktivitetsteori, distribuert kognisjon og økologisk psykologi (Greeno, 2006, s. 79), og selv om disse har fellesstrekk har teoriene også sine særegne fokus. Jeg vil her fortsette ut fra det pragmatisk-sosiohistoriske perspektivet som Greeno, Collins og Resnick (2000) forenklet kaller *situativt perspektiv*. Navnet ”situativt” gis fordi det har utspring i blant annet Laves (1988) begrep *situert kognisjon* og Lave og Wengers (1991) begrep *situert læring*. Imidlertid bruker Greeno begrepet ”situativt perspektiv” fordi ”situert kognisjon” og ”situert læring” kan gi en feilaktig indikasjon på at i noen tilfeller er kognisjon og læring situert, og i andre ikke (Greeno, 2006). Å ta et ”situativt perspektiv” innebærer å se all kognisjon og læring som situert, noe jeg gjør i denne studien.

I det situative perspektivet er det sentralt at kunnskap og læring er situert, sosial og distribuert (Putnam & Borko, 2000). Dessuten kan læring sees som deltagelse i praksisfellesskap (Lave & Wenger, 1991). Jeg vil redegjøre kort for tre disse egenskapene ved kunnskap og læring nedenfor.

### **3.1.1 Kunnskap og læring er situert**

At kunnskap og læring sees som situert innebærer at man ikke kan skille kunnskap og læring fra aktiviteten den pågår i. Ut fra et kognitivt perspektiv er det en kognitiv kjerne i det man skal lære, og denne kognitive kjernen sees som uavhengig av, eller avgrenset fra, både det målet man har med læringen og den konteksten læringen pågår i (Dysthe, 2001). I det situative perspektivet er det grunnleggende at kunnskap blir konstruert i praktiske aktiviteter der mennesker samhandler med både hverandre og sine fysiske miljø (Greeno et al., 1996). Kunnskap og læring får da en relasjonell karakter (Lave & Wenger, 1991), og kan ikke skilles fra aktiviteten. For individets læring betyr dette at hvordan man lærer, og den situasjonen man lærer i, blir en

vesentlig del av det som læres (Putnam & Borko, 2000). Videre er det ikke snakk om ensrettede prosesser. Individet, aktiviteten og verden former hverandre gjensidig (Lave & Wenger, 1991). Det blir da naturlig at når man skal studere kunnskap og læring må man studere hele aktivitetssystemet.

Én konsekvens av at kunnskap og læring har denne relasjonelle karakteren til aktivitet, er at begreper stadig er i konstruksjon (, Collins, & Deguid, 1989, s. 33) . Ved bruk et begrep, gjerne i sosiale kontekster, vil forståelsen av begrepet hele tiden endres eller berikes, da konteksten hele tiden er i endring ved at for eksempel nye erfaringer kommer til gjennom for eksempel kommunikasjon og refleksjon. Lave og Wenger skriver det slik:

Knowledge of the socially constituted world is socially mediated and open ended. It's meaning to given actors, its furnishings, and the relations of humans with/in it, are produced, reproduced, and changed in the course of activity (which includes speech and thought, but cannot be reduced to one or the other). In a theory of practice, cognition and communication in, and with, the social world are situated in the historical development of ongoing activity. (Lave & Wenger, 1991, s. 51)

En annen konsekvens er at man ikke bare lærer ”et innhold”, men i aktivitet med andre over tid, plukker man opp relevant sjargong, atferdsmønster og normer (Brown et al., 1989). I så måte blir man *inkulturert*<sup>4</sup> (Dysthe, 2001) i en praksis. I et klasserom får elever gjerne raskt et forståelse av hva som er passende talemåte, hva som er et passende spørsmål og hva som er legitim atferd (Brown et al., 1989, s. 34). Så vel som å lære innhold lærer elevene altså en praksis – og det er skolepraksisen matematikk de lærer, ikke nødvendigvis matematikerens praksis.

Too often the practices of contemporary schooling deny students the chance to engage the relevant domain culture, because that culture is not in evidence. Although students are shown the tools of many academic cultures in the course of a school career, the pervasive cultures that they observe, in which they participate, and which some enter quite effectively are the cultures of school itself. These cultures can be unintentionally antithetical to useful domain learning. The ways schools use dictionaries, or math formulae are very different from the ways practitioners use them (Schoenfeld, in press). Thus students may pass exams (a distinctive part of school cultures) but still not be able to use a domain's conceptual tools in authentic practice. (Brown et al., 1989, s.34)

---

<sup>4</sup> *Inkulturasjon*: Det å bli del av en kultur (Dysthe, 2001, s. 45).

Det J. Brown et al. (1989) beskriver er at det i et situativt perspektiv vil være problematisk at man lærer begreper i den bestemte skolekulturens praksis, hvis den er for vesensforskjellig fra virkelig praksis. Når en del av den kunnskapen du har er knyttet til anvendelse i et bestemt aktivitetssystem, kan det bli vanskelig å fremkalle kunnskapen og å anvende den i et annet hvis det nye aktivitetssystemet blir for forskjellig fra det første.

Når kunnskap og læring sees som situert, der læring, kunnskap og aktivitet gjensidig påvirker hverandre og når man antar at man ikke bare lærer et innhold, men også en praksis, påvirker dette også undervisningssyn. Det vil føre til at man vektlegger *autentiske aktiviteter* (Putnam & Borko, 2000). Autentisk aktivitet er forbundet med ”ordinære praksiser for kulturen” (J. Brown et al., 1989, s. 34). I et klasserom gir det imidlertid mening å definere autentisk aktivitet mer moderat, slik som A. Brown et al. (1993) gjør. A. Brown et al. (1993) tar utgangspunkt i at alle elever ikke skal bli matematikere, historikere eller litteraturkritikere. Isteden tenker de seg at skolen må fostre fellesskaper som støtter livslang læring innenfor en rekke områder. Dette er aktuelt i det jeg antar at elevene på studieretningen bygg- og anleggsteknikk ikke tenker seg en karriere som matematikere. For A. Brown et al. (1993) handler autentisk aktivitet om å lære å tenke, resonnerer og løse problemer i ulike sammenhenger, men da på måter som er mer likt slik man tenker, resonnerer og løser problemer utenfor skolen. De vektlegger derfor å forsøke å skape diskursfellesskaper i klasserommet, å danne fellesskaper der kunnskapsdannelsen sees om gjensidig *appropriering*<sup>5</sup> og at mening skapes kontinuerlig gjennom gjensidig forhandling og reforhandling i aktivitet. Putnam og Borko (2000) følger A. Brown et al. (1993) i defineringen av autentisk aktivitet, og presiserer følgende:

If we consider the goal of education to be preparing students to be lifelong intentional learners, then activities are authentic if they serve that goal. Authentic activities foster the kinds of thinking and problem-solving skills that are important in out-of-school settings, whether or not the activities themselves mirror what practitioners do. (...) [W]e consider the kinds of thinking and problem-solving skills fostered by an activity to be the key criterion for authenticity. (Putnam & Borko, 2000, s. 4-5)

---

<sup>5</sup> A. Brown et al. (1993) bruker *gjensidig appropriering* istedenfor begrepet *internalisering*. Gjensidig appropriering gir assosiasjoner til at det ikke bare er eleven som approprierer. Det gjør alle lærende i fellesskapet inkludert læreren. Både lærere og elever bidrar med ideer og kunnskap, og disse approprieres i ulik grad av de ulike lærende, avhengig av hvor den enkelte befinner seg i utviklingssonene.

Også disse forfatterne vektlegger problemløsning i autentisk aktivitet. Å se kunnskap og læring som situert, vil altså medføre en skepsis til tradisjonell matematikkundervisning preget av ensidig tavlegjennomgang og høyt fokus på skolematematiske oppgaver. Dette fordi man i dette perspektivet vil anta at elevene kun lærer denne meget spesielle skolepraksisen og å utføre denne typen oppgaver.

Jeg har kort gjort rede for at å se kunnskap og læring som situert betyr at man ikke kan skille kunnskap og læring fra aktivitet. Dette får konsekvenser som at begreper stadig er i konstruksjon og at samtidig som mening gis til begreper, så lærer man en praksis. Å se kunnskap og læring som situert vil ha konsekvenser for undervisning. Hvis målet er at kunnskapen i skolen skal brukes i andre sammenhenger, blir autentisk undervisning (A. Brown et al., 1993; Putnam & Borko, 2000) viktig.

### **3.1.2 Kunnskap og læring er sosial**

At kunnskap og læring er grunnleggende sosial innebærer, ifølge Driver, Asoko, Leach, Mortimer, og Scott (1994) og Putnam og Borko (2000), for det første at kunnskap er konstruert i sosial aktivitet, for det andre at meningsdannelse sees som en dialogisk prosess (i motsetning til biologisk), og for det tredje at læring sees som inkulturering i en praksis som er støttet av mer kompetente medlemmer:

From this perspective [a social constructivist perspective] knowledge and understandings (...) are constructed when individuals engage socially in talk and activity about shared problems or tasks. Making meaning is thus a dialogic process involving persons-in-conversation, and learning is seen as the process by which individuals are introduced to a culture by more skilled members. (Driver et al., 1994, s. 7)

Jeg vil nå gjøre rede for de tre aspektene ved at kunnskap og læring er sosial som er nevnt over.

*Kunnskap er konstruert i sosial aktivitet:* Empirisme og antagelsen om at det vi vet er en gjenspeiling av det vi kan oppfatte gjennom sansene var dominerende innenfor utdanningspsykologi på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet, men ble snart erstattet av rasjonalisme og konstruktivisme (Resnick, 1991; Säljö, 2001). I stedet for å se på kunnskap som noe som mer eller mindre passivt oppfattes fra omgivelsene (Säljö, 2001), antar man i et konstruktivistisk perspektiv at kunnskap

aktivt konstrueres av det enkelte individ gjennom prosesser som fortolkning av erfaringer og individuell meningsskapning (Resnick, 1991). Imidlertid er menneskelig kognisjon så variert og sensitiv til kulturell kontekst at vi må rette fokus mot mekanismer der mennesker aktivt former *hverandres* kunnskaps- og resonneringsprosesser (Resnick, 1991, s. 2). I et situativt perspektiv er kunnskap og læring mer enn individuelle prosesser, og betydningen av de sosiale omgivelsene våre går utover det å gi støtte og å motivere individuelle læringsprosesser (Dysthe, 2001). Kunnskap sees altså som konstruert i sosial aktivitet.

*Meningsdannelse er en dialogisk prosess:* Det at kunnskap og forståelse er sosialt konstruert i aktivitet står i rak motsetning til at kunnskap er noe en ”oppdager”. Kunnskapen blir kontekstavhengig (situert), midlertidig og i stadig endring, da konstruksjonen ikke har en ende. Gjennom samtale og gjennom å dele erfaringer med hverandre, forhandles og endres kunnskap. Säljö (2001) sier følgende om kommunikasjon mennesker imellom knyttet til arbeid med problemer i gruppe:

Gjennom å tale får vi tilgang til andres tolkninger og kognitive anstrengelser, og dermed kan vi temporært koordinere våre perspektiver på hva vi snakker om. Intersubjektiviteten innebærer at jeg kan se hva du ser i problemet, og motsatt. Ulike potensielt lovende løsningsforslag kommer fram i lyset og blir felles eiendom. Hvem som helst kan bygge videre på dem, ikke bare den som har tenkt ut det aktuelle forslaget. Det oppstår dermed en kontinuitet i tenkningen *mellom* individer, og det er nettopp gjennom språklig kommunikasjon at vi kan opprettholde en slik felles forståelse. Dette er et viktig prinsipp for menneskelig kunnskapsbygging og en grunn til at vi – billedlig uttrykt – kan låne av hverandres innsikt og forståelse. (Säljö, 2001, s. 117)

I de sosiale fellesskapene får individer tilgang til hverandres idéer, erfaringer og teorier. Individer approprierer disse som sine egne gjennom sin personlige streben etter å gi mening til erfaringene (Putnam & Borko, 2000). Mennesket bygger altså sin kunnskap ikke bare på egne erfaringer, men på det man får indirekte tilgang til gjennom andre:

People also build their knowledge structures on the basis of what they are told by others, orally, in writing, in pictures, and in gestures. Our lives are filled with instances in which we influence each other’s constructive processes by providing information, pointing things out to another, asking questions, and arguing with and elaborating on each other’s ideas. (Resnick, 1991, s. 2)

Wenger (1998) er inne på noe av det samme om indirekte erfaring, noe jeg kommer tilbake til i analysen. At kunnskap og læring er sosial, har altså stor innvirkning på hvordan man ser på meningsdannelse. Den er i stadig flyt og forhandles mennesker imellom.

*Læring sees som inkulturering i en praksis:* Plasseringen av kunnskap og læring i det sosiale har også en effekt utover forståelsen av meningsdannelsen. I sosial aktivitet får vi mennesker en felles forståelse av hvordan vi samhandler i en bestemt praksis. Vi lærer dermed også prosesser bak meningsskapingen. ”[D]et å lære seg å delta i diskursene og praksisene i sine ulike fellesskap er en del av det å lære (...)” (Dysthe, 2001, s. 45). Både Vygotsky og Mead har uavhengig foreslått at vår sosiale erfaring er avgjørende for hvilke fortolkende prosesser som er tilgjengelig for et individ (Resnick, 1991, s. 2). Sosial samhandling og sosial praksis former altså hvordan individet fortolker sine erfaringer. Säljö (2001) skriver noe tilsvarende, at våre tanker, ideer og hvordan vi håndterer situasjoner på har opphav i det sosiale:

Tenkningen (intraspsykologiske funksjoner) hos individet er i sosiokulturell forstand dermed former for kommunikasjon (interpsykologiske funksjoner) som individet har støtt på, tatt til seg og bruker som ressurser i framtidige situasjoner. Våre tanker, ideer, liksom våre måter å håndtere situasjoner på, har en genuin sosial og interaktiv opprinnelse. (Säljö, 2001, s. 108-109)

At læring også handler om *inkulturering i en praksis* har vært et viktig perspektiv i eget prosjekt, og dette følger av å se læring som situert og som sosial. Et slikt perspektiv vil forsterke et fokus på diskursfellesskaper i skolen som er likere i diskursfellesskapene som man møter utenfor (A. Brown et al., 1993). (Denne formen for autentisk aktivitet var jeg inne på i drøftelsen av kunnskap og læring som situert.)

Jeg har gjort rede for at å se kunnskap og læring som sosial betyr at man ser kunnskap som sosialt framfor individuelt konstruert, man ser meningsdannelse som en kontinuerlig og dialogisk prosess der mening stadig reforhandles. Videre vil læring i et slikt perspektiv så vel handle om å lære sosiale praksiser forbundet med meningsdannelsen som om meningsdannelsen selv.

### 3.1.3 Kunnskap og læring er distribuert

At kunnskap og læring er distribuert mellom personer og miljø, betyr at kunnskap og læring sees som strukket over – og ikke delt mellom – personer og miljø, slik Lave (1988) sier det i sin innledning av boka "Situated cognition":

[T]here is reason to suspect that what we call cognition is in fact a complex social phenomenon. The point is not so much that arrangements of knowledge in the head correspond in a complicated way to the social world outside the head, but that they are socially organized in such a fashion as to be indivisible. "Cognition" observed in everyday practice is distributed – stretched over, not divided among – mind, body, activity and culturally organized settings (which include other actors). Empirical support for this proposal has emerged recently from research exploring the practice of mathematics in a variety of common settings. These studies converge towards a view that math "activity" (to propose a term for a distributed form of cognition) takes form differently in different situations. The specificity of arithmetic practice within a situation, and discontinuities between situations, constitute a provisional basis for pursuing explanations of cognition as a nexus of relations between the mind at work and the world in which it works. (Lave, 1988, s. 1)

Når kognisjonen er distribuert over aktiviteten, betyr det altså at aktiviteten, det verktøyet som er tilgjengelig og de personene som er involvert er avgjørende for hvordan problemet løses (se sitatet over). Jeg vil illustrere dette med et annet eksempel fra Lave (1988). Hun fulgte blant annet medlemmer i et slankeprogram, som stadig stod overfor problematikk knyttet til mengde mat. I eksemplet skal et medlem av slankeprogrammet finne fram tre kvart av to tredelers kopp med cottage cheese.

The problem solver in this example began the task muttering that he had taken a calculus course in college (an acknowledgment of the discrepancy between school math prescriptions for practice and his present circumstances). Then after a pause he suddenly announced that he "got it!" From then on he appeared certain he was correct, even before carrying out the procedure. He filled a measuring cup two-thirds full of cottage cheese, dumped it out on the cutting board, patted it into a circle, marked a cross on it, scooped away one quadrant, and served the rest. (Lave, 1988, s. 165)

Cottage cheese-eksempelet viser hvordan miljøet problemet er i brukes når problemet løses. I et klasserom, med helt andre ressurser tilgjengelig ville problemet kanskje blitt løst annerledes? Som matematikklærer ville jeg forbundet problemet med multiplikasjon av brøker, imidlertid løses problemet av medlemmet i slankeprogrammet på en helt annen måte. Problemformuleringen brukes som



løsningsstrategi (Lave, 1988), og den brukes sammen med tilgjengelige materielle ressurser til å løse problemet. Kognisjonen er distribuert over aktivitetssystemet (Greeno, 2006). Resnick (1987) beskriver dette som en stor forskjell mellom læring i og utenfor skolen. Mens man i skolen ofte verdsetter tankeprosesser uten hjelp fra fysiske verktøy, er de fleste mentale prosesser utenfor skolen direkte knyttet til bruk av slike verktøy. Kognitive aktivitet er altså ofte formet av hvilke verktøy man har til rådighet (s. 13).

I eksempelet med mengde cottage cheese var kognisjonen distribuert over én person og personens miljø. Som nevnt innledningsvis innebærer begrepet distribuert kognisjon også at kognisjonen er ”strukket over - ikke delt mellom” personer som arbeider sammen. Mennesker som er felles engasjert i en aktivitet har flere erfaringer og ferdigheter enn enkeltpersonene hver for seg. Sammen kan de ofte utrette langt mer enn enkeltpersoner alene. Dette er også noe som i større grad utnyttes utenfor skolen enn innenfor. Resnick (1987) framhever at skolen i stor grad vurderer elevene ut fra hva de kan på egen hånd. Ofte er skoleaktivitetene designet for individuelt arbeid. I motsetning er aktiviteter utenfor skolen gjerne sosialt distribuert. ”Work, personal life, and recreation take place within social systems, and each person’s ability to function successfully depends on what others do and how several individuals’ mental and physical performances mesh” (Resnick, 1987, s. 13).

Når jeg ser kognisjon som sosialt distribuert mellom personer, og når en del av den kognitive ”belastningen” kan tas av materielle ressurser, antar jeg at det samlede aktivitetssystemet (Greeno, 2006) kan utrette langt mer enn enkeltindividene hver for seg. En antropologisk beskrivelse av distribuert kognisjon forbundet med navigering av skip finnes i Hutchins (1990). Her beskrives hvordan navigeringen fordeles ut over både historiske og nyere navigasjonsverktøy og hvordan ulike aktører samhandler i navigasjonen. Ingen enkeltperson kunne utført den komplekse navigasjonen alene. Dette er rikt eksempel på distribuert kognisjon i en virkelig kontekst. Det er ikke uvanlig at arbeidsdeling gjør at belastningen fordeles (se gjerne litteraturoversikten 2.1.2).

Det at kunnskap og læring er distribuert, handler altså om at den kognitive belastningen fordeles ut over personer og materielt miljø. Hvis det er slik Resnick (1987) hevder, at dette utnyttes mer utenfor skolen enn innenfor, er dette et relevant perspektiv å ha med seg inn i denne studien når jeg til slutt skal diskutere hva det betyr

å gjøre undervisningen relevant for elevene på bygg- og anleggsteknikk. Spesielt gjelder dette når jeg også tar som utgangspunkt at all læring er situert, noe som innebærer at man så vel lærer en praksis som innhold. Er skolen et sted hvor det i hovedsak fokuseres på individuell problemløsning, og hvis det samtidig er slik at elevene utenfor skolen forventes å fordele det kognitive arbeidet utover materielle ressurser og miljø, bidrar dette til å gjøre aktivitetene i og utenfor skolen mer forskjellige.

Jeg har nå skissert noen viktige aspekter ved det situative perspektivet på kunnskap og læring, at kunnskap og læring alltid er situert, grunnleggende sosial og distribuert.

Det var en lang prosess å finne et teoretisk rammeverk som kunne belyse mitt datamateriale. I utgangspunktet var Engeströms aktivitetsteori, se for eksempel Engeström, Miettinen, og Punamäki (1999), tenkt som verktøy for analyse. Etter å ha samlet datamateriale, utforsket og vurderte jeg flere teoretiske perspektiver. Blant disse var Laves tidlige arbeid "Cognition in Practice" (1988), Lave og Wengers "Situated learning" (1991) og også Holland, Lachiotte Jr., Skinner, og Cain (2003) "Identity and agency in culturally figured worlds". Det var imidlertid når jeg leste Wengers "Communities of practice" at jeg opplevde å finne en teori som virkelig kunne belyse mitt datamateriale. Spesielt ble identitetsbegrepet til Wenger viktig for meg. Jeg vil nå gjøre rede for Wengers (1998) sosiale praksisteori – som et konkret situativt læringsperspektiv jeg bruker aktivt senere i avhandlingen (se kapittel 7 Analyse på tvers av casene).

### ***3.2 Læring som deltagelse og Wengers sosiale praksisteori***

Wenger (1998) innleder "Communities of practice" med en noe karikerende beskrivelse av våre læringsinstitusjoner. Wenger hevder at disse har en grunnleggende antagelse om at læring er en individuell prosess, at læring har en begynnelse og en slutt, at læring best skjer i adskillelse fra andre aktiviteter og at læring er et resultat av undervisning. Videre hevder han at læringsinstitusjonene ofte vurderer læring ved hjelp av prøver - der kunnskap må brukes utenfor kontekst, og der elevene må arbeide individuelt og samarbeid sees som juks (s. 3). Et resultat av en slik tilnærming, sier Wenger, er at mange opplever læringen i skolen som irrelevant og kjedelig.

Man kan gjenkjenne ”tradisjonell matematikkundervisning” i den beskrivelsen som Wenger gir av institusjonalisert læring. Da tenker jeg spesielt på at læring har blitt sett på som en individuell prosess, og at oppgaver og aktiviteter er dekontekstualiserte. Wenger peker videre på at et ”tradisjonelt plot” (individuell og dekontekstualisert læring) kunne vært en grei modell hvis læring blir sett som små pakker av kunnskap som kan overleveres fra et individ til et annet. I et situativt perspektiv gir imidlertid ikke dette mening.

Med forankring i det situative perspektivet, der kunnskap og læring sees relasjonelt til aktiviteten, kombinert med at individuell læring for Wenger er knyttet til om å bli en bedre deltager i en praksis, foreslår han en annen modell:

What does look promising are inventive ways of engaging students in meaningful practices, and providing access to resources that enhance participation, of opening their horizons so that they can put themselves on learning trajectories that they can identify with, and of involving them in actions, discussions and reflections that make difference to the communities they value. (s. 10)

Wenger foreslår å involvere elevene i praksiser som er meningsfulle for dem, gi elevene tilgang til ressurser som vil styrke deltagelsen i disse praksisene og involvere dem i diskusjoner og refleksjoner som er viktige i disse praksisene. For elevene på bygg- og anleggsteknikk kan dette bety å ta utgangspunkt i problemstillinger fra yrkesfeltet som inneholder matematikk. Så kan elevene få arbeide med å løse disse, slik at elevene styrkes som matematiske problemløsere i egen framtidige profesjon. Videre peker Wenger på identitetsaspektet ved en slik tilnærming. Det å knytte læringen til praksiser elevene er interessert i, vil også gi dem en retning for læringen som de kan identifisere seg med. Har eleven tenkt til å bli murer, og matematikken knyttes opp mot matematiske problemstillinger som en murer vil stå overfor, er det større sannsynlighet for at læringen oppleves som viktig for eleven.

Som nevnt over er individuell læring for Wenger knyttet til *deltagelse i en praksis*. Deltagelse er for Wenger en ”altomfattende prosess” som handler både om å være aktiv deltager i et fellesskap, men også om å konstruere identiteter i relasjon til fellesskapet. I sitatet over som er, rettet mot skolen, fokuserer Wenger på å fremme læringssituasjoner som kan være kompatible med autentiske prosesser slik som også A. Brown et al. (1993) er opptatt av, men det å danne en form for tilhørighet er i tillegg en essensiell komponent. Wenger foreslår i sitatet å sette elever på

læringsbaner<sup>6</sup> de kan identifisere seg med, og på at elevene skal lære å bli aktive deltagere i fellesskap som de verdsetter.

Som mennesker deltar vi mer eller mindre i mange ulike fellesskap. Noen fellesskap blir viktigere for oss enn andre. Det er fellesskap vi verdsetter og som vi ønsker å identifisere oss med. I disse fellesskapene ønsker vi å "bli noen". Elevene på bygg- og anleggsteknikk har valgt sin studieretning høyst sannsynlig for at de vil bli tømrere, murere, rørleggere osv. Man kan derfor anta at de identifiserer seg med læringsbaner som de opplever at fører dem i riktig retning mot sitt framtidige fellesskap og yrke. Identitetsbegrepet i Wengers (1998) sosiale praksisteori hjelper meg å adressere denne identifikasjonen hos elevene, og å drøfte hvilke konsekvenser denne identifikasjonen kan ha for elevenes kunnskap og læring og deres identitetsrelasjon til matematikkfaget og programfaget (se andre forskningsspørsmål, s. 6).

Jeg vil nå gjøre rede for Wengers (1998) læringsperspektiv, der læring er forbundet med sosial deltagelse. Deltagelse handler altså både om å bli aktive deltagere *i praksiser* og å skape *identiteter* i relasjon til disse fellesskapene (s. 4). Jeg vil belyse hvordan læring skjer, og hva som kreves for å støtte læring, i dette perspektivet, og strukturerer framstillingen etter *praksisbegrepet, å kunne i praksis* og *identitetsbegrepet*.

### 3.2.1 Praksisbegrepet

Læring handler for Wenger (1998) blant annet om å bli aktive deltagere i *praksiser*. I dette delkapitlet vil jeg gjøre rede for Wenger praksisbegrep, og jeg vil fokusere spesielt på de aspektene ved praksis som er viktige for min senere analyse, *mening, fellesskap* og *læring*.

Først gir jeg et sitat fra Wenger, der han beskriver praksis som en karakteristisk egenskap for fellesskap. Praksis handler om at når vi som mennesker etterfølger de samme virksomhetene, så tilpasser vi oss hverandre og verden rundt oss kontinuerlig – og slik lærer vi:

---

<sup>6</sup> Jeg oversetter *learning trajectories* til læringsbaner. Når begrepet læringsbaner brukes i resten av teksten er det Wenger (1998) sitt begrep *learning trajectories* jeg viser til.

Being alive as human beings means that we are constantly engaged in the pursuit of enterprises of all kinds, from ensuring our physical survival to seeking the most lofty pleasures. As we define these enterprises and engage in their pursuit together, we interact with each other and with the world and we tune our relations with each other and with the world accordingly. In other words, we learn.

Over time this collective learning results in practices that reflect both the pursuit of our enterprises and the attendant social relations. These practices are thus the property of a kind of community created over time by the sustained pursuit of a shared enterprise. It makes sense therefor, to call these kinds of communities *communities of practice*. (Wenger, 1998, s. 45)

For Wenger (1998) er altså *praksis* noe som over tid vokser fram i et fellesskap, der mennesker etterfølger en felles virksomhet. Praksis blir fellesskapets hverdagslige måte å "takle verden på". Aspekter ved Wengers praksisbegrep som er relevant for meg i denne studien er *meningsforhandling* i praksisene, praksisens rolle i *fellesskapet*, og *læringsprosesser* forbundet med praksisenes utvikling:

- Det er i praksis at sosial forhandling av *mening* skjer
- Praksisen skaper koherens og binder sammen *fellesskapet*,
- Praksisen utvikles over tid og må forstås som en *læringsprosess*

Jeg vil gi en mer utfyllende beskrivelse av disse aspektene.

### *Mening*

Praksis handler ikke bare om "å få ting gjort". I praksisen til et fellesskap finner *sosial forhandling av mening* sted. Denne meningsforhandlingen definerer Wenger (1998) som en tosidig prosess. Meningsforhandling involverer *deltagelse* og *tingliggjøring*. Det er gjennom aktiv *deltagelse* at vi kan ta våre erfaringer med i fellesskapet, at divergerende forståelser kan komme til syne og at vi videreforsandler mening. Samtidig er *tingliggjøringer* viktige i meningsforhandlinger. Gjennom *tingliggjøringene* kan vi koordinere aktiviteten, idet vi har noe felles å forhandle rundt, noe felles å rette oppmerksomheten mot. En *tingliggjøring* er definert som en abstraksjon som behandles som et konkret objekt (Wenger, 1998, s. 58). En begrensning er at *tingliggjøringen* alltid kun vil få fram enkelte sider ved det abstrakte. For eksempel kan en matematisk formel som formelen for arealet av et rektangel *tingliggjøre* begrepet "arealet av et rektangel", likevel ligger det mer til arealbegrepet enn den mening som er innkapslet i kun denne formelen. Ved å kjenne formelen, og kunne anvende den kan mye utrettes, men den vil aldri fullt ut kunne representere

arealbegrepet. En tingliggjøring kan gjøre prosesser meget effektive, men farer er forbundet med at prosessene skjuler en mer omfattende mening, og at utførelsen av prosessen bare blir en ”blind prosess” (Wenger, 1998, s. 61). Deltagelse og tingliggjøringer utfyller hverandre i meningsforhandlingen, og hvordan vekten er fordelt mellom de to vil være avgjørende for hvilken mening som forhandles fram. For mye vekt på deltagelse og for lite på tingliggjøring, kan gjøre at det blir vanskelig å avdekke ulike forståelser, fordi vi ikke har noe konkret å forankre meningsforhandlingen i. Samtidig kan for mye vekt på tingliggjøring og for lite på deltagelse også føre til at ulike forståelser usynliggjøres. Dette fordi man ikke får mulighet til å dele erfaringer og være med i meningsforhandlingen. Mangel på deltagelse blir derfor et hinder for å kunne danne en koordinert, relevant og produktiv mening (Wenger, 1998, s. 65). Deltagelse og tingliggjøring er altså to uatskillelige deler i meningsforhandlingen, der vektingen er avgjørende, og meningsforhandlingen er en prosess som er aktiv og som aldri avsluttes:

[P]articipation and reification are not locked into each other. At each moment of engagement in the world, we bring them together anew to negotiate and renegotiate the meaning of our experience. The process is dynamic and active. It is alive. (Wenger, 2010, s. 179-180)

Vektingen mellom deltagelse og tingliggjøring er altså ikke fast. Så fort vi engasjerer oss i felles handling, så bringer vi disse elementene sammen på ny, og vår felles erfaring og mening igjenforhandles og utvikles. Dermed utvikles også stadig vår praksis. Det er altså i praksisen til et fellesskap at sosial forhandling av mening finner sted.

En annet aspekt ved praksisen, er at den binder fellesskapet sammen. Jeg vil nå gjøre greie for dette aspektet ved praksisen.

### *Fellesskap*

Ikke alle fellesskap er forbundet med en spesiell praksis, og ikke alle typer praksis er bundet til et bestemt avgrenset sosialt fellesskap. Når Wenger (1998) bruker begrepet *praksisfellesskap* er det om fellesskap der praksisen er kilde til å skape koherens i fellesskapet (s. 72). Fellesskap og praksis er altså knyttet sammen. I et praksisfellesskap bidrar praksisen til koherens gjennom tre dimensjoner som jeg vil si litt om.

Den første dimensjonen er *gjensidig engasjement*. ”Practice does not exist in the abstract. It exists because people are engaged in actions whose meanings they negotiate with one another” (Wenger, 1998, s. 73). I et praksisfellesskap holdes altså fellesskapet blant annet sammen med at man engasjerer seg i felles handling. Det holder altså ikke å være på samme sted, men medlemmene i fellesskapet må gjøre noe sammen. I klasserom og verksted er elevene samlet på samme sted, men de har også felles aktivitet som de er involvert i. I matematikk-klasserommet kan det handle om å arbeide med ulike matematiske begreper gjennom felles diskusjon, og på verkstedet kan det handle om å arbeide med ulike bygningsrelaterte oppgaver. Elevene er på samme sted og de har en felles aktivitet som de er engasjert i, og som de forhandler mening i. Wenger (1998) presiserer at selv om praksisfellesskap er definert av gjensidig engasjement, behøver det ikke bety at praksisfellesskapet er homogent eller harmonisk. Medlemmene er forskjellige og har sine interesser, og fellesskapet kan like gjerne preges av konflikt eller kjedsommelighet som av harmoni og glede (Wenger, 1998, s. 77). Det som er avgjørende er altså at medlemmene er engasjert i felles aktivitet og at de forhandler mening i aktiviteten.

Den andre dimensjonen praksis bidrar til koherens i fellesskapet gjennom, er *felles virksomhet*. Felles virksomhet holder praksisen i sjakk, og den gir den sosiale energien retning. For Wenger (1998) er ikke den felles virksomheten noe ytre definert. Hvis dette var tilfelle kunne yrkesfagelevenes virksomhet i matematikk-klasserommet vært definert som matematikkfaget Matematikk 1-PY. Istedet er felles virksomhet kollektivt forhandlet i fellesskapet og den er en respons på situasjonen de er i (Wenger, 1998, s. 77-78). Den kollektivt forhandlede virksomheten vil gjenspeile den kompleksiteten som eksisterer når flere mennesker er sammen i aktivitet, kompleksiteten i gjensidig engasjement. Det handler om at personene må koordinere perspektiver og finne måter å samhandle på. At den kollektive virksomheten er svar på den situasjonen for eksempel elevene er i, betyr at den ikke bare svarer til institusjonelle krav. Det handler like mye om å tilpasse seg alle ressurser og begrensinger som fellesskapet står overfor til enhver tid – og som er helt spesielle for akkurat dette fellesskapet. Medlemmene produserer en praksis for å håndtere sin forståelse av virksomheten. Dermed blir praksisen knyttet til det bestemte praksisfellesskapet på en fundamental måte (Wenger, 1998, s. 80). Videre vil den kollektivt forhandlede virksomheten over tid danne relasjoner med *gjensidig ansvarlighet* som blir en viktig del av praksisen:

Negotiating a joint enterprise gives rise to relations of mutual accountability among those involved. These relations of accountability include what matters and what does not, what is important and why it is important, what to do and not to do, what to pay attention to and what to ignore, what to talk about and what to leave unsaid, what to justify and what to take for granted, what to display and what to withhold, when actions and artifacts are good enough and when they need improvement or refinement. (Wenger, 1998, s. 81)

Wenger hevder her at ansvarlighetsrelasjonene definerer hva som er viktig og ikke, hva man skal være oppmerksom på og hva man kan ignorere i akkurat denne praksisen. Dette har vært et viktig perspektiv for meg å ha i utforskningen av fellesskapene. Jeg har vært opptatt av å få innblikk i praksisen i de to fellesskapene. Når jeg spør hva det betyr å være kompetent i fellesskapene handler det ikke bare om hvilke oppgaver elevene står overfor og skal løse, men også om hva som teller som kompetent atferd i akkurat dette klasserommet og dette verkstedet. Hva er elevene ansvarlige for i disse fellesskapene. Hva er viktig og hva er mindre viktig? Dette er noe som er kollektivt forhandlet fram i fellesskapet - som akkurat dette fellesskapets svar på den situasjonen de er i.

Wenger (1998) argumenterer videre for at det som blir et ansvarlighetsregime blir viktig også for elevenes relasjon til det de gjør.

This communal regime of mutual accountability plays a central role in defining the circumstances under which, as a community and as individuals, members feel concerned or unconcerned by what they are doing and what is happening to them and around them, and under which they attempt, neglect, or refuse to make sense of events and to seek new meaning. (Wenger, 1998, s. 81)

Wenger sier her at ansvarlighetsregimet i praksisen er med på å avgjøre i hvilken grad elevene velger å bry seg om det som skjer og også om deres vilje til å delta i meningsskapingen i fellesskapet. Min tolkning av dette, er knyttet til begrepet *forhandlingsmulighet* (Wenger, 1998) som jeg kommer inn på senere under min drøfting av identitetsbegrepet. Det handler for eksempel om at hvis enkeltdeltagere over tid kun er ansvarlige for å adoptere andres mening, og deres egne meninger ikke blir hørt av fellesskapet, så kan dette lede til at de bryr seg mindre om praksisen. Når dette perspektivet tas, blir ansvarlighetsregimet viktig for meningsforhandling og dermed også for læring. For det første er ansvarlighetsregimet en del av det elevene



lærer, men det vil også være avgjørende for i hvilken grad elevene knytter seg til virksomheten og i hvilken grad elevene velger å delta i meningsforhandling.

I et ansvarlighetsregime er det ikke bare det tingliggjorte ansvaret som er viktig, det handler like mye om å utvikle følelse for hva som er viktig i den lokale virksomheten.”Being able to make distinctions between reified standards and competent engagement in practice is an important aspect of becoming an experienced member” (Wenger, 1998, s. 82). Ansvarlighetsregimet blir fellesskapets fortolkning av det tingliggjorte ansvaret.

Den tredje og siste dimensjonen som praksis bidrar til koherens i fellesskapet gjennom er *felles repertoar*. Gjennom fellesskapets forfølgelse av virksomheten, som er det forhandlede svaret på situasjonen som fellesskapet er i, adopteres og utvikles ressurser. Slike ressurser kan være rutiner, ord, verktøy, måter å gjøre ting på, handlinger og begreper. Disse ressursene har en felles fortolkningshistorie i fellesskapet, men de er også åpne for videre fortolkning og for å anvendes på nye måter. Uansett er repertoaret en unik del av den enkelte praksis.

Jeg går nå redegjort for to aspekter av praksis, at praksis er lokasjon for meningsdannelse, og at praksis holder fellesskapet samlet og skaper koherens i fellesskapet. Nå vil jeg redegjøre for et siste viktig aspekt ved praksis, *læring*.

### *Læring*

Wenger (1998) ser praksisfellesskapene som et sted der vi lærer sammen over tid – vi får *felles læringshistorier*. Et fellesskap må derfor ha nok gjensidig engasjement, når det forfølger felles virksomhet, til å *dele signifikant læring* for å bli sett på som et praksisfellesskap. De felles læringshistoriene konstrueres over tid i meningsforhandling gjennom deltagelse og tingliggjøring. Å kontrollere deltagelse og tingliggjøring, gir en form for kontroll over meningsforhandlingen – og også over hvilke personer deltagerne kan bli i fellesskapet:

Because the negotiation of meaning is the convergence of participation and reification, controlling both participation and reification affords control over the kind of meaning that can be created in a certain context and the kinds of person that participants can become. (Wenger, 1998, s. 93)

Jeg utdyper med et eksempel: I et klasserom kan det tenkes at læreren introduserer ulike tingliggjøringer som konkrete, formler og figurer i undervisningen. Læreren kan også legge føringer for hvordan elevenes samarbeidsstruktur skal være, og hvordan elever ellers får delta i klasserommet. I følge Wenger (1998) har dette betydning for den type mening som skapes og hvem man kan bli i fellesskapet. Det har betydning for hva man lærer og hvilken rolle man får som deltager.

Wengers (1998) sosiale praksisteori søker å forstå læring i praksisfellesskaper, ikke nødvendigvis i læringsinstitusjoner. Læring er derfor ikke nødvendigvis et tingliggjort mål i situasjonene Wenger omtaler (Wenger, 1998, s. 95). Utenfor læringsinstitusjoner, som for eksempel i jobbsammenheng, tenker man seg likevel at man lærer, og det man lærer er en praksis i samsvar med det situative perspektivet: "What they learn is not a static subject matter but the very process of being engaged in, and participating in developing, an on going practice" (Wenger, 1998, s. 95). Det er ikke unaturlig å tenke seg at dette også vil være tilfelle i klasserommet, slik J. Brown et al. (1989) argumenterer for og som jeg har behandlet tidligere.

Wenger (1998) definerer praksis som historier med gjensidig engasjement, forhandling av virksomhet og utvikling av delt repertoar (se under *Fellesskap* s. 48 tidligere i dette delkapitlet). Han ser for seg at læring også skjer langs disse aksene. Læring i praksis inkluderer:

- *Utviklende former for gjensidig engasjement*: Individene lærer hvordan de skal engasjere seg i praksisen, de utvikler relasjoner til hverandre, de utvikler identiteter i praksisen og de får forståelse av hverandres roller i fellesskapet.
- *Å forstå og å innrette virksomheten*: Individene forsøker å forstå virksomheten, og de må forene sine forståelser av den. Videre må de innrette sitt engasjement med den og lære å bli ansvarlig og holde hverandre ansvarlige for den.
- *Utvikle repertoar og diskurser*: Medlemmene må kontinuerlig reforhandle mening i ulike elementer i virksomheten, de må produsere og adoptere ulike verktøy, artifakter og representasjoner, de må finne opp nye begreper og forlate andre og de må lage og bryte rutiner. Wenger (1998, s. 95)

Her, og i tråd med situative teorier generelt, er læring langt fra bare en mental prosess. Læringen endrer vår evne til å delta i praksis, vår forståelse av hvorfor vi engasjerer

oss og hvilke ressurser vi har til disposisjon til å engasjere oss (Wenger, 1998, s. 95-96).

### 3.2.2 Å kunne i praksis

Kunnskap er for Wenger (1998) det læring skal produsere, og er et stadig framvoksende resultat av *meningsforhandling*. Meningsforhandling er knyttet til aktiv deltagelse i aktiviteter, og meningsdannelsen skjer (som jeg har vært inne på) gjennom deltagelse og bruk av tingliggjøringer i et bestemt fellesskap. Den mening som dannes knyttet til prosentbegrepet i et bestemt klasserom, vil ut fra dette perspektivet være annerledes enn den mening som knyttes til prosentbegrepet for ansatte i en butikk. Medlemmene deltar på ulike måter, og benytter seg av ulike tingliggjøringer, og de har ulike mål med aktiviteten (ulik virksomhet). Dette vil videre gi deltagerne i de to fellesskapene forskjellig forståelse for hva kunnskap om prosent er. Derfor hevder Wenger (1998): "[K]nowing is defined only in the context of specific practices, where it arises out of the combination of a *regime of competence* and an experience of meaning" (s. 141, min kursivering). Kunnskap er altså definert kun med hensyn på en spesifikk praksis, og Wenger (1998) knytter kunnskapsdannelsen til kombinasjon *kompetanseregimer* og meningserfaring. For å gå videre trenger jeg å definere begrepet kompetanseregime og også å drøfte hva det betyr at kunnskap vokser fram når kompetanseregimet og meningserfaring kombineres.

For å begripeliggjøre problematikken med at kunnskap kan være ulikt definert i ulike praksiser, snakker Wenger (1998) om *kompetanseregimer*. Et kompetanseregime kan defineres som det som gjenkjennes som kompetent deltagelse i praksis. Kompetent deltagelse inkluderer ifølge Wenger:

- Å kunne *engasjere* seg produktivt med andre i fellesskapet.
- Å forstå *virksomheten* og hva som er viktig i den. Det handler også om å ta ansvar for den, og å være med i den videre forhandlingen av den.
- Å kunne bruke praksisens *repertoar*. (Wenger, 1998, s. 137)

Å være kompetent deltager, handler altså om noe mye mer enn å sitte med bestemt informasjon, eller om å kunne utføre visse prosedyrer. Det handler om å være aktiv deltager langs tre dimensjoner av praksisfellesskap begrepsliggjort gjennom gjensidig

engasjement, felles virksomhet og delt repertoar. Et slikt kompetanseregime blir kontinuerlig erfart og bestemt av medlemmene gjennom deres engasjement i praksis.

Så til hva det betyr at kunnskap vokser fram når kompetanseregimet og meningserfaring kombineres. Wenger (1998) skriver at for at ny kunnskap skal vokse fram, må *meningserfaringer være i samhandling med kompetanseregime* (s. 138). Dette kan skje på to måter: For det første kan læring innebære at et medlem må skaffe seg erfaringer som innrettes etter kompetanseregimet. Gjennom deltagelse i praksis får medlemmet erfaringer som gjør at man lærer i tråd med eksisterende kompetanseregime. Dette kan gjøre et medlem til en mer sentral deltager i en praksis. Her er det kompetanseregimet som muliggjør læring og kunnskapsdannelse. For det andre kan læring innebære at for eksempel et medlem kommer med nye erfaringer som ikke stemmer overens med kompetanseregimet. Da er det kompetanseregimet som må endres. Dette kan skje ved at den som har ny erfaring deler sin erfaring med andre, og at de forhandler fram et endret kompetanseregime. Her muliggjør medlemmet med den nye erfaringen læring og kunnskapsdannelse for fellesskapet. *Samhandling mellom erfaring og kompetanse er viktig for utviklingen av praksis*. At erfaring og kompetanse er for langt fra hverandre, eller for nære, kan svekke læringen (Wenger, 1998, s. 138-139). Oppsummert er altså kunnskap alltid definert spesifikk til en bestemt praksis, og kunnskap vokser fram gjennom samhandling mellom praksisfellesskapets kompetanseregime og deltagerens meningserfaringer.

### **3.2.3 Identitetsbegrepet**

Wengers (1998) identitetsbegrep hjelper meg til å belyse individets forhold til fellesskapet. Uten denne relasjonsdimensjonen ville læring vært gitt av samhandlingen mellom kompetanseregimet til praksisfellesskapet og individets erfaringer. Individets forhold til praksisen, og dette forholdets rolle i læringsprosessen, hadde forblitt utforsket. Identitetsbegrepet gjør imidlertid at jeg kan adressere hvordan individers posisjonering i og til fellesskapet skaper både dynamikk og uforutsigbarhet i læringsprosessen (Wenger, 2010, s. 3). Når læring handler om ”å bli noe/noen” vil det at du identifiserer deg med dette noe/noen være avgjørende for læring. Når det å bli noe/noen i et fellesskap er viktig for deg, betyr det at man vil være mer innstilt på å forhandle mening og å lære i det aktuelle fellesskapet. Videre kan det godt være at en person identifiserer seg sterkt med et fellesskap, men ikke får mulighet til å være med å forhandle mening i fellesskapet. Personen holdes dermed i en posisjon som hindrer

han eller hun å lære. Dette er aspekter som kan belyses ved å anvende Wenger (1998) sitt identitetsbegrep i diskusjonen av mine resultater. Jeg vil nå gjøre rede for dette identitetsbegrepet.

### *Identitet i praksis*

Wenger (1998) trekker paralleller mellom praksis og identitet, og bruker karakteristikker ved praksis (meningsforhandling, fellesskap, læring og grenser) til å karakterisere identitet.

Først er identitet i praksis er en *forhandlet erfaring*. Dette betyr at når Wenger omtaler en persons identitet knyttet til en praksis, er identitet en relasjon som dannes fra tingliggjøringer og deltagererfaringer i kombinasjon. Tingliggjøringer som bidrar i relasjonsdannelsen kan for eksempel være en institusjonelt konstruert beskrivelse av den rollen et medlem skal ha i praksisen, eller personens bilder av hvem han eller hun ønsker å være i praksisen. Disse kan imidlertid aldri utgjøre identiteten alene. Relasjonen kan ikke bare oppfattes gjennom tingliggjøringer, men den oppstår gjennom forhandling av vår deltagelse i praksis:

An identity, then, is a layering of events of participation and reification by which our experience and its social interpretation inform each other. As we encounter our effects on the world and develop our relations with others, these layers build upon each other to produce our identity as a very complex interweaving of participative experience and reificative projections. (Wenger, 1998, s. 151)

I interaksjon med andre og verden opplever vi altså, i følge Wenger, hvordan omgivelsene responderer på vår deltagelse. Sammen med de mer tingliggjorte elementene, produseres stadig vår identitet. For eksempel vil en elev på bygg- og anleggsteknikk ha den mer tingliggjorte rollen som elev i programfaget, men identiteten er ikke kun knyttet til denne statusen. Elevens opplevelse av hvordan fellesskapet møter eksempelvis hans forslag og idéer, vil være med å forme hans identitetsrelasjon til fellesskapet. Blir eleven hørt og hans forslag tatt på alvor, vil han sannsynligvis oppleve en styrket identitetsrelasjon til fellesskapet.

For det andre påvirkes identitetsrelasjonen av at man opplever at man er kompetent deltager i praksisen til *fellesskapet*. Tidligere var jeg inne på at praksis skaper koherens til fellesskapet gjennom gjensidig engasjement, felles virksomhet og delt repertoar. Gjennom gjensidig engasjement lærer vi hvordan vi skal være mot hverandre, hvilke

forventninger vi skal ha til hverandre, og hvordan vi skal arbeide sammen. Vi forstår virksomheten og vi vet hvordan ressurser benyttes. Disse kompetansedimensjonene blir også identitetsdimensjoner. De gjør at fellesskapet ”er kjent” for oss på et vis. Vi føler oss på kjent grunn, at vi blir forstått og at vi kan være med å forhandle mening. Med kompetanse langs disse aksene får vi sannsynligvis en deltagelsesidentitet. Samtidig kan møtet med ukjente praksiser, der vi ikke har kompetanse langs de tre aksene, gjøre at vi kjenner på en relasjon av ikke-deltagelse. Medlemskap i fellesskap kan altså være identitetsbærende fordi vi gjenkjenner oss selv som kompetente eller ikke-kompetente deltagere i praksisen.

For det tredje så påvirker identitetsrelasjonen *læring*. Identitet handler om å kontinuerlig *bli noen* og en persons identitet er i stadig forhandling og endres både innenfor fellesskap og når vi krysser grensene mellom ulike fellesskap. Over tid danner identitetene våre identitetsbaner. Disse banene knytter sammen fortid, nåtid og framtid. De har ikke fast endepunkt, men likevel antas det at de har en midlertidig retning. Dette fordi vi har en, stadig forhandlet, formening om *hvem vi vil bli*. Identitetsbanene har betydning når vi forhandler mening i ulike aktiviteter, da de er med å avgjøre hva som er viktig for oss:

As trajectories, our identities incorporate the past and the future in the very process of negotiating the present. They give significance to events in relation to time constructed as an extension to the self. They provide a context in which to determine what, among all the things that are potentially significant, actually becomes significant learning. A sense of trajectory gives us ways of sorting out what matters and what does not, what contributes to our identity and what remains marginal. (Wenger, 1998, s. 155)

Altså vil den retningen vi har satt oss, ha innvirkning på hva som vi finner viktig og hva vi finner mindre viktig i etterfølgelsen av *den vi vil bli*. Retningen vi har satt kan avgjøre hvilke praksiser som blir viktige for oss, avhengig av opplevelsen av om praksisen passer med retningsvalget eller ei. Dette kan ha stor betydning for *læring*. Hvis vi antar at en elev tenker at det å lære matematikk er viktig for han eller henne, fordi eleven ser kompetanse i matematikk som vesentlig for den han eller hun ønsker å bli, vil dette føre til en sterkere deltagelsesidentitet til praksisen. Identitetsbanene bidrar til å gi mening til det de gjør i fellesskapet – aktiviteten i fellesskapet betyr noe for dem. Hvis, på den annen side, det å lære matematikk ikke gir mening for elevene, vil deltagelsen i fellesskapet bære preg av marginalisering og lavt engasjement som er et hinder for læring.

For det fjerde går personlig identitet på tvers av flere *grenser*. En person deltar i ulike fellesskap, noen er viktige og andre mindre viktige. Han eller hun er alltid sentral deltager i noen fellesskap, og i andre mer perifer. Noen fellesskap blir dermed mer viktige for identitetsutviklingen enn andre. At vi tilhører ulike fellesskap på samme tid betyr at det eksisterer flere identitetsbaner, men de eksisterer ikke uavhengig av hverandre. Noen ganger vil de forsterke hverandre og noen ganger vil de være i konflikt. Hele tiden pågår et arbeid med å avstemme identitetsbanene til hverandre. Sammen utgjør identitetsbanene, som gjensidig påvirker hverandre, en vev av medlemskap som utgjør personlig identitet for et individ.

Til slutt er identitet karakterisert av et *lokalt-globalt* samspill. Praksisen i et fellesskap kan være knyttet til en bredere kontekst. For eksempel kan praksisen i bygg- og anleggsteknikk-klassen knyttes til for eksempel en tømmerpraksis utenfor (hvis det er tømmer en elev vil bli). Dette betyr når elevene er engasjert i den lokale virksomheten i klasserommet, tenker de også over hvordan det de gjør passer overens med tømmerpraksisen utenfor. Identiteten i en praksis vil altså alltid være et samspill mellom det lokale og det globale (Wenger, 1998).

Til nå har jeg omtalt hva identitet er og hvordan den formes. Nå vil jeg gå over til vise begreper som Wenger bruker til å karakterisere personers identitet i ulike fellesskaper. Først og fremst snakker Wenger om identiteter preget av *deltagelse* og *ikke-deltagelse*.

### *Deltagelse og ikke-deltagelse*

Vår personlige identitet defineres ikke bare av hvem vi er, men også av hvem vi ikke er. Hele tiden møter vi praksiser som vi ikke er deltager i - og som vi ikke ønsker å være deltager i. Erfaringen av ikke-deltagelse er med å bygge vår identitet gjennom å definere for oss selv hvem vi ikke er. Noen ganger kan imidlertid erfaringer av deltagelse og ikke-deltagelse komme i kontakt og være med å definere hverandre.

Innenfor et praksisfellesskap skiller Wenger (1998) mellom to typer ikke-deltagelsesidentiteter som dannes i slik kontakt. Den første typen karakteriseres av at et nytt medlem i en praksis får en *perifer* deltagelsesidentitet. Her er det deltagelsesidentitet som dominerer over ikke-deltagelse. Medlemmet vil få erfaringer av ikke-deltagelse fordi han eller hun for eksempel verken forstår hvordan man

engasjerer seg med andre, ikke forstår virksomheten eller ikke kan bruke repertoaret. Imidlertid preges en perifer deltagelsidentitet av at den skal åpne for mer sentral deltagelse. Den andre typen ikke-deltagelse kalles *marginal*. Her forhindres medlemmet fra mer sentral deltagelse. Medlemmet kan for eksempel holdes i en marginal posisjon av andre deltagere, eller av institusjonelle føringer som for eksempel høy grad av prosedyrearbeid, lite ansvar, at man hindres innsikt i prosesser osv.

Blandingen av deltagelse og ikke-deltagelse som former vår personlige identitet definerer og påvirker hvordan vi lokaliserer oss i det sosiale landskapet, hva vi bryr oss om og hva vi neglisjerer, hva vi forsøker å forstå og hva vi ignorerer og hvor vi retter vår energi (Wenger, 1998). Hvis man velger en ikke-deltagelsesreaksjon til et fellesskap, vil dette antagelig bety at man avstår fra å forstå diskurser i dette fellesskapet. Vi retter oppmerksomheten først og fremst mot fellesskap vi ønsker å være sentrale deltagere i. I disse, og relevant for min diskusjon, er det ifølge Wenger sannsynlig at hvis et medlem likevel holdes i en marginal posisjon og opplever en vedvarende identitet av ikke-deltagelse, så vil energien som rettes mot dette fellesskapet avta. Medlemmet vil etter hvert velge å ikke bry seg og heller ikke forsøke å forstå elementer i praksisen.

### *Måter å tilhøre fellesskap på*

Identitet formes av erfaring av tilhørighet. Jeg har vært inne på hvordan *engasjement i et fellesskap* gir tilhørighet, gjennom for eksempel deltagelse i felles aktivitet, at man samler felles erfaringer, at man er med i dannelsen av kompetanseregimet og i at relasjoner mellom mennesker dannes (Wenger, 1998, s. 184). Erfaring av tilhørighet kan imidlertid også oppstå i form av *forestillinger* om praksisen til fellesskap både i og utenfor de man har direkte tilgang til, og til slutt gjennom at lokal aktivitet *innrettes* etter en større struktur eller en større virksomhet (Wenger, 1998, s. 173-174). Når man betrakter identitetsdannelse er det altså ikke bare tilhørigheten til den bestemte praksisen som må utforskes, men vi bør se alle i sammenheng. Jeg vil si litt om de tre ulike tilhørighetserfaringene.

Tilhørighet gjennom *engasjement* tilbyr en umiddelbar gjensidighet, samt en slags avgrensing, som ikke finnes i de andre måtene å tilhøre på. Gjensidigheten gjør at vi bidrar til å utvikle de lokale virksomhetene som vi også bruker til å definere oss selv. Vi har muligheten til å være med å forme vår praksis, så vel som å la den forme oss.



Det er viktig å påpeke at for sterk eller kun ensidig tilhørighet basert på lokalt engasjement kan være begrensende. Hvis den lokale praksisen skjuler for eksempel relasjoner til andre praksiser som former ens egen, blir vår læring begrenset fordi identitetsrelasjonen knyttes så sterkt til den ene ”innkapslede” praksisen (Wenger, 1998, s. 175). Vi relaterer oss ikke til det som er utenfor den lokale praksisen. Jeg kan tenke meg at enkelte skolematematiske praksiser kan bære preg av en slik innkapsling.

Tilhørighet gjennom *forestillinger*<sup>7</sup> er ikke begrenset til lokalt engasjement, men betyr også at vi knytter oss til fellesskap som vi ikke har direkte tilgang til. Et eksempel kan være at en elev på bygg- og anleggsteknikk knytter seg til en forestilling om murerpraksisen. Hvis eleven vil bli murer, og har en oppfatning av hvordan en murerpraksis er, kan dette gi han en form for tilhørighet til murerpraksisen. Relasjonen blir en del av elevens identitet, og kan være med å styre for eksempel hva eleven synes det er viktig å lære, og hva han finner mindre viktig. Det presiseres at forestillingene kan være mer eller mindre korrekte, men de blir uansett oppfattet som virkelige av eleven selv og blir viktige for læring.

Som tilhørighet gjennom forestillinger er heller ikke tilhørighet gjennom *innordning*<sup>8</sup> begrenset til lokalt engasjement. Innordning handler om å koordinere energi, handlinger og praksiser. Det kan handle om at en tømrer koordinerer sine handlinger med andre håndverkere for å sette opp en garasje – altså en form for innordning mot et større mål. Det kan også handle om elever som innretter seg etter lærerens forventninger i den lokale matematikkpraksisen i klasserommet. Det kan handle om at mange elever spredt utover i Norge forbereder seg til en sentralgitt eksamen og dermed innretter seg etter den. Det kan handle om at elevene på en skole innretter seg etter det skolerelementet som er der. I disse eksemplene skapes tilhørighetsrelasjoner, som ikke behøver å være knyttet til direkte engasjement i en lokal praksis eller forestillinger. Det handler om tilhøre gjennom at energien er rettet mot det samme. Innordning kan være styrkende. Når flere mennesker med ulike kompetanser kommer sammen og innordnes mot et mål, kan man oppnå mye mer enn man kunne alene.

---

<sup>7</sup> Jeg oversetter Wengers (1998) begrep *imagination* med *forestillinger*, selv om begrepet i dansk utgave (Wenger, 2004) oversettes med *fantasi*. Jeg oppfatter begrepet som at man har forestillinger om hvordan andre praksiser kan være. Disse er mer basert på for eksempel bilder fra og fortellinger om virkelige praksiser enn det ren fantasi er.

<sup>8</sup> Jeg oversetter Wengers (1998) begrep *alignment* med *innordning* slik det gjøres i dansk utgave (Wenger, 2004).

Imidlertid kan innretting også være begrensende for individet. En sterk innretting kan begrense individets mulighet til å handle ut fra egen forståelse (Wenger, 1998, s. 181).

Jeg har til nå gitt en oversikt over hva identitet i praksis er, og at den kan karakteriseres på ulike måter. Nå vil jeg gå mer inn på hvordan identitetsrelasjonen til visse fellesskap formes.

### *Identifikasjon og forhandlingsmulighet*

Erfaringen av deltagelse og ikke-deltagelse som former våre identiteter konstitueres av to hovedkomponenter (Wenger, 1998). Den første er *identifikasjon* som er en form for av assosierings- eller differensieringserkjennelser. Om individet føler en sterk assosiasjon til et fellesskap eller til en prosess vil det ha betydning for individets identitetsrelasjon til fellesskapet eller prosessen. Det kan imidlertid skje at et individ opplever en sterk identifikasjon med fellesskapet eller prosessen, men likevel ikke får mulighet til å være med i meningsdannelsen som har betydning i fellesskapet eller for prosessen. Da kan individet, på tross av sterk identifikasjon med fellesskapet eller prosessen, likevel få en erfaring av ikke-deltagelse. Den andre hovedkomponenten som er med å forme våre identiteter er ifølge Wenger (1998) *forhandlingsmulighet*, som nettopp omfatter individets mulighet til å være med å forhandle mening (s. 197). Identitetsdannelse sees altså som en tosidig prosess. Jeg vil gå litt nærmere inn på disse to prosessene.

#### **Identifikasjon**

Assosierings- og differensieringserkjennelser kan ifølge Wenger (1998) oppstå i alle måter å tilhøre på. De oppstår gjennom tilhørighet i form av

- *engasjement* i praksis: Identifikasjonen oppstår både i forholdet til hva et individ gjør og til hvem individet agerer sammen med. Det viktige her er at erkjennelsene oppstår i direkte handling – i det å gjøre.
- *forestillinger*: Forestillinger gjør at individet kan ”bevege seg” utenfor det umiddelbare. Mennesket kan danne seg bilder av fellesskaper utenfor de man er direkte engasjert i. Disse bildene kan være mer eller mindre korrekte, men de er likevel viktige. Basert på bildene vil individet skape assosierings- eller differensieringserkjennelser til fellesskapene. Identifikasjon gjennom engasjement og identifikasjon gjennom forestillinger påvirker hverandre. Engasjement i praksis kan bidra til å skape forestillinger av verden utenfor.

Samtidig kan forestillingene, og hvordan vi relaterer oss til dem, påvirke vårt engasjement i praksis (Wenger, 1998, s. 195)

- *innordning*: Det at flere styrer sin energi i samme retning, kan føre til at man får ta del i noe stort. Imidlertid kan innordning også handle om å fokusere på en oppgave, å innrette seg etter diskursene i et fellesskap, å innrette seg etter normer og regler osv. Innordning kan være styrt av frivillighet eller av makt. En helt frivillig og selvstyrt innordning, vil antagelig føre til sterkere assosieringserkjennelser enn den som er styrt av makt. Overdreven maktbruk for å tvinge innordning, kan lede til opposisjon og differensieringserkjennelser hos den som blir utsatt for dette.

Identifikasjonsprosessene bestemmer hva som betyr noe for oss. Likevel, og som jeg nevnte innledningsvis, kan man selv med sterk identifikasjon oppleve erfaring av ikke-deltagelse. Dette kan skyldes at man ikke får anledning til å forhandle mening forbundet med et man identifiserer seg med. Jeg vil nå se på denne komponenten av identitetsdannelse.

#### **Forhandlingsmulighet**

Forhandlingsmulighet handler om muligheten et medlem har til å bidra med å forme meningene som er viktige i fellesskapet:

Negotiability refers to the ability, facility, and legitimacy to contribute to, take responsibility for, and shape the meanings that matter within a social configuration. Negotiability allows us to make meanings applicable in new circumstances, to enlist the collaboration with others, to make sense of events, or to assert our membership. Just as identification is defined with respect to communities and forms of membership in them, negotiability is defined with respect to social configurations and our positions in them. (Wenger, 1998, s. 197).

Her sier Wenger at forhandlingsmulighet gjør det mulig for en deltager å gjøre kunnskap anvendbar i nye sammenhenger, å samarbeide med andre, å gi mening til hendelser, og å styrke medlemskapet. Forhandlingsmulighet er definert med hensyn på den sosiale sammenhengen og deltagerens posisjon i den. I for eksempel et matematikk-klasserom, vil forhandlingsmulighet ha med elevens evne til å bidra til å forme meninger som betyr noe i dette klasserommet. Klasserommet kan sees som en sosial konfigurasjon, og elevens forhandlingsmulighet vil til en viss grad være avhengig av elevens posisjon i klasserommet. Forhandlingsmuligheten vil være med å forme elevens identitetsrelasjon til fellesskapet i matematikk-klasserommet, da den

kan gi erfaringer av både deltagelse og ikke-deltagelse. Opplever elevene for eksempel at de har forhandlingsmulighet – at deres meninger betyr noe – i matematikk-klasserommet vil det gi deltagelseserfaring som styrker identitetsrelasjonen til klasserommet.

I en sosial konfigurasjon eksisterer det ifølge Wenger (1998) en *meningsøkonomi*. En økonomi er en enhet av en viss størrelse der det foregår produksjon og foredling, og jeg tolker derfor Wengers (1998) begrep som en sosial konfigurasjon der det foregår *produksjon og forhandling av mening*. I en meningsøkonomi produseres ulike meninger og de konkurrerer om å få definere ulike hendelser, handlinger eller artefakter (Wenger, 1998, s. 199). I en slik meningsøkonomi oppnår ulike meninger en bestemt verdi eller status. En meningsøkonomi vil eksistere i for eksempel et matematikk-klasserom. Elever i et klasserom kan oppleve at det er lærerens meninger som har høy status, og at deres meninger har mindre verdi. For å kunne begrepliggjøre hvor i meningsøkonomien meninger av betydning befinner seg, innfører Wenger (1998) begrepet *eierskap til mening*. I eksempelet med klasserommet der lærerens meninger har høyest status, og der elevenes har lav status, vil eierskapet til mening ligge hos læreren. Eierskap til mening defineres som i hvilken grad et individ kan gjøre nytte av, påvirke, kontrollere, modifisere eller hevde meningene som framforhandles som sine egne (Wenger, 1998, s. 200). I en meningsøkonomi kan eierskap til mening være delt – det betyr at flere er aktive og betydningsfulle i meningsforhandlingen. Dette vil kunne gi sterkere identitetsrelasjoner for flere til fellesskapet.

Hvordan eierskap til mening er plassert i meningsøkonomien, kan være en følge av for eksempel en rolle (for eksempel lærerrollen) eller strukturen i en institusjon. Likevel vil det alltid foregå en forhandling i praksis om hvor eierskap til mening virkelig lokaliseres. De som fremmer meninger som *gjenkjennes som en kompetent fortolkning* i en sosial sammenheng vil oppnå økt eierskap til mening.

En meningsøkonomi kan ha ta form av gjensidig engasjement, forestillinger og innretting:

*Forhandlingsmulighet gjennom gjensidig engasjement:* Når flere individer deltar gjensidig i en form for aktivitet vil det ofte foregå både produksjon av meningsforslag

og adopsjon av disse. Gjennom gjensidig engasjement vil det over tid vokse fram en meningsøkonomi der eierskapet til mening er fordelt ulike måter. Det kan vokse fram en meningsøkonomier der enkelte medlemmer får større betydning, og enkelte får mindre betydning, i meningsforhandlingen. Dette kan da bety at enkelte produserer meningsforslag, mens andre bare må adoptere disse. Wenger peker på at en slik deling vil føre til at deltagere som i stor grad må adoptere idéer, vil oppleve erfaringer av ikke-deltagelse og står i fare for å bli marginaliserte deltagere i fellesskapet:

If production and adoption become consistently separable, the distinction between them becomes an issue of marginality. Members whose contributions are never adopted develop an identity of non-participation that progressively marginalizes them. Their experience becomes irrelevant because it cannot be asserted or recognized as a form of competence. (...) [L]earning requires an interplay between experience and competence. A split between production and adoption of meaning thus compromises learning because it presents a choice between experience and competence: you must choose between your own experience as a resource for the production of meaning and your membership in a community where your competence is determined by your adoption of other's proposals for meaning. (Wenger, 1998, s. 203)

Wenger hevder her at er læring et samspill mellom erfaring og kompetanse. Erfaring kan drive kompetanse eller omvendt, men det er et samspill. Når dette samspillet hindres, og for eksempel individet bare må adoptere andres ideer og sette til side egne erfaringer, vil individet utvikle en identitet av ikke-deltagelse og læringen vil svekkes:

[W]hen some always produce and some always adopt – the local economy of meaning yields an uneven ownership of meaning. This situation, when it persists, results in a mutually reinforcing condition of both marginality and inability to learn. (Wenger, 1998, s. 203)

*Forhandlingsmulighet gjennom forestillinger:* Gjennom forestillinger kan man åpne tilgang til andre praksiser. For eksempel kan en artefakt bidra til dette. Jeg kan tenke meg at en bygg- og anleggsfaglærer for eksempel kan bruke en arkitekttegning av et hus for å åpne for meningsforhandling om en praksis som er utenfor klasserommet. En historie fra praksis kan virke på samme måte. Bygg- og anleggsfaglærerens historier fra egen yrkespraksis kan bidra med å gi elevene *indirekte erfaringer* (Wenger, 2010, s. 190) av en praksis som de egentlig ikke har tilgang til. Gjennom slike forestillinger kan elevene delta i meningsforhandling, selv om forestillingene i varierende grad gir et riktig bilde av fellesskapet de utgir seg for å representere. Forhandlingsmuligheten vil gi en erfaring av deltagelse. Imidlertid kan man også møte på historier eller artefakter

fra andre praksiser som man ikke forstår i tilstrekkelig grad til at de åpner mulighet for forhandling. Dette kan føre til erfaringer av ikke-deltagelse, da det oppleves at eierskapet til mening er hos noen andre.

*Forhandlingsmulighet gjennom innordning:* Ifølge Wenger (1998) er dette den formen for tilhørighet som påvirker evne til forhandling mest. To ytterligheter av innordning gir opphav til ulik forhandlingsmulighet hos for eksempel elever i et klasserom: På den ene siden kan deltagelsesstrukturen preges av forhandling, argumentasjon, inspirasjon og tillit til hverandre. Slik oppnås innordning gjennom delt eierskap til mening. På den annen side kan høy prosedyregrad og vertikal ledelse føre til innordning der forhandlingsmuligheten for deltagerne er lav. Det å kreve innordning uten å dele eierskap til mening, kan være effektivt i en praksis. Wenger (2010) peker imidlertid på at en virksomhet som er basert på slik innordning vil være skjør og utsatt. Innrettingen blir for avhengig av at problemene eller oppgaver er av akkurat samme type, eller gis under akkurat de samme betingelsene. Anvendbarheten av kunnskapen blir smal. Hvis forutsetninger eller miljø endres, slik at den faste prosedyren ikke kan brukes, kan det hende deltagerne ikke er i stand til å løse oppgaven.

Jeg har til nå gitt en oversikt over det overordnede teoretiske fundamentet mitt i delkapittel 3.1, der jeg fokuserte på situative læringsperspektiver. I 3.2 har jeg gitt en oversikt over deler av Wenger (1998) sin sosiale praksisteori som er viktig for min videre analyse. Nå vil jeg behandle og gjøre rede for min forståelse av begrepet ”kompetent deltager” som er et nøkkelbegrep i mitt forskningsspørsmål.

### **3.3 Betydningen av å være kompetent deltager**

Når jeg vil studere ’hva det betyr å være kompetent’ kunne dette indikert et kognitivt perspektiv, og i matematikdidaktisk sammenheng er det lett å trekke assosiasjoner til for eksempel Kilpatrick, Swafford, og Findell (2001) sitt begrep ”strands of mathematical proficiency”. Imidlertid forsøker disse forfatterne å beskrive de kognitive endringene de ønsker å fremme i elevene, slik at de skal lykkes i å lære matematikk (s. 116). Kompetanse refereres mer til som *type ferdigheter* elevene skal tilegne seg. Disse ferdighetene sees uavhengig av tid og rom. Selv om ”komponentene” som beskrives av Kilpatrick og medforfatterne er viktige i et kognitivt perspektiv, ønsker jeg her å se kompetanse i et *situativt perspektiv* der

kunnskap og læring er *situert, sosial og distribuert*. Når jeg spør: ”Hva betyr det å være kompetent i de to ulike fellesskapene programfag og matematikkfag?” bygger spørsmålet på en antagelse om at *hva det betyr å være kompetent* er tidsmessig konstruert av deltagerne i det enkelte klasserommet eller verkstedet.

I et situativt perspektiv kan man tenke seg at det finnes to ulike former for *kunnskap* i fellesskapet. Kollektiv kunnskap omhandler det gruppen samlet evner i praksis, mens individuell kunnskap er individets evne til å delta i disse praksisene (Greeno et al., 1996). Denne delingen finner jeg også hos Wenger (1998). Når jeg spør ”hva betyr det å være kompetent i fellesskapet” hører dette inn under den sistnevnte individuelle ”kunnskapskomponenten”. Hva det betyr å være kompetent, handler om hva elevene må gjøre eller vite for å bli sett på som å klare seg godt i fellesskapet - av læreren eller av de andre elevene i klasserommet. Det er altså knyttet til individets evne til å delta i den lokale praksisen. Sammenliknet med kognitive perspektiv, innebærer dette å skifte fokus fra individet som enhet for analyse til klasserommet/verkstedet (fellesskapet) som individene er del av. Det er det lokale fellesskapets konstruksjon av ”betydningen av å være kompetent” som er i fokus.

Når jeg spør hva det betyr å være kompetent antar jeg videre at den deskriptive analysen (kategorisering av datamateriale) vil gi resultater som gjennom substansiv analyse (datamaterialet analysert med teoretiske perspektiver) blir min konstruksjon av hva det betyr å være kompetent i fellesskapet (se kapittel 4 Metodologi). Jeg refererer til denne som kompetansekonstruksjonen videre.

Gresalfi et al. (2009) foreslår et teoretisk rammeverk for å studere systemer med kompetansedannelse som mål, som klasserommet. Forfatterne fjerner seg, i likhet med perspektivet jeg tar, fra tanken om at kompetanse er en egenskap med individet som kan defineres eksternt, men hevder heller, i tråd med sosiokulturelle teorier, at individuell kompetanse er en attributt ved *elevers deltagelse* i klasserommet som aktivitetssystem (med referanse til Bauersfeld (1995) og Greeno og MMAP (1998)). Hva som teller som ”å være kompetent” blir konstruert i aktivitetssystemet, og kan variere fra aktivitetssystem til aktivitetssystem, eller fra klasserom til klasserom. Om en person ansees som kompetent er altså ikke en karakteristikk ved eleven, men heller en blanding av hvilke muligheter en elev har til å delta kompetent og hvordan eleven gjør bruk av disse mulighetene (Gresalfi et al., 2009, s. 50).

Forfatterne redefinerer kompetansebegrepet og hevder at kompetanse slik den blir konstruert i klasserommet påvirker både hva som teller som matematikk, og hvem som bestemmer hva som teller (Gresalfi et al., 2009, s. 51). Læreren er en viktig aktør i å posisjonere hva som er kompetent atferd i klasserommet, og kompetanse er konstruert i interaksjonene mellom aktørene i dette rommet. Et resultat er at det som betegnes som kompetent i ett klasserom ikke behøver å være det i et annet.

Kompetansesystemet, slik det defineres av Gresalfi et al. konstrueres av deltagerne i deres praksis, og dannes i det lærere og elever sammen «forhandler fram» *hvilken type matematisk 'agens' oppgavene og deltagelsesstrukturen* åpner for, hva elevene er *ansvarlige for* å gjøre, og hvem de er *ansvarlige ovenfor* for å være gode deltagere i aktivitetssystemet. Gresalfi et al. (2009) sitt teoretiske rammeverk blir brukt til å analysere deler av mitt datamateriale som handler om hva elevene gjør i sitt daglige arbeid for å delta som kompetente i verksted og klasserom sammen med Wenger (1998) (se delkapittel 7.2). Nå vil jeg kort gjøre rede for de sentrale begrepene i Gresalfi et al. sitt rammeverk, *agens* og *ansvarlighet*.

### 3.3.1 Agens

Agensbegrepet som Gresalfi et al. (2009) bruker i sitt rammeverk bygger på agensbegrepet til Pickering (1995). *Menneskelig agens*, slik den behandles av Pickering, kan ha to underkategorier. *Klassisk menneskelig agens* assosieres med å være posisjonert til å dele innsikt, utøve skjønn, gjøre valg og være med å ta beslutninger (s. 116). Gresalfi et. al. assosierer også utforskning og strategilegging, med denne type agens. Pickerings begrep *disiplinær agens* er det også mennesket som utøver, men den assosieres med en form for menneskelig passivitet likevel. Den er karakterisert ved at mennesket utøver en rekke av gitte manipulasjoner (s. 115). For eksempel utøver en person disiplinær agens når han bruker veletablerte prosedyrer (fra disiplinen) og følger forhåndsbestemte steg. Personen overgir seg på en måte til disiplinen, og agerer mer som en datamaskin som utfører en algoritme enn som et fritt, selvstendig tenkende menneske. Et siste viktig begrep fra Pickering er hans *dans mellom agens* som omfatter samspillet mellom *materiell agens* og *menneskelig agens* i naturvitenskapelig forskning. En slik dans eksemplifiseres med vitenskapsmannens forsøk på å lage en helt ny maskin med mål å *fange materiell agens* og dermed få kunnskap om naturvitenskapelige fenomen. Han utøver *menneskelig agens* i fasen der maskinen utvikles. Så må maskinen testes. Vitenskapsmannen setter seg tilbake og ser hvordan maskinen arbeider. Her er mennesket passivt og materiell agens (i maskin og



materiale) får virke fritt . Enten virker maskinen som ønsket, eller hvis den ikke gjør det, må menneskelig agens spille en rolle igjen. Den retningen vitenskapsmannen forsøkte førte ikke fram, han må forsøke noe annet (s. 21-22). Dette kaller Pickering for *dans med agenser*, og dette er en prosess preget av en *dialektikk med resistans og akkomodasjon* (s. 22). Så langt er *dans med agenser* en dans mellom materiell agens og menneskelig agens. Imidlertid hevder Pickering (1995) at en tilvarende dans kan sees i en begrepsmessig praksis som matematikk. Her kan dansen mellom agenser sees som en dans mellom den *klassiske menneskelige agenten* som handler ut fra ”skjønn og klokskap” og *disiplinær agens*. Dansen handler om å flette sammen de frie ”bevegelsene” og de ”faste” i praksisen. Når jeg benytter begrepet *dans mellom agenser* for å begrepliggjøre praksiser i denne avhandlingen er det dansen mellom klassisk menneskelig agens (heretter kalt bare menneskelig agens) og disiplinær agens jeg adresserer. Agensbegrepet har blitt viktig i avhandlingen, og har hjulpet meg med å beskrive ulike framtrede aspekter ved praksisene.

### 3.3.2 Ansvar

Gresalfi et al. (2009) sitt ansvarlighetsbegrep har to sider. Forfatterne deler inn i *ansvarlighet for* som refererer til hva elever er ansvarlige for/trenger å vite, og *ansvarlighet overfor* som refererer til hvem elevene må overbevise. Disse begrepene har vært viktig for å sette ord på, og å kunne strukturere og analysere, forskjeller mellom verkstedet og matematikk-klasserommet når det gjelder det arbeidet elevene utøvde. *Ansvarlighet for* har vært viktig i å beskrive hvilke typer arbeid elevene var ansvarlig for å utøve, og hvilke krav som lå i arbeidet elevene utøvde i fellesskapene matematikk-klasserom og verksted. *Ansvarlighet overfor* hjalp til å adressere forskjeller i hvem elevene svarte til i de ulike fellesskapene, men også hvordan dette var med å forme hva elevene fokuserte på. Gresalfi et al. bruker begrepene til å adressere forskjeller i to klasserom der det ene viste seg å være spesielt mottakelig for elevens egne måter å tenke på, mens det andre var mer fokusert på å forsterke det å tenke på en bestemt måte. *Ansvarlighet overfor* bidro for forfatterne til å belyse hvordan hvem man er ansvarlig for er med på å forme hvilken type ferdigheter som anvendes, og hva man fokuserer på i arbeidet man gjør:

[C]lassrooms in which students are accountable for demonstrating their understanding only to the teacher requires convincing only one person (who ostensibly, already understands the

mathematical content) that an explanation or solution make sense. In contrast, classrooms in which students are accountable to their classmates as well as their teachers often require that students do much more work in order to convince their peers that their solutions make sense. As a consequence, students in such classrooms may have many more opportunities to respond to questions and revise their solutions. (Gresalfi et al., 2009, s. 53)

Det å skulle være ansvarlig overfor eller det å måtte forklare og rettfærdiggjøre sin løsning bare overfor en lærer, slik det kan være i et tradisjonelt matematikklasserom skilles fra det å være ansvarlig overfor medelever. Ifølge Gresalfi et al. krever det mer å overbevise medelever om at løsninger gyldige, enn å overbevise en lærer som kan stoffet. Slik jeg tolker dette, kan hvem man er *ansvarlig for* føre til at utførelsen av oppgaver, og hva elevene velger å fokusere på, bli ulik. Som et resultat vil man også få ulike erfaringer i arbeidet med oppgaven. For Gresalfi et al. knyttes *ansvarlig for* og *ansvarlig overfor* til to matematikk-klasserom, og dermed blir begrepene spesielt orientert om matematikkfaget. For å definere hvem elever er ansvarlige for, hvem de er ansvarlige overfor og hva slags agens elevene kan utøve - forsøker forfatterne å besvare spørsmål som hvordan ideer entrer klasseromsfellesskapet og hvem som forventes å forfatte eller kritisere andres idéer (Povey, Burton, Angier, & Boylan, 1999). De sistnevnte spørsmålene er kanskje mer allmenngyldige. Videre informeres imidlertid definisjonene av de tre begrepene for det enkelte fellesskapet av karakteristikker som hvilke argumentasjonsnormer og krav til begrunnelser som eksisterer i det spesifikke klasserommet, åpenheten i oppgavene som gis, og hvilke krav som stilles til resultat/løsning (s. 54). Enkelte av disse karakteristikkene passer best for matematikkfaget. Hvordan ideer entret fellesskapet og hvem som var forventet å forfatte eller kritisere andres ideer ble imidlertid viktige elementer i min analyse av både matematikkfellesskapet og verkstedfellesskapet. Imidlertid ble *agens*, *ansvarlighet for* og *ansvarlighet overfor* definert av noen tilsvarende og noen tilleggselementer. For meg ble begrepene inspirert av Gresalfi et al., men definert av min egen deskriptive analyse (se 7.2.1).

### **3.4 Oppsummering**

I dette kapitlet har jeg gitt en oversikt over det *situative perspektivet* jeg har tatt i avhandlingen. Min grunnantagelse er at læring er *situert*, *sosial* og *distribuert* (Putnam & Borko, 2000) og jeg har gjort rede for hva jeg legger i dette. Videre har jeg lagt frem aspekter ved Wenger (1998) sin sosiale praksisteori som har vært viktige i analysen på tvers av casene (se kapittel 7). Jeg begrunnet også mitt valg av Wengers sosiale

praksisteori som mitt hovedrammeverk for analyse, med hans grundige behandling av hvordan individets forhold til fellesskaper spiller inn i læringsprosesser (Wengers *identitetsbegrep*). Til slutt gjorde jeg rede for noen begreper som har hatt en støttefunksjon i analysen, begrepene *agens* (Pickering, 1995) og *ansvarlighet* (Gresalfi et al., 2009). Jeg vil nå gå over til å beskrive metodologien i studien.



## 4. Metodologi

I dette kapitlet vil jeg redegjøre for studiens *metodologi*. Ordet metodologi kommer fra de greske ordene *methodos* som betyr ”veien til et mål” og *logos* som betyr ”teori” (Delanty & Strydom, 2003). I dette forskningsprosjektet søker jeg kunnskap som kan gi grunnlag for å diskutere hva det betyr å gjøre matematikkundervisningen relevant for elever på Vg1 bygg- og anleggsteknikk. Metodologien kan da sees på som teorien om hvordan jeg tilegner meg denne kunnskapen (Delanty & Strydom, 2003).

Når jeg sier jeg skal redegjøre for studiens metodologi betyr det å framstille hvordan jeg har gått fram for å få ny innsikt og for å konstruere ny kunnskap, men også å redegjøre for og løfte fram det grunnlaget jeg har gjort mine metodevalg på (Goodchild & English, 2005). Noe inspirert av Merriam (2009), vil jeg i dette metodologikapitlet posisjonere studien og knytte den opp mot et *paradigme*, gjøre rede for studiens design, valg av informanter, datainnsamling, og analyse. Til slutt i dette kapitlet vil jeg gjøre noen etiske betraktninger.

### 4.1 Posisjonering og paradigme

Forskerens teoretiske fundament påvirker alle avgjørelser som er del av forskningsprosessen, også valg av metode (Mertens, 2005). Det kan være nyttig å situere forskningen innenfor et *paradigme* som sier noe om hvordan jeg, som forsker, ser verden – det jeg skal forske på og det jeg ønsker å få kunnskap om. Et *paradigme* er definert av Guba og Lincoln (1994) som et grunnleggende system av overbevisninger eller verdenssyn som guider forskere, ikke bare i metodevalg, men også på ontologisk og epistemologisk grunnleggende måter (s. 105). Jeg vil her argumentere for å situere egen forskning i et *konstruksjonistisk*<sup>9</sup> forskningsparadigme (Creswell, 2013; Guba & Lincoln, 1994; Mertens, 2014).

---

<sup>9</sup> Jeg velger å bruke ordet ”konstruksjonistisk” istedenfor ”konstruktivistisk” for å hindre forveksling mellom forskningsparadigme og læringsteori. Ifølge Bryman (2008) blir ontologisk konstruksjonisme ofte referert til som konstruktivisme (s. 692).

### 4.1.1 Ontologi

Ontologi handler hvilken form virkeligheten har og hva vi kan vite om den. Jeg vil nå gjøre rede for noen grunnleggende ontologiske antagelser i studien.

Vi kan skille grovt mellom to ontologiske hovedretninger, ontologisk *realisme* forbundet med et positivistisk paradigme og ontologisk *relativisme* forbundet med et konstruksjonistisk paradigme, se for eksempel Guba og Lincoln (1994). Innenfor ontologisk realisme regnes det med at en håndgripelig virkelighet eksisterer som er drevet av naturlover og naturlige mekanismer. Vi kan få kunnskap om denne virkeligheten gjennom objektive målinger, og denne kunnskapen kan omformes til kontekstfrie generaliseringer som eksempelvis årsak-virkning-sammenhenger (s. 109). En motsetning er ontologisk *relativisme* der man ifølge Guba og Lincoln tenker seg at virkeligheten eksisterer i form av flere mentale konstruksjoner, sosialt og eksperimentelt basert, lokale og spesifikke i natur og avhengige av enkeltindividet, eller gruppene, som holder konstruksjonen (s. 110). Videre hevder Guba og Lincoln at innenfor ontologisk realisme er ikke virkelighetskonstruksjonene mer eller mindre sanne, de er bare mer eller mindre informert og/eller sofistikert (s. 111). Det følger også at virkelighetene er foranderlige og endres med erfaringer.

I studiens mål (formulert på et tidlig stadium i arbeidet med studien) formulerte jeg at jeg gjennom å *utforske ulike læringssituasjoner* i programfagene og i matematikkfaget ville forsøke å finne informasjon som i sin tur kan bidra til utvikling av ”bedre pedagogiske praksiser for yrkesrettet matematikkundervisning i utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk”. I søken etter å informere hva ”bedre pedagogiske praksiser” kunne være for denne elevgruppen, ønsket jeg vite mer om elevene og deres skolehverdag slik den var både i matematikkfaget og i programfagene. Jeg var opptatt av å få et innblikk i en virkelig praksis og ta dette som utgangspunkt. Dette bunnet i en ontologisk antagelse om at de pedagogiske praksisene er en del av et hele. De kan dermed ikke forstås i isolasjon fra sin kontekst (Lincoln & Guba, 1985, s. 39). Et fokus på læringssituasjoner vil gi informasjon om pedagogiske praksiser *i spesifikke kontekster*. Det er viktig å presisere at jeg ser læringssituasjonene (virkelighetene) som studeres som avhengige av menneskene som er involvert i dem og av tid og kontekst.

Jeg vil danne mine egne konstruksjoner av læringssituasjonene jeg observerer, og disse konstruksjonene vil være påvirket av mine erfaringer og min bakgrunn. En annen forsker i samme kontekst, ville nok ikke dannet eksakt de samme virkelighetskonstruksjonene. Jeg er også bevisst på at hver enkelt elev og lærer har sin egen oppfatning av læringssituasjonene, og sine egne virkelighetskonstruksjoner. Lincoln og Guba (1985) skriver at situasjoner er teoretisk åpne for så mange konstruksjoner som det er personer engasjert i dem, eller så mange rekonstruksjoner for et enkeltindivid som forestillingsevnen tillater (s. 77). Virkelighetskonstruksjonene slik jeg ser dem, er altså subjektive forenlig med ontologisk relativisme.

Et annet poeng er at virkelighetene (altså læringssituasjonene) ikke eksisterer uavhengig av verken enkeltindividene som er involvert, tiden eller konteksten som situasjonen utspilles i. Andre deltagere, i en annen tid eller kontekst vil gi en annen virkelighet (annen utspillelse av læringssituasjoner). Både det at det eksisterer så mange virkelighetskonstruksjoner som det er mennesker involvert, og det at virkeligheten er tids- og kontekstavhengig står i motsetning til ontologisk realisme i en objektivistisk forskningsstilnærming (Burrell & Morgan, 1979). Innenfor ontologisk realisme tenker man seg at det eksisterer en objektiv virkelighet som man kan få kunnskap om, og at denne virkeligheten eksisterer helt uavhengig av tid og kontekst.

Med bakgrunn i det overforstående vil jeg assosiere ontologien i dette prosjektet med *relativisme*. Virkeligheten eksisterer relativt til individet. Dette innebærer at læringssituasjonene, som er ”virkeligheten”, bare kan forstås gjennom elevenes, lærernes og mine egne virkelighetskonstruksjoner. Våre ulike konstruksjoner er ikke mer eller mindre sanne, men bare mer eller mindre informert. Konstruksjonene er også underlagt at informasjonen blir ulikt filtrert hos de enkelte – avhengig av enkeltindividets tidligere erfaringer. Videre er ikke konstruksjonene stabile for den enkelte heller, men i stadig endring (Guba & Lincoln, 1994, s. 111). Denne relativistiske måten å se verden på har konsekvenser for hva jeg kan få kunnskap om og hvordan forholdet mellom meg som forsker og det jeg ønsker kunnskap om er.

#### **4.1.2 Epistemologi**

Hva karakteriserer forholdet mellom meg som forsker og det jeg ønsker kunnskap om (Guba & Lincoln, 1994, s. 108)? Jeg har nevnt at læringssituasjonene er tids- og

kontekstavhengige. Når denne ontologiske antagelsen er gitt, må det være slik at når jeg går inn i disse læringssituasjonene, endres konteksten og dermed også læringssituasjonene (det jeg ønsker kunnskap om). I et positivistisk paradigme er den epistemologiske antagelsen at man kan finne ut hvordan noe virkelig er (at funn er sanne) ved å observere objektivt på ”avstand”. Man tenker seg altså en skille mellom forsker og ”objektet” man forsker på, der forsker ikke i det hele tatt påvirker ”forskningsobjektet” (Lincoln & Guba, 1985). I min forskning er dette problematisk da det er urimelig å anta at forskningssituasjonen, forskningsinstrumentene og den kommunikasjon som pågår mellom forsker og informanter ikke påvirker situasjonene det forskes på. Lincoln og Guba (1985) beskriver som motsats epistemologien i et konstruksjonistisk paradigme med at forsker og ”objekt” samhandler og påvirker hverandre. Dermed kan man ikke skille forsker og det man forsker på. Jeg støtter meg til dette, og antar at virkelighetene og de ulike virkelighetskonstruksjonene som eksisterer blant deltagerne påvirkes av at jeg som forsker er til stede. Da vil mine funn være en virkelighet som skapes i samhandling mellom forsker og informanter mens forskningen pågår. Lincoln og Guba (1994) kaller en slik epistemologi for *transaksjonell* og *subjektivistisk*. I transaksjonell legger jeg at kunnskapen er i stadig forhandling. Kunnskapen er subjektiv, fordi det vil være min egen kunnskapskonstruksjon som rapporteres. Det er sannsynlig at en annen forsker vil komme fram til en noe annen konstruksjon.

### **4.1.3 Metodologi**

Jeg vil nå gjøre rede for hvordan jeg vil gå fram for å informere mine spørsmål. Når det er læringssituasjonene jeg ønsker å utforske, når virkeligheten er tids- og kontekstavhengig, og når jeg tar utgangspunkt i at jeg bare kan få kunnskap om disse gjennom stadig samhandling mellom de ulike subjektive virkelighetskonstruksjonene som eksisterer blant deltagerne og meg selv, vil dette være styrende for metodologien.

Den beskrivelsen og analysen som gjøres må være så velinformert som mulig. Når jeg nå ta utgangspunkt i at jeg bare kan nærme meg virkeligheten gjennom virkelighetskonstruksjonene til de ulike deltagerne i samspill med egne observasjoner, må avstanden mellom forsker og informanter minkes (Creswell, 2013). Jeg må delta i læringssituasjonene og observere dem der og slik de utspiller seg, men også videre



informere min egen mentale konstruksjon av den virkeligheten jeg har observert ved å samtale med elever og lærere. Det er altså gjennom mine og de ulike deltageres subjektive erfaringer kunnskapen dannes. Ved at vi deler våre ulike oppfatninger av virkeligheten, blir den virkelighetskonstruksjonen jeg til slutt formidler, rikere og mer informert. Guba og Lincoln (1994) kaller en slik metodologi for *dialektisk* og *hermeneutisk* og forbinder den med det konstruksjonistiske paradigme:

The variable and personal (instrumental) nature of social constructions suggests that individual constructions can be elicited and refined only through interaction *between* and *among* investigator and respondents. These varying constructions are interpreted using conventional hermeneutical techniques, and are compared and contrasted through a dialectical interchange. The final aim is to distil a consensus construction that is more informed and sophisticated than any of the predecessor construction (including of course, the etic construction of the investigator). (s. 111)

Med dette som utgangspunkt ble en viktig del av datainnsamling og fortolkning å ha god kommunikasjon med deltagerne, både etter observasjoner og i bearbeidelsen av dataene der jeg har vært usikker på fortolkning av for eksempel deltagerens utsagn.

## **4.2 Design**

Et forskningsdesign er *en logisk plan for å komme fra her til der*, hvor her kan defineres som de innledende forskningsspørsmålene som skal besvares, og *der* er konklusjonene (svarene) på disse spørsmålene” (Yin, 2009, s. 26). Jeg vil her gjøre rede for den overordnede forskningsplanen.

Motivasjonen for å gjøre denne studien var å finne informasjon som kunne bidra til bedre pedagogiske praksiser for relevant matematikkundervisning for bygg- og anleggsteknikkelevne. Slik informasjon kan jeg finne blant annet ved å utforske ulike læringssituasjoner i programfagene og matematikkfaget. For å gjøre matematikkundervisningen relevant, må jeg vite hva bygg- og anleggsteknikkelevne gjør i sin hverdagslige praksis i de to fagene. Utforsking av programfagene kan bidra med informasjon om hva undervisningen skal være relevant for, og utforsking av matematikkfaget kan bidra med informasjon om hva elevene involverer seg i matematikkfaget nå. Inngangen til forskningen blir derfor åpen og utforskende inn mot matematikk-klasserom og verksted. Jeg kunne valgt å studere flere klassers

læringssituasjoner på ulike skoler, men jeg var ute etter dybden, rikheten og kompleksiteten i de levde praksisene. Siden jeg har forsket alene var det selvfølgelig også begrensninger tidsmessig i hvor mye jeg kunne rekke over når jeg ville utforske i dybden. Jeg bestemte meg derfor for å studere læringssituasjoner i programfag og matematikk i én enkelt klasse. Når disse valgene var gjort, ble casestudien naturlig som forskningsdesign. Stake (1994) karakteriserer casestudien slik:

Qualitative case study is characterized by the main researcher spending substantial time, on site, personally in contact with activities and operations of the case, reflecting, revising meanings of what is going on. Naturalistic, ethnographic, phenomenological caseworkers seek to see what is natural in happenings, settings, in expression of value. (s. 242)

Videre skriver Cohen, Manion, og Morrison (2007): "Case studies strive to portray 'what it is like' to be in a particular situation, to catch the close up reality and 'thick description' " (s. 254). Både det at casestudien forsøker å fange det naturlige i hendelser og miljø, og at den søker å finne hva det betyr å være i en bestemt situasjon og forsøker å komme nær en virkelighet, er egenskaper som passer overens med mine forskningsmål.

Stake (1994) hevder videre at det å gjøre en casestudie ikke er et metodologisk valg, men heller et valg av hva som skal studeres. Karakteristikken "bundet" eller "avgrenset" system gis til studieobjektet for en casestudie. Merriam (2009) støtter dette og hevder at en casestudie er en dybdebeskrivelse og analyse av et avgrenset system (s. 40). Avgrenset system viser til et system som er både tids- og stedsbundet (Postholm, 2010, s. 50) og jeg vil si litt om hvordan det er tenkt i min studie.

Enhet for analyse er *læringsfellesskapene i programfag og matematikkfag for en bestemt klasse, og elevenes erfaringer knyttet til deltagelsen i fellesskapene*. Enhet for analyse er avgrenset i form av at det er et begrenset antall elever som studeres, men også i tid idet denne klassen bare eksisterer i ett skoleår<sup>10</sup>. Enhet for analyse er altså avgrenset både i form av at det er én klasse som studeres og at denne klassen eksisterer kun i en begrenset tidsperiode.

---

<sup>10</sup> De starter på videregående Vg1 bygg- og anleggsteknikk, og etter ett skoleår, går de videre til Vg2 og velger spesialisering. Dermed fordeles gjerne elevene på ulike skoler etter valg av retning etter Vg1.

Både Stake (1994) og Merriam (2009) vektlegger studieobjektet og avgrensningen i sin definisjon, mens Yin (2009) er mer opptatt av forskningsprosessen og andre egenskaper ved studieobjektet i sin: En casestudie er en empirisk utforskning som utforsker et samtidsfenomen i dybden og i sin reelle kontekst, spesielt når grensene mellom fenomen og kontekst ikke er åpenbare (Yin, 2009, s. 18). Yins definisjon oppleves ikke som noen motsetning til avgrensningsorienteringen til Stake og Merriam. Den har bare et annet fokus. Også gjennom Yins linse ser jeg min studie som en casestudie. Når jeg er opptatt av elevenes deltagelse og deres erfaringer (enhet for analyse), vil jeg studere deltagelsen slik den utspilles og i den konteksten den utspilles. Samtidig vil jeg samtale med elevene om de erfaringene de gjør seg her og nå. Det er altså et samtidsfenomen som utforskes, og det utforskes i sin reelle kontekst. Deltagelsen og erfaringene kan ikke skilles fra omgivelsene eller studeres uavhengig av dem. Jeg mener heller at disse fenomenene er tett sammenflettet og helt avhengig av de omgivelsene fenomenene studeres i.

Hvilken kunnskap kan da trekkes ut av denne casestudien? Navnet *casestudie* trekker oppmerksomheten mot hva som kan læres av den bestemte casen (Stake, 1994). Designet av studien er valgt ut fra et ønske om å få innsikt i ekte praksiser, og da akkurat de avgrensede casene jeg studerer. Jeg har ikke designet studien for å kunne generalisere i den forstand å si at alle praksiser vil ha de karakteristikkene som jeg finner for fellesskapene programfag og matematikk i den klassen som studeres. Jeg vil heller anerkjenne at klassen som studeres, bare til en viss grad representerer helheten, (Stake, 1994, s. 243) – det vil si BA-klassene mer generelt. Videre støtter jeg meg til Stake som fokuserer på å tilby *indirekte erfaring* med en praksis gjennom casestudier:

[Researchers] expect their readers to comprehend their interpretations but to arrive as well at their own. Thus the methods for casework actually used are to learn enough about the case to encapsulate complex meanings into a finite report but to describe the case in sufficient descriptive narrative so that the readers can vicariously experience these happenings, and draw their own conclusions. (Stake, 1994, s. 243)

Slik indirekte erfaring fra en praksis kan være et viktig bidrag til forskningsfeltet innenfor matematikk og yrkesfag, men den kan også være interessant og nyttig for lærere og beslutningstagere. Stake (1994) beskriver relevansen av en case studie slik:

Case study is a part of scientific method, but its purpose is not limited to the advance of science. Whereas single or a few cases are poor representation of a population of cases and poor

grounds for advancing grand generalization, a single case as negative example can establish limits to grand generalization. (...) Case studies are of value in refining theory and suggesting complexities for further investigation, as well as helping to establish the limits of generalizability.

Case study can also be a disciplined force in public policy setting and reflection on human experience. Vicarious experience is an important basis for refining action options and expectations. (Stake, 1994, s. 245)

Jeg forventer at resultatene fra studien nettopp kan bidra med kompleks informasjon om en virkelig praksis. Videre granskning av karakteristikker som kommer fram av denne studien, kan gi mer generaliserbare resultater om det er ønskelig. Samtidig vil studien i seg selv bidra med å gi indirekte erfaring fra en virkelig praksis for interessenter i matematikk for yrkesfag. Dette kan danne grunnlag for videre refleksjon og diskusjon om hvordan vi kan utvikle bedre pedagogiske praksiser for yrkesrettet matematikkundervisning.

Å kunne utforske ekte praksis i dybden var altså avgjørende da jeg valgte case studien som design. For å få dybdeforståelse av praksisene jeg forsket på har jeg brukt tid på forskningsstedet og samlet kvalitative data på flere forskjellige måter. Det er vanlig at flere datateknikker som observasjoner, intervjuer, dokumenter og audiovisuelt materiale sammen brukes i en kvalitativ casestudie (Creswell, 2013). Dette vil gi rikere data enn om man skulle støttet seg bare på én enkelt datainnsamlingsteknikk, da ulike datateknikker får fram ulike perspektiver på fenomenet som studeres. Flere datainnsamlingsteknikker er også viktig idet man ikke alltid er til stede på forskningsfeltet. Stake (1994) hevder i denne forbindelse: ”What the researchers are unable to see for themselves is obtained by interviewing who did see, or by finding documents recording it” (s. 242).

### **4.3 Forskningssted**

Da jeg valgte forskningssted, var jeg først og fremst opptatt av å finne en videregående skole med studieretningen bygg- og anleggsteknikk. Jeg så også etter en skole der det ble gjort tverrfaglig arbeid mellom programfagene og matematikkfaget. Et annet viktig element i valg av forskningssted var at jeg skulle ha mulighet til å være nok til stede til å gjøre en casestudie og dermed en dybdestudie. Stake (2006) vektlegger at man bør velge casen man tror man kan lære mest fra, og at dette nettopp kan innebære å velge den casen man kan tilbringe mest tid med (s. 25).

Til slutt falt valget på en skole som tilfredsstilte disse kriteriene, og som ønsket å være med i studien. Skolen som jeg henvendte meg til og som ble mitt forskningssted, har jeg valgt å kalle Lilje videregående skole. Det er en stor skole sentralt på Østlandet med i underkant av 1200 elever og rundt 200 ansatte. Skolen tilbød på tidspunktet hele åtte utdanningsprogram, både studiespesialiserende og yrkesfaglige, inkludert utdanningsprogrammet for bygg- og anleggsteknikk.

Det året jeg gjennomførte hoveddelen av min datainnsamling var det kun én klasse bygg- og anleggsteknikk Vg1 på denne skolen. I klassen startet 15 elever, men én sluttet og det var 14 elever i klassen resten av året. Klassen bestod kun av gutter, og disse var i alderen 15-16 år. Elevene hadde en forholdsvis lav gjennomsnittskarakter fra ungdomsskolen. På en karakterskala fra 1-6 der, der 1 er laveste karakter, var klassens gjennomsnittskarakter fra ungdomsskolen 2,88 (alle fag medregnet). Se Figur 4-1 for oversikt over elevkompetanse fra ungdomsskolen.

<b>Elevenes forutsetninger</b>	
Gjennomsnitt karakterpoengsum	28,8
1 Høy kompetanse [50,60]	0,0%
2 God kompetanse [40,50)	0,0%
3 Grunnleggende kompetanse [30,40)	40,0%
4 Enkel kompetanse [0,30)	60,0%

**Figur 4-1** Oversikt over elevkompetanse fra ungdomsskolen basert på karakterer i alle fag med kompetansekategorier fra skolen. Til høyre for kategoriene 1-4 finner vi andelen elever BA-klassen i hver kategori. Karakterpoengsum er gjennomsnittskaracteren multiplisert med 10.

Oversikten viser at elevene ikke bare samlet sett var klassifisert i med ”lav kompetanse” ut fra karaktersnittet, men at gruppen var relativt homogen i og med at alle elevene kun hadde det som er karakterisert grunnleggende kompetanse eller enkel kompetanse. Ingen elever hadde god eller høy kompetanse samlet sett for alle fag i ungdomsskolen.

Utdanningsprogrammet for bygg- og anleggsteknikk går stort sett over fire år. Bygg- og anleggsteknikk Vg1 (første året i videregående skole) er inngangsporten til rundt 20 yrker. Blant annet vei- og anleggsgarbeider, asfaltør, banemontør, anleggsmaskinfører, maler, murer, tømrer, rørlegger, stillasbygger, taktekker,

blikkenslager, trevaresnekker eller glassfagarbeider. Vg1 skal derfor gi en opplæring som skal introdusere elevene for bygg- og anleggsgfag generelt og skal gi et fundament for videre spesialisering innenfor *et stort spekter av yrker*. Etter Vg1 velger elevene spesialisering for å få fagbrev eller svennebrev innenfor et bestemt yrke. For noen elever innebærer dette ett år til, Vg2, i videregående skole og deretter 2 år i lære. For andre elever med andre yrkesvalg enn de det finnes ”Vg 2 i skole” for, vil de tre siste årene være i lære i bedrift. Elever som ikke går ut i lære etter Vg2, kan velge Vg3 Påbygning i skole som gir studiekompetanse.

Elevene hadde syv fag på timeplanen i Vg1. Disse er programfagene «Produksjon», «Tegning- og bransjelære» og «Prosjekt til fordypning», og fellesfagene «Matematikk», «Norsk», «Engelsk» og «Kroppsøving». Timeplanen for bygg- og anleggsteknikk Vg1 et høstsemester ved Lilje videregående skole er vist i Figur 4-2.

Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Produksjon 08:40 10:10	Matematikk 08:40 10:10	Prosjekt til fordypning 08:40 10:10	Matematikk 08:40 10:10	Tegning og bransjelære 08:40 10:10
Produksjon 10:20 11:50	Produksjon 10:20 11:50	Prosjekt til fordypning 10:20 11:50	Norsk 10:20 11:50	Tegning og bransjelære 10:20 11:50
Produksjon 12:20 13:50	Produksjon 12:50 14:20	Prosjekt til fordypning 12:20 13:50	Engelsk 12:50 14:20	Matematikk 12:20 13:50
Produksjon 14:00 15:30	Tegning og bransjelære 14:30 16:00			Kroppsøving 14:00 15:30

Figur 4-2 Timeplan bygg- og anleggsteknikk Vg1

Elevene ”skjevleste” matematikk og naturfag i Vg1. Det betyr at de hadde matematikk intensivt over høstsemesteret, og så ble matematikken byttet ut med intensiv naturfagundervisning i vårsemesteret. Dette betød at jeg bare hadde tilgang til elevene i deres matematikkundervisning i høstsemesteret.

Det året jeg var inne i denne klassen, hadde det vært forskjellige matematikklærere som hadde hatt ansvaret for matematikkundervisningen på programområde BA de siste

årene. Matematikklærerne som i stor grad hadde drevet tverrfaglig samarbeid med programfagene var ikke satt på BA-klassene dette året. Dermed hadde ikke matematikklæreren noen spesiell tilknytning til dette utdanningsprogrammet, eller kjente praksisen i akkurat dette programfaget spesielt godt. Matematikklærerne på skolen underviser både på matematikk for studiespesialisering og matematikk for de ulike yrkesfagene, og det rulleres ofte på hvilke lærere som har de ulike yrkesfagene fra år til år. Det må nevnes her at valg av case har stor betydning for hva man lærer av casestudien, se for eksempel Flyvbjerg (2011). I min studie viste det seg at det var lite samarbeid mellom programfaglærer og yrkesfaglærer, og at det ikke var et spesielt fokus på yrkesretting. Matematikklæreren fortalte at utover to faste klasseteammøter i året som stort sett gikk til å diskutere orden og atferd, var det ikke noe samarbeid mellom matematikklærer og programfaglærer. Dermed ble det etter hvert klart at denne casen for eksempel ikke åpnet for muligheter for å lære om velutviklede yrkesrettingsstrategier, noe som kanskje kunne vært mer mulig ved valg av en annen case.

I denne studien studeres fellesskapet i programfagundervisningen og fellesskapet i matematikklasserommet. Jeg ser på disse to fellesskapene som to forskjellige caser, selv om samme elever er involvert i begge. Jeg vil heretter omtale disse to casene som *verksted* (all programfagundervisning) og *matematikk-klasserom*.

#### **4.4 Datainnsamling**

Jeg har valgt å samle inn data fra fellesskapene ved å gjøre observasjon med og uten lydopptak, intervjuer elever og lærere med lydopptak, foreta mer uformelle samtaler med elever og lærere, ta bilder fra undervisningssituasjonene og samle inn dokumenter som oppgavetekster og elevarbeid. Det ble tidlig klart at det var vanskelig å gjøre kontinuerlige lydopptak av undervisningssituasjonene i skolens verksted fordi det var mye støy der. Samtidig beveget elevene seg også hele tiden rundt på store områder i og utenfor verkstedet for å bruke mer eller mindre fastmontert utstyr, hente materialer osv. Istedenfor kontinuerlige lydopptak av undervisningssituasjonene på verkstedet, førte jeg derfor feltnotater og foretok samtaler med elever og lærere underveis i oppgaveløsningen og i etterkant av undervisningssituasjonen både med og uten lydopptak. Tabellen nedenfor viser en oversikt over hvordan data er samlet til forskningsspørsmålene.

Forskningsspørsmål	Data	
	Verkstedet	Matematikk-klasserom
Hva betyr det å være kompetent i de to fellesskapene verksted og matematikk-klasserom i denne BA-klassen?	Feltnotater, lydbåndopptak fra samtale/intervju med lærere og elever, bilder, elevarbeid.	Feltnotater, lydbåndopptak fra undervisningen, lydbåndopptak av intervju med lærer og elever, elevarbeid.
Hvordan kan kompetansekonstruksjonene påvirke elevenes kunnskap og læring, og deres identitetsrelasjon til fellesskapene, i et situativt perspektiv?	Caset verkstedet (resultater av deskriptiv analyse)	Caset matematikk-klasserom (resultater av deskriptiv analyse)

Figur 4-3 Oversikt over datamateriale til forskningsspørsmål

## 4.5 Analyse

Jeg vil her gjøre rede for analysedesignet, og også hvordan analysen ble gjennomført i praksis.

### 4.5.1 Analysedesign

Analyseprosesser starter med det samme man begynner å samle data og kommer i kontakt med forskningsfeltet. Det er en del av et framvoksende design at mer uformell analyse av datamateriale som er samlet inn, vil informere neste datainnsamling, forskerens fokus og de spørsmål som stilles. Her vil jeg imidlertid fokusere på designet av den mer formelle analysen som for min del ble gjort når store deler av datamaterialet var innsamlet.

Analysen, som jeg ser på som kjernen i forskningsarbeidet, handler om å gi mening til de dataene og den informasjonen som er samlet:

Data analysis is the process of making sense of the data. And making sense of the data involves consolidating, reducing, and interpreting what people have said and what the



researcher has seen and read – it is the process of making meaning. (Merriam, 2009, s. 175-176)

Ifølge Creswell (2013) handler analyse om alt fra å organisere data, gjennomføre en preliminær gjennomlesning av dataene, kode, organisere tema, representere data og å forme en fortolkning av dem. Postholm (2010) skiller mellom *deskriptiv analyse* og *teoretisk analyse*, og i mitt arbeid hjelper det meg å skille mellom disse. Postholm forbinder deskriptive analyser med analyseprosesser som strukturerer datamaterialet, og teoretiske analyser med analyser der substantiv teori brukes for å analysere ulike deler av datamaterialet.

Jeg vil nå rette fokus på den deskriptive analysen, eller den strukturerende delen av analysen. Denne knytter jeg til gjennomlesning av dataene samt koding og organisering av tema som leder til en representasjon av datamaterialet. Som kvalitativ forsker har jeg store mengder data, og jeg må ha analysemåter som kan gjøre dette store materialet håndterlig. Dessuten er mine forskningsspørsmål i høy grad utforskende, derfor var det naturlig med en induktiv framfor en deduktiv analysetilnærming i denne struktureringsfasen. I den deskriptive analysen har jeg valgt å støtte meg til konstant komparativ analysemetode.

Analyse handler i første omgang om å ta rådataene og løfte dem til begrepsnivå (Corbin & Strauss, 2008). Jeg antar her at dette skjer gjennom den deskriptive og den teoretiske analysen. Når analysen er induktiv, som i en utforskende studie, forsøker man å være så åpen som mulig i den innledende fasen av analysen. Man forsøker å finne kategorier, mønstre eller tema i dataene (Patton, 2015). I konstant komparativ analysemetode gjør man dette systematisk. Først brytes rådataene ned i mindre deler. Disse mindre delene tilegnes koder eller ”merkelapper” som kan representere begreper i de ulike delene (Corbin & Strauss, 2008). Når en ny del rådata granskes, sammenliknes denne datablokkens egenskaper med dem som allerede er kodet. Enten representerer den nye datablokken et begrep som er kodet tidligere, slik at en av de tidligere brukte kodene kan anvendes. Ellers trengs det ny kode som kan representere begrep i denne datablokken, og det opprettes en ny kode. Det at man hele tiden sammenlikner datablokker med eksisterende koder, gjør at det i innledende fase gis mer og mer innhold til begrepene kodene representerer. Begrepenes egenskaper og dimensjoner utvides. Denne fasen, og systematiske tilnærmingen, kalles åpen koding (Corbin & Strauss, 2008), der navnet ”åpen” fremhever viktigheten av å være åpen i

samhandlingen med dataene (Patton, 2015). Man forsøker altså å legge forforståelse til side. Begreper vokser fram av dataene. Navnet konstant komparativ analyse peker mot den kontinuerlige sammenlikningen mot begreper som allerede er vokst fram av dataene.

En konstant komparativ analyse innebærer også prosesser som *aksial koding og begrepsmessig metning* (eng. *saturation*). *Aksial koding* omhandler prosesser der man blant annet forsøker å relatere begreper til hverandre (Corbin & Strauss, 2008). Etter å ha separert dataene fra hverandre i åpen koding, ser man her etter sammenhenger mellom de ulike begrepene eller kodene. Her bygges en modell over fenomenene som observeres (Mertens, 2005). Kanskje finner man fram til noen hovedkategorier, som binder sammen flere av kodene/begrepene fra den åpne kodingen. *Begrepsmessig metning* handler om å ha nok data til å utvikle hver kategori fullt ut, både i form av egenskaper og dimensjoner (Corbin & Strauss, 2008). Begrepsmessig metning inntreffer når man fortsetter å lese materialet, og det ikke dukker opp nye egenskaper ved kategorien. Forskeren blir da empirisk ”trygg på” at kategorien er mettet. Når denne begrepsmessige metningen er nådd, beveger man seg over i en mer deduktiv tilnærming (Merriam, 2009). Man blir mer opptatt av å kontrollere om nye data passer inn i det begrepsmessige skjemaet man har utviklet (Merriam, 2009).

Det begrepsmessige skjemaet som nå er utviklet danner utgangspunkt for å gi en tykk beskrivelse av casene. I beskrivelsen av casene kan teoretiske begreper belyse og hjelpe til å sette ord på ulike fenomener.

#### **4.5.2 Gjennomføring av analysen i praksis**

Den deskriptive analysen begynte på et vis allerede i datainnsamlingsprosessen. Datainnsamlingsprosessen var intens. På grunn av tidsknapphet hadde jeg ikke mulighet til å transkribere og å analysere alt grundig etter hver observasjon. Dermed ble transkripsjoner av datamaterialet (gjennomført i Nvivo<sup>11</sup>) ferdigstilt etter at elevene var ferdige med matematikkundervisningen, altså etter elevenes første semester. Jeg gjennomførte flere gjennomlesninger av hele datamaterialet både på samme tid som jeg transkriberte og etter at transkripsjonene var ferdigstilt. Det var først etter gjentatte

---

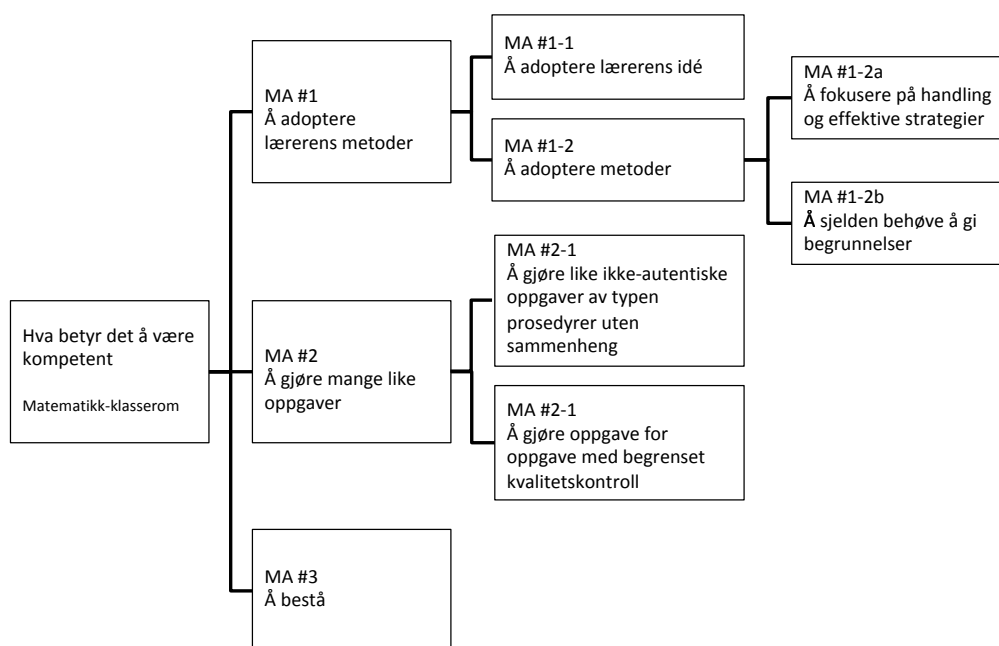
<sup>11</sup> Nvivo er en programvare for kvalitative forskere, som blant annet kan brukes til å samle ulike typer datamateriale. Programvaren har funksjoner som blant annet forenkler den deskriptive analysen av datamaterialet.

gjennomlesninger at jeg fikk en forståelse av hva datamaterialet fortalte meg, og jeg kom fram til det endelige forskningsspørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent i de to fellesskapene matematikk-klasserom og verksted?”. Arbeidet med åpen koding som beskrevet i forskningsdesignet startet med utgangspunkt i forskningsspørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent i matematikk-klasserom og verksted?” fortløpende for hver enkelt dataenhet. Med dataenhet mener jeg en transkripsjon fra et intervju, transkripsjon fra en observert skoletime, eller liknende. Jeg gikk systematisk gjennom dataenheten, og ”stilte forskningsspørsmålet” til hver ny setning eller sekvens kronologisk. Relevante setninger eller sekvenser ble kodet i form av å knytte dem til en såkalt node (kode) i NVivo, som jeg ga passende navn. For å lette den komparative analysen opprettet jeg et digitalt tankekart i Mindmeister. Når en node ble opprettet i NVivo, opprettet jeg samtidig en ”flytende node” i tankekartet. Denne linket jeg stikkord til, for å bli minnet om egenskaper og dimensjoner for noden/koden. Dette hjalp meg når jeg kodet nye seksjoner, da jeg hadde mer umiddelbar tilgang til hva som var kodet før og avgrensingen i disse kodene. Hele tiden kunne jeg da sammenlikne om den nye seksjonen passet direkte inn under en kode jeg hadde, om den beriket en eksisterende kode på en slik måte at jeg måtte endre dimensjonene i koden noe, eller om jeg måtte opprette en ny kode. Etter hvert som antallet koder begynte å vokse, så jeg også sammenhenger mellom de ulike kodene (aksial koding) – og så at de kunne representere begreper av høyere orden (Glaser & Strauss, 1967). Da flyttet jeg om på dem i det digitale tankekartet, grupperte dem sammen og ga gruppene nye navn som representerte hovedkategorier og underkategorier. Dette var absolutt ingen lineær prosess. Etter hvert vokste det likevel fram passende tema, slik at jeg kunne gruppere tilnærmet alle kodene i bestemte hovedkategorier og underkategorier. I matematikk-klasserommet kom jeg fram til tre hovedkategorier eller grupperinger av koder med felles tema (noen koder gikk via underkategorier til hovedkategorien).

1. En av hovedkategoriene handlet om *hvordan idéer entret fellesskapet* matematikk-klasserommet.
2. Den andre hovedkategorien handlet om *virksomhetens karakter* eller hvordan elevene arbeidet i de to fellesskapene eller hva som var fokus for arbeidet.
3. Jeg fikk også en liten relativt liten hovedkategori (noen få koder) som hadde med *målet for virksomheten* å gjøre.

Jeg gjorde analysen av verkstedet så godt jeg kunne uavhengig av matematikk-klasserommet, men så likevel at et liknende mønster av hovedkategorier vokste fram,

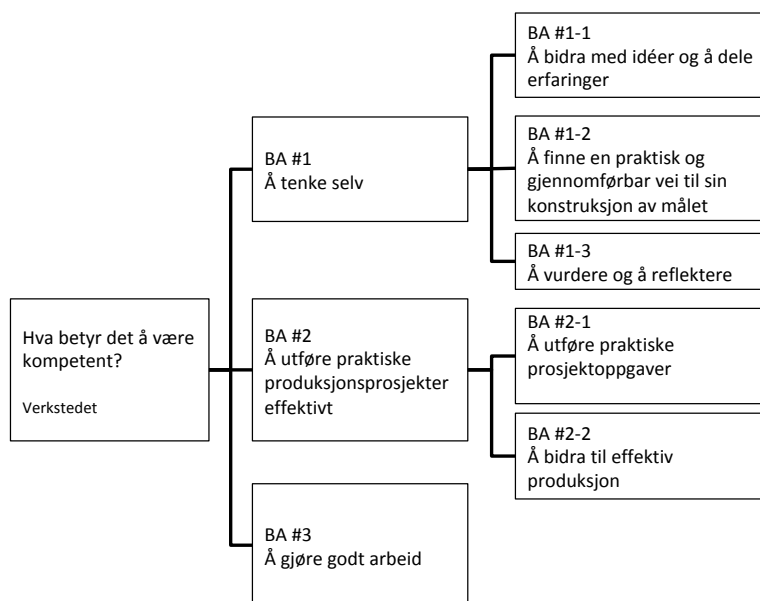
og jeg endte også her med å sortere etter tre hovedkategorier med samme overordnede tema som de tre i matematikk-klasserommet (se over). Da var tilnærmet alle kodene tilordnet en hovedkategori (gjærne gjennom underkategorier) i begge fellesskapene. Kategorioversikt som besvarer forskningsspørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent i matematikk-klasserommet?” gis Figur 4-4 .



**Figur 4-4** Hva betyr det å være kompetent i matematikk-klasserommet? Oversikt over hovedkategorier og underkategorier.

Alle kategoriene fra matematikk-klasserommet er markert med MA, slik at det skal være enklere å vite hvilket fellesskap kategoriene tilhører.

Kategorioversikt som besvarer forskningsspørsmålet *Hva betyr det å være kompetent i verkstedet?* vises i Figur 4-5. Alle kategoriene fra verkstedet er markert med BA som er en forkortelse for bygg- og anleggsteknikkfagene.



**Figur 4-5** Hva betyr det å være kompetent i verkstedet? Oversikt over hovedkategorier og underkategorier

Hovedtemaene strukturerer besvarelsen av forskningsspørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent i fellesskapene matematikk-klasserom og verksted?”. Den strukturerer dermed kapitlene som beskriver casene. Underveis i beskrivelsen av casene bruker jeg noe substantiv teori, men mer teoretisk analyse kommer først i kapittel 7 der jeg analyserer på tvers av casene (såkalt ”cross case”). Her forsøker jeg å koble sammen hovedkategoriene med felles tema fra de to fellesskapene, og jeg bruker situative perspektiver (se teorikapittel) til å diskutere mulige konsekvenser kompetansekonstruksjonene i de to fellesskapene kan ha for kunnskap og læring og for identitetsrelasjonene til fellesskapene (i tråd med forskningsspørsmålet beskrevet innledningsvis).

**Tabell 4-1 Strukturering av analyse på tvers av casene**

Tema i hovedkategorier	Matematikk-klasserom	Verksted
Eierskap til idéer og idéenes karakter	MA #1 Å adoptere lærerens metoder	BA #1 Å tenke selv
Arbeidets karakter	MA #2 Å gjøre mange like oppgaver	BA #2 Å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt
Mål med virksomheten	MA #3 Å bestå	BA #3 Å gjøre godt arbeid

### 4.5.3 Troverdighet

For å gjøre mine konstruksjoner av virkeligheten så velinformerte som mulig, har jeg hatt god dialog med lærere og elever underveis i analysen. I fra matematikk-klasserommet hadde jeg lydopptak som ga rik informasjon om hva som foregikk i klasserommet, men i verkstedet var datainnsamlingen fra selve læringssituasjonene basert på loggskrivning og opptak av samtaler. Dette materialet var dermed mindre rikt. Jeg hadde nærhet til forskningsfeltet og kunne oppklare eventuelle spørsmål etter datainnsamling i samtale med elever og lærere relativt hurtig. Når jeg skrev oppsummeringer fra verkstedet som ble brukt i analysen, ba jeg lærer om å lese over for å kontrollere min konstruksjon og komme med tilføyinger.

## 4.6 *Etiske betraktninger*

Hvert steg i forskningsprosessen reiser nye etiske spørsmål (Cohen et al., 2007). Jeg vil nå kort redegjøre for hvilke etiske overveielser jeg gjorde i mitt forskningsarbeid og for hvilke grep som ble gjort for ivareta de ulike deltagerne så godt som mulig i de ulike fasene av forskningsarbeidet.

Når det gjelder forskningsspørsmål og utformingen av studien var det tidlig klart at jeg ønsket å utforske en virkelig praksis for å informere spørsmålet om hva det betyr å gjøre undervisningen relevant for elever på bygg- og anleggsteknikk. Dette spørsmålet vokste fram under min egen undervisning av matematikk på dette utdanningsprogrammet – som jeg selv opplevde ikke var godt nok tilpasset. Spørsmålet ble også støttet av en generell interesse i samfunnet om å gjøre

undervisningen av fellesfagene mer relevante for elever på yrkesfaglige studieprogram (se for eksempel FYR-prosjektet 2011-2017 (Utdanningsdirektoratet, 2014)). Fra min side var det altså et sterkt ønske at elever på yrkesfaglige studieprogram skal få arbeide med matematikk om kan styrke dem i sin framtidige profesjon og som viser respekt for deres yrkesvalg som var hovedmotivasjonen. Cohen et al. (2007) skriver at det er viktig å tenke over hvem som nyter godt av forskningen. Mitt ønske er at forskningen skal komme elvene til gode i framtiden. Dessverre gagner nok ikke informasjonen fra studien deltagerne i studien direkte, men forhåpentligvis kan den gagne kommende elever på bygg- og anleggsteknikk.

I forbindelse med aksess til praksisfeltet, ble rektor ved en nærliggende skole kontaktet. Det var interesse for prosjektet og jeg ble satt i kontakt med aktuelle lærere. Jeg forsøkte å være så åpen som mulig i å forklare målene med studien, hvilken type forskning som skulle gjøres, hvilke metoder som skulle brukes og hvilke krav som stiltes til informantene. En programfaglærer og en matematikklærer for en BA-klasse ville være med, og jeg fikk møte denne klassen. Jeg informerte muntlig om prosjektet og om at målet med studien var å gi informasjon som kunne bidra til enda mer relevant matematikkundervisning for fremtidens elever. Jeg informerte videre om at jeg kom til å observere noen undervisningstimer, samle inn elevarbeid og gjøre intervjuer av elever som ønsket å være med gjennom kommende skoleår. Det ble poengtert at alt datamateriale ville bli anonymisert. Lydopptak fra matematikksamtaler i klasserommet eller fra intervju ville kun bli hørt av meg, og ville bli slettet etter en gitt tidsfrist. Videre informerte jeg om at det var helt frivillig å være med og at man når som helst kunne trekke seg ut av studien. Frihet til selvbestemmelse var et viktig prinsipp. Jeg formulerte et brev om informert samtykke, som ble signert og levert dagen derpå av de fleste elevene i klassen og de to lærerne. Prosjektet ble også meldt inn til NSD (Norsk senter for forskningsdata). Da lydopptakene ikke ble slettet innen fristen som opprinnelig var satt på grunn av forsinkelser i analysen, ble deltagerne informert skriftlig og søknad for forlenget, men tidsbegrenset, oppbevaring av datamateriale sendt til SND.

I forbindelse med innsamlingen av datamaterialet var respekt for deltagerne viktig. Deltagerne i forskningsprosjektet ble gitt pseudonymer, slik at jeg raskt kunne anonymisere transkripsjoner og intervjuer som ble lagt inn i Nvivo for videre analyse.

Jeg har stor respekt for både elever og lærere i studien. Matematikklæreren spesielt hadde en særdeles krevende oppgave i å takle vanskelige klasseromssituasjoner, og motivere elever som kunne framstå som særdeles lite interessert i matematikkfaget. Denne læreren stod i alle disse situasjonene med stor ro. De forstyrrelsene som denne læreren taklet, vises ikke i casene – de var ikke relevante for forskningsspørsmålene. Siden jeg ønsker å informere hvordan matematikkundervisningen kan gjøres mer relevant for elevene er det en naturlig dreining programfaget som kanskje ser ut til å opphøye verkstedlæreren i studien. Det er ikke min hensikt. Jeg må derfor få løfte fram noen punkter for å sette det hele i sammenheng.

Først har verkstedlæreren elever som er mer motivert for faget. De har valgt bygg- og anleggstekniske fag, fordi det er noe de kunne tenke seg å jobbe med. Faget er praktisk, noe mange av elevene liker godt (formidlet i flere intervju situasjoner). Som et andre element har verkstedlæreren rundt 20 skoletimer i uka med elevene (litt avhengig av faget ”Prosjekt til fordypning” – se Figur 4-2), mens matematikklæreren har seks skoletimer. Verkstedlæreren har også et eget kontor med glassvindu ut mot verkstedet. Han hadde god tid og anledning til å skape relasjoner til elevene, og til å følge opp elever gjennom samtaler både i verkstedet og gjennom å trekke elevene til siden samtidig som han kunne ha oversikt over resten av elevgruppa. Et tredje poeng er at eksamen i programfagene var lokalt gitt (muntlig-praktisk), og innholdet kan styres mer av hvilke elementer læreren velger å vektlegge. Matematikk er et skriftlig fag, og eksamensoppgaver lages sentralt i fylket. Matematikkeksamen er ikke laget med hensyn på de lokale vektlegginger som er gjort på den enkelte skole. Undervisningen i matematikk er dermed mer styrt av en mer generell vurdering fra sentralt hold. Et fjerde poeng kan knyttes til fagdidaktikk. Vi må huske at for eksempel matematikkeltorer ofte har kun et halvt til ett år med praktisk-pedagogisk utdanning i tillegg til en antagelig ganske tradisjonell matematisk utdanning. Matematikkbøker og eksamener knyttet til LK06 (gjeldende læreplan under datainnsamlingen) var også meget tradisjonelle.

Som fagdidaktiker i matematikk er det lett å vurdere kritisk det man har kunnskap om, men leseren må huske at utdragene bare er små bruddstykker av en kompleks helhet. Når casene leses er et viktig bakteppe at de to lærerne var underlagt helt ulike rammer, og jeg vil igjen få fram at jeg har stor respekt for begge lærerne jeg har observert. Begge har vist meg gjennom hele arbeidet at de ønsket elevenes beste, og gjorde så godt de kunne ut fra de situasjonene de var i. Jeg mener ikke å devaluere noen av



lærerne og prøver å forholde meg så objektivt som mulig til situasjonene som oppstår, men jeg må likevel ha frihet til å kritisk vurdere hva som kunne vært gjort annerledes. Leseren må da se situasjonen i en videre kontekst, at forandring kanskje også krever endrede rammer for lærerne, og vi skal ikke gi ansvaret for eventuelle svakheter til lærerne alene.

Til slutt må jeg nevne at jeg mot slutten av PhD-arbeidet ble jeg spurt om å være med å skrive yrkesrettede lærebøker i matematikk for Vg1 i forbindelse med nye læreplaner i matematikk som kom med Fagfornyelsen (Kunnskapsdepartementet, 2016) innført høsten 2020. Ny læreplan har blant annet spesifikke matematiske kompetansemål for de ulike studieprogrammene. Jeg følge meg etisk forpliktet til å bli med på bokutviklingen, fordi jeg hadde fått kunnskap som jeg mente burde komme fremtidige BA-elever til gode og ikke bare forskningsfeltet. Jeg håper at noe av det jeg har lært gjennom studien, når ut elevene gjennom lærebøkene Mønster (Bækkevar, Jensen, Jensen, Lindstad, & Saxebøl, 2020). Kanskje kan PhD-arbeidet i noen grad, gjennom denne kanalen, bidra til å gjøre elevene styrket som problemløsere i egen profesjon i at de møter en matematikkbok som er mer tilpasset dem?



## 5. Betydning av å være kompetent i matematikk-klasserommet

I dette kapitlet vil jeg besvare spørsmålet ”hva betyr det å være kompetent” for matematikk-klasserommet og for verkstedet. Besvarelsen er strukturert ut fra hovedkategoriene og underkategorier som har vokst fram av den deskriptive analysen (Postholm, 2010) som tidligere ble gjennomført for å strukturere datamaterialet fra hvert fellesskap. Jeg vil, som jeg har nevnt i kapittel 4 Metodologi forsøke å gi leseren en *indirekte erfaring* av å være i matematikk-klasserommet (Stake, 1994).

Mine eksempler, som brukes til å illustrere hva det betyr å være kompetent i matematikk-klasserommet, er hentet fra tre ulike matematikktimer. Jeg har gitt de tre matematikktimene navn etter matematisk tema, og kaller dem *prosentregning*, *vekstfaktor* og *formlikhet*. Matematikktimene *prosentregning* og *vekstfaktor* ble observert i midten av høstsemesteret, der *prosentregning* ble observert én dag, og *vekstfaktor* dagen derpå. Matematikktimen *formlikhet* ble observert mot slutten av høstsemesteret. Jeg vil nå legge fram en oversikt over disse tre timene, for å gi leseren referanser som gjør det lettere å sette utdragene fra datamaterialet i sammenheng. Deretter vil jeg presentere resultatene fra den *deskriptive analysen* (Postholm, 2010).

Den deskriptive analysen er gjennomført ved å stille spørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent?” til datamaterialet. I matematikk-klasserommet fikk jeg tre hovedkategorier som besvarte dette spørsmålet (se Figur 4-4). Hovedkategori MA #1 *Å adoptere lærerens metoder* omfatter de matematiske idéene som entret virksomheten (Wenger, 1998). Den omhandler hvem som var ansvarlig for å forfatte idéer og adoptere idéer i fellesskapet, og hvilken karakter disse idéene hadde. Hovedkategori MA #2 *Å gjøre mange like oppgaver* beskriver virksomhetens karakter eller mer konkret det arbeidet elevene utførte som deltagere i fellesskapet. Hovedkategori MA #3 *Å bestå* er knyttet til virksomhetens mål. Etter oversikten som jeg nå gir av de tre matematikktimene, struktureres resten av dette delkapitlet etter disse tre hovedkategoriene.

Datamaterialet som er brukt i avhandlingen tar som nevnt utgangspunkt i tre ulike undervisningsøkter i matematikk. De tre undervisningsøktene varte alle i 90 minutter.

*Prosentregning:* Denne undervisningsøkten ble observert i midten av høstsemesteret og er tidsmessig den første av de tre matematikktimene. Temaet var prosentregning. I begynnelsen av undervisningsøkten fikk elevene tilbake en prøve de hadde hatt i et tidligere tema. Prøvebesvarelsene ble utdelt/tilbakelevert og elevene hadde noe dialog knyttet til karakteren de fikk. Videre formidlet læreren at elever som ikke hadde bestått måtte ta prøven på nytt. Oppstart og utlevering tok om lag 7 minutter. Deretter gikk læreren direkte over til repetisjon av det som ble gjennomgått forrige time fra tavla: Det å skrive om prosentsats til desimaltall og omvendt. For eksempel skulle elevene kunne skrive 14 % som 0,14 - eller omvendt 0,14 som 14 %. Videre gjennomgikk læreren dagens tema som var ”tre regneoperasjoner knyttet til prosent” (lærerens formulering), som jeg oppsummerer slik:

- *Å regne ut delen* av det hele når man har en bestemt prosentsats og det hele. For eksempel det å kunne regne ut hvor mye 14 % er av 200 kr.
- *Å regne ut det hele* når man har prosentsatsen og delen. For eksempel det å kunne regne ut hvor stort et helt beløp er når du vet at 14 % av beløpet er 28 kr.
- *Å finne prosentsatsen* når man kjenner delen og det hele. For eksempel å kunne regne ut hvor stor prosentandel 28 kr er av 200 kr.

Repetisjon og gjennomgang av nytt stoff fra tavla tok omtrent 20 minutter. Resten av timen (omtrent 60 minutter) ble brukt på individuell oppgaveregning i et utdelt hefte med oppgaver. Individuelt arbeid ble til slutt avbrutt av at læreren kommenterte at de hadde jobbet bra og at han håpet de ville jobbe like bra i morgen. Slik ble timen avsluttet.

*Vekstfaktor:* Dette var tidsmessig den andre av de tre matematikktimene, og ble avholdt dagen etter timen *prosentregning*. Timen startet med at læreren roste elevene for godt arbeid dagen før. Deretter brukte han omtrent 15 minutter på felles repetisjon av ”tre regneoperasjoner knyttet til prosent” beskrevet i punktene i forrige avsnitt. Enkelte elever bidro med ulike måter å regne på. Læreren gikk så over til det han kalte ”å legge på en prosent”. Enkelte elever deltok i dialog med læreren rundt det å finne vekstfaktor. Læreren regnet et par eksempler med vekstfaktor på tavla. Et eksempel var knyttet til å legge til en merverdiavgift på 25 % på en TV som kostet 10 000 kr uten merverdiavgift. Læreren var opptatt av at utregningen skulle gjøres på ”ny måte” - det vil si med vekstfaktor. Fellesgjennomgangen av vekstfaktor tok om lag 15 minutter. Deretter fikk elevene utdelt nye hefter med regneoppgaver (liknende de de hadde fått dagen før i form og uttrykksmåter). Elevene regnet stort sett individuelt i

heftene sine. Læreren avsluttet oppgaveregningen etter omtrent 60 minutter, med en felles beskjed om at det skulle være prøve i temaet prosent tidlig uka etter.

*Formlikhet:* Denne matematikktimen var tidsmessig den siste av de tre nevnte matematikktimene, og ble observert i midten av desember. Først hadde elever og matematikklæreren en felles dialog i omtrent 12 minutter om sannsynlighet og ”gambling” – et tema klassen engasjerte seg i på en fagdag i matematikk i uka før. Læreren gikk så over til dagens tema. Han introduserte en praktisk kontekst, det å lage tilbygg på et hus. Denne praktiske konteksten ble brukt som en yrkesrettet innledning til å snakke om formlikhet. Læreren gikk så over til formlikhet i trekanter. Elevene bidro med å sette ord på hva det betyr at trekantene er formlike. Det ble en liten diskusjon knyttet til vinkler og størrelse. Om at en vinkel kan være like stor som en annen vinkel selv om vinkelbeina i den ene trekanten er lengre enn vinkelbeina i den andre trekanten. Videre hadde elever og lærer en liten dialog knyttet til at vinkelsummen i en trekant alltid er  $180^\circ$ . Læreren tegnet så en firkant på tavla. Denne delte han inn i to trekanter. Han spurte elevene om hva vinkelsummen i firkanten vil være, og ba dem begrunne. Læreren ender med å gi begrunnelsen selv. Videre nevnte læreren at også femkanter og sekskanter kan deles opp i trekanter, og at vi dermed kan finne et tall på vinkelsummen i andre mangekanter. Etter fokuset på vinkler gikk læreren over til å snakke om samsvarende sider i to formlike trekanter og at forholdet mellom de samsvarende sidene er likt i slike trekanter. Deretter, etter om lag 24 minutter med dialog knyttet til formlikhet, fikk elevene utdelt et arbeidshefte i formlikhet som de arbeidet med resten av timen.

## **5.1 MA #1 Å adoptere lærerens metoder**

I dette delkapittelet vil jeg vise eksempler fra mitt datamateriale som er tilknyttet hovedkategorien MA #1 *Å adoptere lærerens metoder*. Hovedkategorien vokser fram igjennom to underkategorier. Den første underkategorien, som jeg kaller MA #1-1 *Å adoptere lærerens idé*, er relatert til *hvem* som framstår som ansvarlig for å forfatte idéer i matematikk-klasserommet. Jeg vil vise at det i hovedsak er læreren som har dette ansvaret i fellesskapet. Dermed blir elevenes rolle i større grad knyttet til *å adoptere lærerens idéer* enn å bidra med egne idéer og erfaringer.

Den andre underkategorien som jeg kaller MA #1-2 *Å adoptere metoder* er relatert til idéenes karakter. De idéene elevene forventes å adoptere i dette klasserommet har oftest prosedyrekarakter. Hiebert og Lefevre (1986, s. 6) definerer prosedyrekunnskap som bestående av to deler, den ene delen består av matematikkens formelle språk, mens den andre av algoritmer og regler som kan brukes til å løse matematiske oppgaver. Når jeg her snakker om at de matematiske ideene har prosedyrekarakter, viser jeg til at idéene som entrer fellesskapet ofte er algoritmer og regler. Jeg har brukt ordet ”metoder” i underkategorien istedenfor ordet ”prosedyrer” fordi læreren bruker ordet ”metoder” i sin omtale (se Utdrag 5-1 under).

### 5.1.1 MA #1-1 Å adoptere lærerens idé

Jeg hevdet innledningsvis at det ofte er læreren som forfatter de matematiske idéene i fellesskapet. Dette sees spesielt i plenumsgjennomgangen i klasserommet, men jeg ser det også i oppgaveregningen. Jeg vil her vise eksempler fra både plenumsgjennomgang og oppgaveregning.

Det første datamaterialet jeg viser er fra et intervju med MA-læreren som jeg gjorde før observasjon av matematikktimen *prosentregning*. Jeg spurte læreren om hva som var målet med undervisningssituasjonen jeg skulle observere, hva elevene skulle lære.

MA-lærer: Du altså, når jeg driver med prosentregning så tenker jeg ofte at du har prosenten, du har delen og du har hele tallet. (...) [Målet er å] lære dem tre metoder for å finne hvor mye det er da hvis du har så og så mange prosent av noe, og lære dem å finne prosenten, og da lære dem å finne hele tallet hvis du har delen og prosenten. (...) Så det.. Så det er målet. At de klarer da i løpet av de to timene i morgen å... å skille mellom de tre måtene å regne på, da.

#### Utdrag 5-1: Intervju, MA-lærer 20121010 *prosentregning*, #01

Læreren hevdet han at han vil ”lære dem tre metoder”, for å finne *en viss prosent av noe* hvis du har prosentsatsen og det hele, å finne *prosentsatsen* hvis du har delen og det hele, eller å finne *det hele* hvis du har delen og prosentsatsen. Det er aspekter ved utdraget jeg har lyst til å peke på. Utdraget kan gi indikasjoner på lærerens kunnskapssyn. Jeg ser det som rimelig å anta at en lærers kunnskapssyn, enten det er bevisst eller ubevisst, vil være med å påvirke konstruksjonen av hva det betyr å være kompetent i et fag eller i en klasse. Når læreren vil ”lære dem tre metoder”, framstår

metodene læreren nevner i Utdrag 5-1 som å være objektive, for elevene eksterne, kunnskapselementer som i utgangspunktet holdes av læreren (Lerman, 1994) og som skal overføres til elevene. Å se kunnskap slik står i motsetning til å se matematisk kunnskap i et situativt perspektiv, der kunnskapen er situert, sosialt konstruert og distribuert over deltagere og miljø. Et situativt perspektiv vil heller innebære at kunnskapen er subjektiv og at den kontinuerlig reforhandles. Når målet er å ”lære dem tre metoder” virker kunnskapen isteden innkapslet og overførbar. Hvis kunnskapen i dette matematikk-klasserommet sees slik, og det antas at det er læreren som i utgangspunktet holder den, kan det å være kompetent deltager/elev innebære å *adoptere matematikklæreren sine idéer*, framfor å være aktiv i lokal kunnskaps- eller meningsdannelse.

Den deskriptive analysen viser to dimensjoner av underkategorien adoptere lærerens idé. Den ene er at det er viktig å *adoptere* en annens idé, mens den andre er at disse idéene ofte tilhører *læreren*. Jeg vil komme tilbake til eksempler fra klasseromsobservasjonen som ser ut til å bekrefte en adopsjonsmetafor til betydningen av å være kompetent deltager/elev. Først vil jeg imidlertid vise et eksempel fra matematikk-klasserommet der det kommer til uttrykk at det er nettopp lærerens idéer som fremmes.

I matematikktimen *prosentregning* som fulgte etter lærerintervjuet Utdrag 5-1 var del av, oppstod følgende dialog i plenumsintroduksjon av det nye fagstoffet:

- MA-lærer: [V]i har tre regneoperasjoner knyttet til prosent som vi må lære oss. Og den ene metoden, det ene vi skal prøve å finne ut... Det jobbet vi med litt forrige gang og... det er hvor mye for eksempel 20 % er av 200 kr. [Skriver på tavla.] Altså finne ut... Hvis du har et eller annet beløp eller en mengde, så skal du finne ut hvor mange prosent av den mengden du har. Hvor mye er 20 % av 200 kr? Hvis noen sier at du skal få 20 % av den 200-lappen her... hvis du klarer å gjette hvor gammel jeg er for eksempel. Hvor mye er det?
- Elever (flere): 40
- MA-lærer: Ja, noen ser det ganske fort og noen trenger kanskje en måte å gjøre det på. Det jeg synes er greiest å gjøre da, er å finne prosentfaktoren.

**Utdrag 5-2: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121011 *prosentregning*, #07**

Her innleder læreren med å si at det er ”tre regneoperasjoner knyttet til prosent vi må lære oss”. Når han sier regneoperasjoner antar jeg at han refererer til ”metodene” han

omtaler i intervjuet før undervisningen, se Utdrag 5-1. I klasseromsdialogen i Utdrag 5-2 viser læreren for elevene at de må lære seg tre bestemte metoder, noe som legger føringer for *betydningen av å være kompetent*. Kompetent deltagelse er forbundet med å lære de tre metodene. Så legger læreren fram en oppgave. Når flere elever løser oppgaven og sier ”40”, anerkjenner læreren elevenes respons ved å si at ”noen ser det ganske fort (...)”. Imidlertid sees ingen tegn til at læreren er interessert i hvordan elevene løste oppgaven. Det som kommuniseres er heller at noen elever bare ”ser” svaret, mens andre trenger ”en måte å gjøre det på”. Elevene som ”[så] det ganske fort” har også tenkt og brukt sin kunnskap for å komme fram til løsning. Elevenes begrunnelser, løsningsstrategi og tankemønster forblir imidlertid skjult for fellesskapet.

Læreren posisjonerer seg selv til å *forfatte* hva som må gjøres, og holder seg til sitt mål om at han skal ”lære” elevene tre bestemte metoder (se Utdrag 5-1). Han sier: ”Det jeg synes er greiest å gjøre da, er å finne prosentfaktoren” (de siste linje Utdrag 5-2). Det er altså lærerens idé til løsning eller metode som får eksponering i fellesskapet.

Det at det er lærerens idé som eksponeres kan gi elevene en opplevelse av at den matematiske kunnskapen er noe som læreren eier, og kan forbindes med Povey m.fl. (1999) sitt epistemologiske perspektiv *ekstern autoritet*. I dette perspektivet opplever den lærende at kunnskapen finnes utenfor en selv, og tilhører eksperter, istedenfor at den tilhører den lærende og at den kontinuerlig skapes i fellesskapet.

Jeg har vist et eksempel på at oppmerksomheten rettes mot lærerens idé framfor elevenes idéer (Utdrag 5-2). Nå vil jeg komme tilbake til det at å være kompetent er knyttet til *adopsjon* - til å *adoptere* lærerens idé, og jeg vil vise et eksempel på dette.

Klasseromsinteraksjonen fortsetter (direkte fra interaksjonen i Utdrag 5-2):

- |           |  |
|-----------|--|
| MA-lærer: | Hva er prosentfaktoren her da? Eller hvordan kan man finne prosentfaktoren?  |
| Olav:     | Dele på eller gange...   |
| MA-lærer: | Ja, hvordan var det vi kom fra prosent til prosentfaktor her da?   |
| Olav:     | Dele... eller... Gange!  |
| MA-lærer: | Nei, hva er det vi har gjort her da? [Peker på en strategi for å komme fra presentsats til prosentfaktor som ble skrevet ned på tavla tidligere i timen. Se boks under.] |



Prosent	Prosentfaktoren
↓	↓
$14 \% = \frac{14}{100} = 0,14$	

Olav:                   Da deler jeg...

MA-lærer:           Ja! Da...

Olav:                   Du reagerer så da bytter jeg.

**Utdrag 5-3: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121011 prosentregning, #07**

Læreren fortsetter her med å vise sin ”måte å gjøre det på”, som innebærer å først finne prosentfaktoren og så bruke denne til å finne det som omtales som ”delen” (se Utdrag 5-1). Fortsatt er det lærerens idé til løsning som er fokus for interaksjonen.

Olav er imidlertid usikker på hvilken operasjon han skal bruke når han skal ”finne prosentfaktoren”. Olav er i tvil om han skal anvende multiplikasjon eller divisjon for å finne prosentfaktoren, uttrykker dette, og foreslår ”Da deler jeg”. Når læreren reagerer med ”Nei, hva er det vi har gjort her da?” og peker på en strategi han har forfattet tidligere i timen, kan det være et tegn på at læreren forventer at elevene skal *adoptere* den gitte løsningsstrategien, kanskje heller enn å tenke selv. Læreren forsøker ikke å få videre kjennskap til Olavs begrepsforståelse eller Olavs problem med valg av operasjon. Olavs forståelse forblir skjult for fellesskapet. Isteden framstår lærerens idé som sentral.

Olav viser i sine to første ytringer i Utdrag 5-3 at han er usikker på om han skal ”Dele på eller gange” og foreslår til sist ”Gange!”. Etter lærerens henvisning til eksemplet på tavla, velger Olav å bytte strategi ”Da deler jeg... (...). Du reagerer så da bytter jeg.” Olav virker ikke til å ha oppmerksomheten mot eksemplet på tavla som læreren peker på, men heller på lærerens reaksjon. Uansett årsak til at eleven setter fram to alternative forslag til svar på lærerens spørsmål, viser han at hans endelige valg av operasjon bygger på å lese reaksjonen til læreren. Dette kan bety at eleven ser læreren som den som holder den matematiske kunnskapen, noe som bekrefter at Olav opplever et epistemologisk perspektiv der kunnskapen holdes av en *ekstern autoritet* (Povey et al., 1999). Ut fra fortsettelsen av dialogen (se videre i Utdrag 5-4) kan jeg ikke se tegn

til at elevene deltar i noen form for meningsforhandling om hvorfor prosessen med å gå fra proSENTSATS som representasjon til prosentfaktor involverer en divisjonsoperasjon. Dette kan bety at elevene ser det som greit eller normalt at *eierskap til mening* (Wenger, 1998) ligger hos læreren, og dermed utenfor dem selv. Olavs fokus på lærerens reaksjon er med på å bekrefte at betydningen av å være kompetent i matematikk-klasserommet er knyttet til *adopsjon av en autoritets idé*, framfor å bidra i meningsforhandling av idéene som fremmes i fellesskapet.

Klasseromsinteraksjonen fortsetter videre (direkte fra interaksjonen i Utdrag 5-3):

MA-lærer: Ja, det er greit. Men det er du som svarer da. Jeg vil ha med meg resten også (Småprat i klassen). Delt på 100 ikke sant. Lage prosentfaktoren. Så prosentfaktoren her er 20 % er 20 hundredeler [skriver på tavla]. Det er 0,20.

$$\text{Prosentfaktoren : } 20 \% = \frac{20}{100} = 0,20$$

Olav: Det er riktig, ikke sant Johan?

MA-lærer: Ehm... Også skal vi bruke den videre da, for da har vi prosentfaktoren. Og hvis vi skal finne hvor mye 20 % er av 200 kr da... 20 % av 200 kr [skriver, se boks under] det finner vi da ved å ta de 200 kr og gange med... gange med prosentfaktoren... Johan! Prøv å følge med da.

$$20 \% \text{ av } 200 \text{ kr: } 200 \text{ kr} \cdot 0,20$$

Johan: Hæ? (Småprat i klassen.)

MA-lærer: Ehm... og da... Nå er det noen som har sagt svaret mange ganger, da. Hva var det det ble for noe?

Elever (i kor): 40

MA-lærer: 40 kr, ja, 40 kr (skriver). Det er den ene metoden vi skal klare... Å finne ut hvor mye en prosent er av noe. Så hvis dere skal finne hvor mye 70 % er av elevene her i klasserommet så skal dere klare å finne ut det.

Elev: Da deler vi med 100 og ganger med 70.

MA-lærer: Ja, ta antallet... må vi vite da. Da er det bare å ta antallet du har og gange med prosentfaktoren, så finner du ut hvor mye det er.

Utdrag 5-4: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121011 *prosentregning*, #07-08

Læreren fortsetter å fortelle elevene hvordan de kan finne prosentfaktoren: ”Delt på 100, ikke sant? Lage prosentfaktoren.” Et tydelig tegn på at det er læreren som forfatter løsningsstrategien. Elevene er relativt passive akkurat her. Deretter fortsetter læreren med å gjennomgå sin metode med å *finne delen* ”... 20 % av de 200 kr [skriver] det finner vi da med å ta de 200 kr og gange med... gange med prosentfaktoren”. Først når lærerens metode er forfattet og skrevet på tavla, gjør læreren et forsøk på å inkludere elevene igjen, men da ber han kun om svaret på oppgaven: ”Hva var det det ble for noe igjen?”. Et spørsmål som allerede er besvart, og som det også er klart for elevene at læreren vet svaret på. Dette er med på å sannsynliggjøre at elevene opplever at kunnskapen holdes av en *ekstern autoritet* (Povey et al., 1999) og at *læreren* er autoriteten som er eier eller forfatter av de matematiske idéene. Spørsmålet ”Hva var det det ble for noe igjen?” framstår som et ”kontrollspørsmål” fra lærerens side istedenfor et ekte spørsmål. Samtidig stiller spørsmålet lave kognitive krav til elevene (Stein & Smith, 1998). De som ikke kunne løse oppgaven fra før, kan nå utføre prosedyren eller regnestykket som står skrevet på tavla ( $200 \cdot 0,20$ ) og besvare spørsmålet. Istedenfor å få være med på å forfatte idé, som involverer *klassisk menneskelig agens* (Pickering, 1995), overlates de til kun å utføre en regneoperasjon noe som kan forbindes med *disiplinær agens* (Pickering, 1995).

Sekvensen avsluttes med at læreren gir et nytt eksempel: ”Så hvis dere skal finne ut hvor mye 70 % er av elevene i klasserommet skal dere klare å finne ut av det.” Her foreslår imidlertid én elev en litt annen strategi enn den læreren har skissert: ”Da deler vi med 100 og ganger med 70.” Læreren anerkjenner strategien svakt med å si ”Ja”, men han retter samtidig raskt fokuset direkte til sin egen strategi i at han sier ”Da er det bare å ta antallet du har og gange med prosentfaktoren, så finner du ut hvor mye det er.” Igjen er det lærerens idé og metode som får forsterket sin posisjon i fellesskapet.

I Utdrag 5-1 til Utdrag 5-4 har jeg vist hvordan lærers idéer posisjoneres i ”fellesgjennomgang” og at det å *adoptere lærerens idéer* framstår som viktig. Plenumsgjennomgangen av fagstoff slik den er illustrert gjennom utdragene, sees som et mønster som går igjen i timene *prosentregning* og *vekstfaktor*. I timen *prosentregning* repeteres metoder for å finne prosentfaktor ut fra prosentsats, og å finne prosentsats ut fra prosentfaktor. Repetisjonen følges av introduksjon av metodene finne delen, finne prosentsatsen og finne det hele, ut fra det samme

mønsteret. I timen *vekstfaktor* gjøres en repetisjon av metodene fra timen *prosentregning*, før to nye metoder, å legge til en prosent og å trekke fra en prosent, introduseres etter samme mønster.

Inkludert i det mønsteret jeg observerer, ligger det (som vist i Utdrag 5-4) at en elev tilbyr en annen løsningsstrategi enn den læreren fremmer. Slike forslag anerkjennes oftest bare svakt, med et bekræftende ”Ja...”, før læreren direkte repeterer sin egen strategi. Imidlertid er det også enkelte episoder der elevenes strategi får oppmerksomhet. Jeg vil nå vise utdrag fra en klasseromsinteraksjon som viser dette. Episoden som utspilles nedenfor er hentet fra timen *vekstfaktor* og fra repetisjonen av metoden med å finne prosentsatsen:

MA-lærer: Vi skal også klare å finne ut hvor mange prosent noe er av noe. Hvis du har 30 epler da... I en kasse med 200 epler da, så er 30 av disse eplene råtne for eksempel. Så skal det være mulig å finne hvor mange prosent av eplene er da råtne?

Elev: 30 delt på 100

Elev: 30 %

MA-lærer: Ja, men hvordan regnet dere det ut da?

Elev: Sånn som vi gjorde på den forrige.

Asgeir: Hvis jeg sier det så... Skal jeg si det?

MA-lærer: Ja, kom igjen

Asgeir: Jeg delte bare begge på to.

MA-lærer: OK, det er også en mulighet.

[Flere elever i munnen på hverandre om løsninger.]

Anders: Først så tar du 30 så deler du på 200. Når du får det svaret som blir der, så ganger du det med 100.

MA-lærer: Ja, for hva er det vi får her nå. [Skriver regnestykket vist under på tavla og peker på 0,15.]

$$\frac{\text{Delen}}{\text{Hele}} = \frac{30}{200} = 0,15$$

Elev: Prosent.

MA-lærer: Ja, prosentfaktoren får vi nå. [Prat i bakgrunnen.]

Elev: Jeg sa jo det!

MA-lærer: Men du... Nå får vi prosentfaktoren, så for å finne prosentfaktoren også for å finne prosenten... Prosenten blir da 0,15 ganger 100 som er 100%.

**Utdrag 5-5: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121012 *vekstfaktor*, #03**

I utdraget stiller læreren et spørsmål om prosentandelen råtne epler, når 30 av 200 epler er råtne. Et par elever gir feilaktige svar, og her stiller læreren spørsmål om hvordan de har regnet, et tegn på å løfte fram elevenes løsningsstrategi. De to elevene sier ikke noe mer, men en tredje elev svarer ”Sånn som vi gjorde på forrige.” Dette kan være et tegn på at eleven har en formening om at neste spørsmål kan besvares ved å gjennomføre samme prosedyre som i oppgaven før? Rett i forkant hadde de repetert metoden ”finne delen” ved å løse oppgaven ”Hvor mye er 10 % av 223 kr?”, mens det spørsmålet som stilles i Utdrag 5-5 er knyttet til å ”finne prosentsatsen”. Å gjøre det som de ”gjorde på forrige” vil altså ikke passe. Asgeir kommer med en løsning. Han vil ”dele begge på to”. Løsningen får anerkjennelse i at læreren sier ”det er også en mulighet”. Imidlertid gis ikke denne strategien mer oppmerksomhet foreløpig. Nå tar Anders del i samtalen og foreslår strategien læreren forfattet i timen *prosentregning*, og læreren repeterer denne og skriver den på tavla (se Figur 5-1).

Finne hvor mange %

Hvor mye er 30 epler av 200 epler?

$$\frac{\text{Delen}}{\text{Hele}} = \frac{30}{200} = 0,15 \text{ (prosentfaktoren)}$$

% blir da:  $0,15 \cdot 200 = 15 \%$

Figur 5-1: Gjengivelse av tavlebilde fra klasserommet 20121012 *vekstfaktor*

Læreren metode posisjoneres igjen som sentral. Imidlertid anerkjenner læreren, i den videre dialogen, at det er mange ulike strategier, og han viser interesse for disse:

- MA-lærer: Det er veldig bra det... at mange klarer å se svaret uten å bruke den vanlige regninga da for å si det sånn. Så det er mange mulige taktikker for å finne riktig svar her, og det er bra.
- Elev ukjent: Er det?
- MA-lærer: De som delte på to på begge, hva var det egentlig dere tenkte da?  
[En elev begynner å forklare, men blir overdøvet av at mange elever snakker i munnen på hverandre. Irettesettelser.]
- MA-lærer: Det går an her å se at 30 av 200... Hvis det hadde vært 30 av 100 så hadde vi visst at det var 30% [Elev ukjent: Ja!] og halvparten av 200 er jo 100, så da

kan du også tenke halvparten av de der. Så det er på en måte 15 råtte epler per 100 epler da.

Asgeir: Funker det hvis det hadde vært 237?

MA-lærer: Nei... Jo, det fungerer, men det hadde ikke vært så enkelt å gjøre det da.

Asgeir: Nei.

MA-lærer: Så det er bare for at det er så enkle tall at det er mulig.

[Irettesettelser og utenomfaglig elevprat. Så repeteres metoden *finne hele tallet*.]

#### Utdrag 5-6: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121012 *vekstfaktor*, #04

Læreren spør hvordan elevene har tenkt. Lærerens forsøk på å få fram Asgeirs strategi og Asgeirs forklaring, avbrytes av at mange snakker i munnen på hverandre. Her viser læreren ønske om å få fram flere mulige strategier enn sin egen, og viser interesse og oppfordrer Asgeir til å dele sin løsning. Likevel får ikke fellesskapet innsikt i hvordan Asgeir som delte ”begge på to” (se Utdrag 5-5) tenkte, grunnet et uroelement. Læreren står i situasjonen, og akkurat her velger han å ta ordet igjen selv. Det ender med at læreren gir en forklaring til Asgeirs strategi og fellesskapet får her innsikt i en annen strategi enn den læreren først har presentert. Dette gir elevene en erfaring av at det finnes flere enn en løsningsstrategi på matematiske problemer. På tross av lærerens intensjon om å løfte fram en elevstrategi eller en alternativ strategi, kan det se ut som at uromomentet gjør at læreren likevel blir den som får *forfatte løsningsstrategien* for fellesskapet (Povey et al., 1999). Lærerens forsøk på å få fram Asgeirs strategi bidrar til å skifte ansvaret for å forfatte en løsning over på eleven, men ansvaret overføres tilbake til læreren mest sannsynlig på grunn av uroelementer.

Jeg har vist at læreren er den som posisjoner seg til å forfatte idéer for fellesskapet i plenumsgjennomgang. En konsekvens som sees av posisjoneringen, er at elevene kun trenger å adoptere idéer, ikke produsere dem, for å anses som kompetente. Dette sees som to viktige dimensjoner av underkategorien MA #1-1 *Å adoptere lærerens idé*.

Jeg har argumentert for at *å adoptere lærerens idé* er en dimensjon ved å være kompetent elev i matematikk-klasserommet gjennom eksempler fra fellesgjennomgangen. Jeg vil rette fokus mot aktiviteten som følger etter repetisjon og introduksjon av fagstoff i plenum – nemlig oppgaveløsningen. Jeg vil komme inn på et mønster jeg ser i oppgavene gitt i de tre matematikktimene. Videre vil jeg vise et eksempel på at det å være kompetent er knyttet til *å adoptere lærerens idé* også kommer til syne i elevenes arbeid med disse oppgavene.

I alle de tre timene *prosentregning*, *vekstfaktor*, og *formlikhet* blir det delt ut et oppgavehefte etter plenumsgjennomgangen. De tre oppgaveheftene fra de tre nevnte matematikktimene har alle en form som understøtter opplevelsen av at å være kompetent handler om å *adoptere lærerens idé*.

I timen *prosentregning* fikk elevene utdelt et hefte på syv sider. Første side i heftet har overskriften ”Å finne prosentfaktoren”, og første halvdel av siden er vist i Figur 5-2.

#### Å finne prosentfaktoren

**Eksempel:** Skal finne prosentfaktoren til 17 %.

$$17 \% = \frac{17}{100} = \underline{0,17}$$

**Oppgave 1. Finn prosentfaktoren**

a)  $45 \% = \frac{45}{100} = 0,45$

b)  $19 \% = \frac{19}{100} = 0,19$

c)  $12 \% = 0,12$

d)  $6 \% = 0,06$

**Figur 5-2: Oppgavehefte Magnus 20121011 *prosentregning*, side 1 (første del av siden)**

Under overskriften vises et eksempel på hvordan elevene kan finne prosentfaktoren når en prosentsats er gitt (se rektangulær ramme). Deretter følger to oppgaver av samme type, men med regneoperasjonen nedskrevet, slik at elevene kun behøver å utføre beregningen. Til slutt på denne første siden følger oppgaver der kun prosentsatsen er gitt og der de skal finne prosentfaktoren. Jeg vil hevde at et slikt oppsett er med på å lede elevene inn mot en avgrenset idé knyttet til prosentfaktorbegrepet, idéen om at å finne prosentfaktor betyr å dividere prosentsatsen med 100. Den noe oppskriftsmessige framstillingen er forhåndsformulert av læreren før undervisningen, og den innbyr ikke elevene til å tenke selv om begrepet, trekke inn andre representasjonsformer eller å trekke inn egne erfaringer. Sideoppsettet forsterker inntrykket av at et aspekt ved å være kompetent i klasserommet er å adoptere lærerens idé.

De fem første sidene i oppgaveheftet fra timen *prosentregning* har samme type oppsett. Øverst på hver side finnes en overskrift knyttet til handlingen ”Å finne...”. Deretter kommer et eksempel på løsning av en bestemt type oppgave, som her oppgaven med å finne prosentfaktoren til en presentsats (i rektangulær ramme). Under eksempelet er det oppgaver av samme type som eksempelet, der regnestykket er helt eller delvis satt opp, slik at elevene kun trenger å utføre operasjonen. Til slutt er det flere oppgaver av samme type der elevene må sette opp regnestykket selv. I Figur 5-3 vises første del av side 4 i det samme heftet, som tilleggseksempel på oppsettet.

#### Å finne prosenten

<p><b>Eksempel:</b> Hvor mange prosent er 5 elever av en klasse på 15 elever?</p> <p>Først finner vi prosentfaktoren: <math>\frac{\text{delen}}{\text{hele tallet}} = \frac{5}{15} = 0,333</math></p> <p>Så finner vi prosenten: <math>0,333 \cdot 100 = \underline{\underline{33,3\%}}</math></p>
--

#### Oppgave 4. Finn prosenten

- a) Hvor mange prosent er 42 poteter av en sekk med 336 poteter?

Først finner vi prosentfaktoren:  $\frac{\text{delen}}{\text{hele tallet}} = \frac{42}{336} = \underline{0,125}$

Så finner vi prosenten:  $\underline{0,125} \cdot 100 = \underline{\underline{12,5\%}}$

- b) Hvor mange prosent er 4 300kr av 774 000kr ?

Først finner vi prosentfaktoren:  $\frac{\text{delen}}{\text{hele tallet}} = \frac{4300}{774000} = \underline{0,0055}$

Så finner vi prosenten:  $\underline{0,0055} \cdot 100 = \underline{\underline{0,55\%}}$

- c) Hvor mange prosent er 23 av 368?  $\frac{23}{368} \cdot 100 = \underline{6,25\%}$

Figur 5-3: Oppgavehefte Magnus 20121011 *prosentregning*, side 4 (første del av siden)

De to siste sidene i heftet fra timen *prosentregning* har overskriften ”Blandede oppgaver” (s. 6 og 7). Her møtte elevene blandede tekstoppgaver med prosent som tema, uten eksempel på løsning øverst på siden. Imidlertid hadde elevene, da de kom til de blandede oppgavene, allerede jobbet seg gjennom bestemte strategier for å ”Finne prosentfaktoren” (s. 1), ”Å finne prosenten når prosentfaktoren er kjent” (s. 2), ”Å finne ut hvor mye en % er av et tall” (s. 3), ”Å finne prosenten” (s. 4) og til slutt ”Å finne hele tallet” (s. 5). Strategiene under overskriftene samsvarer med de strategiene som ble vist i plenum av læreren i foregående time, og i timen *prosentregning*. Læreren idéer og løsningsstrategier er derfor gitt mye oppmerksomhet i plenumsgjennomgang og de gis ytterligere oppmerksomhet i den type aktivitet som



oppgaveheftet initierer. Oppgaveheftets form viser at elevene oppfordres lite til å tenke selv og til å bygge på tidligere kunnskap. Isteden leder denne formen elevene forholdsvis sterkt inn mot å adoptere lærerens idé for hver type oppgave, og å bruke denne bestemte og avgrensede idéen til å løse tilsvarende oppgaver.

Opgaveheftene fra de tre timene *prosentregning*, *vekstfaktor*, og *formlikhet* finnes henholdsvis i vedlegg 1, vedlegg 2 og vedlegg 3.

At en dimensjon av det å være kompetent i dette klasserommet er å adoptere lærerens idé, sees også i elevenes arbeid med oppgavene, spesielt når de er usikre på hvordan de skal løse en oppgave. Litt ut i timen prosentregning har Anders kommet til side 4 i heftet "Å finne hele tallet". Oppgavearkets første del og Anders sine endelige løsninger er vist i Figur 5-4.

#### Å finne hele tallet

**Eksempel:** Hvor mange penger satte du i banken hvis du etter ett år får 492 kr i rente når renten er på 6 %?

Først finner vi prosentfaktoren:  $6\% = \frac{6}{100} = 0,06$

Så finner vi hele tallet:  $\frac{\text{Delen}}{\text{Prosentfaktoren}} = \frac{492}{0,06} = \underline{\underline{8200kr}}$

#### Oppgave 4. Finn hele tallet

- a) Hvor mange penger satte du i banken hvis du etter ett år får 375 kr i rente når renten er på 3 %?

Først finner vi prosentfaktoren:  $3\% = \frac{3}{100} = 0,03$

Så finner vi hele tallet:  $\frac{375}{0,03} = \underline{\underline{12500 kr}}$

- b) Hvor mange penger satte du i banken hvis du etter ett år får 20 800kr i rente når renten er på 4 %?

Først finner vi prosentfaktoren:  $4\% = \frac{4}{100} = 0,04$

Så finner vi hele tallet:  $\frac{20800}{0,04} = \underline{\underline{520000 kr}}$

- c) Du kan få 6 % avslag i prisen på en bil. Avslaget er på 16 500kr. Hvor mye koster bilen?

$6\% = 0,06$   
 $\frac{16500}{0,06} = 275000$

**Figur 5-4: Oppgavehefte Anders 20121011 prosentregning, side 4**

Anders arbeider med deloppgave c) og henvender seg til Magnus. Følgende dialog utspilles:

Anders: 16.500 gange 100 så får jeg riktig? På fullprisen? For 16.500 er avslaget.  
Magnus: Hvis du tar... [5 sekunders stillhet]. Har jeg gjort feil på den kanskje?  
Anders: 16.500 det er avslaget. Det er hvor mye du slipper å betale.  
Magnus: [Kremter] Du tar og deler... skal vi se... 1,6 det er jo 6... 0,6...  
Anders: Det blir riktig... 16.500 delt på 6 ganget med 100.  
Magnus: 0,6. [Matematikklæreren kommer til.]  
MA-lærer: Avslaget er på 16.500. Det blir det samme som dere har gjort her oppe. [Viser til deloppgave a) og b).]  
Magnus: Det blir samme greiene.  
MA-lærer: Prosenten må gjøres om til prosentfaktor.  
Anders: Må jeg det?  
MA-lærer: Mmm.  
Magnus: Når er det friminutt nå? 50?  
MA-lærer: Ja.  
Magnus: Skal vi drive med dette i morgen også?  
MA-lærer: Vi skal gå et hakk videre i morgen.  
[Stille]

**Utdrag 5-7: Opptak fra klasserommet, Anders og Magnus 20121011 prosentregning, #21**

I Utdrag 5-7 har at Anders har kommet til den første oppgaven knyttet til å finne det hele som ikke er delvis løst i oppgaveteksten. Han sier ”Det blir riktig... 16.500 delt på 6 ganget med 100”. Her tenker han på en litt annen måte enn eksempelet øverst på siden i oppgaveteksten viser (se Figur 5-4). Anders tenker riktig. Imidlertid ønsker læreren at elevene skal bruke prosentfaktor – en bestemt metode. Her blir ikke Anders sin løsning anerkjent av læreren. Læreren sier at ”Prosenten må gjøres om til prosentfaktor”, og på Anders sitt spørsmål: ”Må jeg det?”, svarer læreren bekræftende. Læreren gir ingen begrunnelse for at prosentfaktor må brukes. Dialogen viser at også i oppgaveløsningen er det tydelige tegn på at elevenes tanker og løsninger ikke får rom eller autoritet. Løsningen som Anders viser meg etter endt time (se Figur 5-4) viser at han forkaster sin egen løsning og følger lærerens henvisning til løsningsstrategien som er brukt i a) og b). Det er uvisst om eleven ser sammenhengen mellom sin første løsning, som trolig ga mening for han, og strategien med bruk av prosentfaktor. At han ender opp med å bruke løsningsstrategien som ble forfattet i eksempelteksten, er nok et

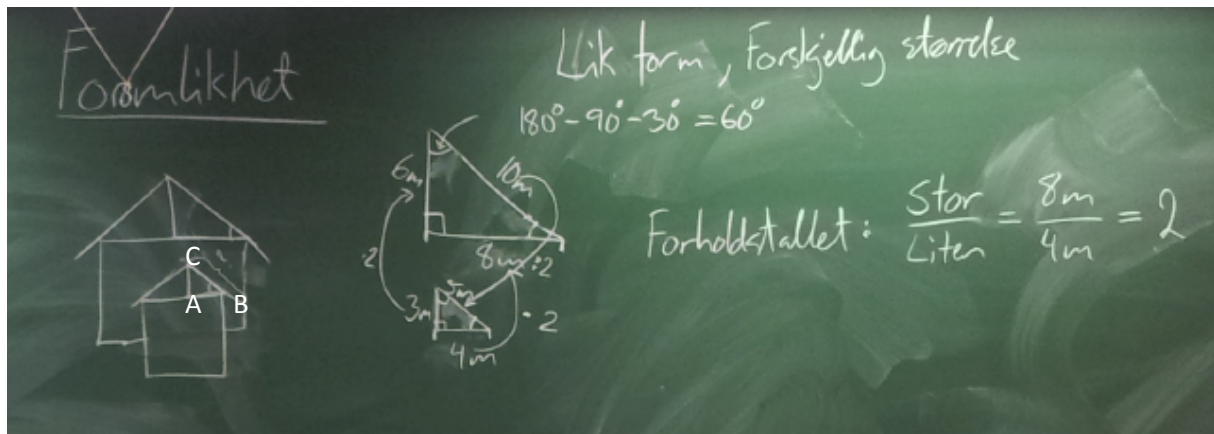
tegn på at eleven opplever at kunnskapen holdes av en *ekstern autoritet* (1999) - kunnskapen oppleves som tilhørende andre utenfor en selv.

Matematikktimene *prosentregning* og *vekstfaktor* hadde likheter. I begge timene ble det introdusert metoder som skulle brukes til å regne med prosent. Jeg så flere likhetstrekk i måten idéer entret fellesskapet på. Læreren fremmet et matematisk problem, elever kom med et svar på problemet, læreren anerkjente svaret som riktig med å si ”Ja (...)”, men forfattet selv en metode for fellesskapet. En matematikktime som var litt annerledes i form var matematikktimen *formlikhet*, og jeg vil derfor også presentere utdrag fra denne timen.

Timen begynner med liten diskusjon om pokerspill og sannsynlighet (med referanse til aktivitet i skolens fagdagsuker), og 12 min ut i timen går læreren over til dagens tema. Dette blir etter hva jeg har forstått elevenes første møte med formlikhetsbegrepet i dette faget. Temaet skal imidlertid være kjent fra ungdomsskolematematikken.

- MA-lærer: Også skal vi gå et hakk videre. Eller vi skal se på noe som er litt mer nært læreplanen, i hvert fall. [Uro og støy blant elevene.] Vi skal se på noe i matematikken som kalles formlikhet. (...) [Mer uro samt irettesettelser. MA-lærer tegner et hus på tavla.]
- Elev: Et hus!
- MA-lærer: Et hus, ja. Eller i hvert fall et forsøk på en ende på et hus med en gavl. Ehm... Og når dere skal da bygge på dette huset der, gjøre det større så vil man ofte at det tilbygget har samme formen som huset. At takvinkelen for eksempel skal være lik. Så hvis man bygger på... bygger på en del her nå da så... [tegner tilbygg på huset, se nederst til venstre på **Figur 5-5**]
- Elev: Det må være i perspektiv da.
- MA-lærer: Det blir ikke bra, men det blir noe å la.
- Elev: A la? [Uro]

**Utdrag 5-8: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121217 *formlikhet*, #06-08**



Figur 5-5 Tavlebilde fra klasserommet, 20121217 *formlikhet*. Navnene til hjørnene i  $\triangle ABC$  er påsatt av meg.

Læreren innleder med at de ”skal se på noe i matematikken som kalles formlikhet”. Det første ”målet” som introduseres er altså at de skal ”se på” et *matematisk begrep*. Så introduserer læreren en kontekst som bør være relevant for bygg- og anleggsteknikkelevne – nemlig det å kunne lage et tilbygg med en takvinkel som er lik en takvinkel på en annen konstruksjon. Introduksjonen av det bygningsrelaterte problemet vil sannsynligvis gi elevene en kjent og realistisk kontekst å tenke i som kan støtte læringen og som kan gjøre at elevene identifiserer seg med problemet. Man kan tenke seg at dette vil være med å åpne for at elevene vil bidra med mulige løsninger og erfaringer. Imidlertid observerer jeg lite av dette, og jeg vil drøfte hva det kan skyldes.

I Utdrag 5-8 kan den innledende ytringen om at klassen skal se på formlikhet, være med på å legge forventningene om hvor erfaringer og innspill skal komme fra over på læreren. Dette fordi innledningen fokuserer på et matematisk begrep, ikke på det bygningstekniske problemet. Det er klart for fellesskapet at læreren har mest matematisk erfaring i fellesskapet, mens enkelte elever kanskje har mer bygningserfaring enn læreren? Hvis det matematiske begrepet *formlikhet* oppfattes som det primære fokus, kan det være et mulig hinder for at elever velger å bidra med erfaringer eller idéer relevant for det bygningsrelaterte problemet. Derfor kan dette styrke lærerens posisjonering som den som skal forfatte idéene i læringssituasjonen. Likevel er det sannsynlig at læreren her har et ønske om å peke på matematikken som relevant for yrket noe som kan gi elevene en gjenkjennbar kontekst å tenke i – og som sannsynligvis kan oppleves meningsfull for dem.

Etter hva jeg kjenner til har ikke elevene møtt liknende problemstillinger i skolens verksted. Likevel er det mulig at elevene hadde møtt liknende problem i livet utenfor skolen, eller fra den ukentlige arbeidspraksisen i ulike bygg- og anleggssfirma. I matematikktimene *prosentregning* og *vekstfaktor* var det elever som tydelig viste at de kunne bidra med en løsning når et problem var formulert. Dette ser jeg ikke her. Læreren oppfordrer imidlertid heller ikke elevene til å bidra med erfaringer eller tanker om hvordan problemet skal løses. Det er ikke noe eksplisitt forsøk på å hente fram eventuelle praktiske erfaringer elevene måtte ha med problemet som skisseres med å lage et tilbygg med samme takvinkel som et originalbygg. I den videre dialogen fortsetter læreren å skyve fokuset mot å løse et matematisk problem adskilt fra kontekst istedenfor det opprinnelige bygningsrelaterte (fortsetter direkte fra Utdrag 5-8):

- MA-lærer: Hvis man skal bygge på noe... Gutter! Finn også! Hvis man skal prøve å bygge på noe eller utvide noe på et hus, så vil man ofte da, at taket på tilbygget skal være litt samme fallet som taket på originalhuset. Ellers blir det ofte seende litt rart ut. Det vi skal jobbe med i dag er å kunne beregne da, hvor lang den her må være da [peker på  $BC$  i **Figur 5-5**] hvis det her skal stemme sånn at vinkelen her blir lik vinkelen her for eksempel [viser til vinklene som er markert på skissen av hus og tilbygg i samme figur]. Du får samme takvinkel. Da bruker vi noe i matematikken som heter formlikhet. Har dere jobbet med det før? [Noen ler.] Har dere jobbet med det på ungdomsskolen?
- Elev: Nei!
- Elev: Det har vi sikkert!
- MA-lærer: Fortrengt det godt.
- (...) [Prat om blant annet PC]
- MA-lærer: Når vi skal se på formlikhet så er det oftere greiere å se på litt enklere figurer da enn hele hus og så videre. Du kan for eksempel se på den trekanten som taket danner her... For den stemmer overens med den trekanten der. Da har vi to formlike trekanter [viser til rettvinklede trekanter i skissen av hus med tilbygg, se **Figur 5-5**]. Skal prøve å tegne den opp igjen da. Den er sånn her... ca... [Tegner trekantene i midten av tavlebildet som "kopier" av trekanter i hus og tilbygg, se **Figur 5-5**]. De her skal være.

**Utdrag 5-9: Opptak fra klasserommet, MA-lærer *formlikhet* 20121217, #08**

Utdrag 5-9 viser at fra å ha skissert det bygningsrelaterte problemet som har med at taket på tilbygget skal ha samme fall som originalhuset, går læreren over til å sette

noen rammer for hvordan problemet skal løses videre. Han sier: ”Det vi skal jobbe med i dag er å kunne beregne da, hvor lang den her må være (...)”, og peker på lengden av skråningen på taket. Videre sier han at da ”bruker vi noe i matematikken som heter formlikhet”.

Læreren tar over den delen av løsningsprosessen som for Pickering (1995) omfatter å bestemme retningen for videre arbeid. Dette innebærer blant annet å bestemme hvilke prosedyrer man skal anvende (denne delen av løsningsprosessen kalles ”construction of bridgehead” av Pickering). I Utdrag 5-9 omformer læreren det opprinnelige problemet (tilbygget skal ha samme form) til å handle om å finne én bestemt lengde ved bruk av *formlikhet* – læreren setter retningen for videre arbeid. Han skreller også av konteksten for elevene og overfører det til et rent matematisk problem. Den delen av løsningsprosessen der ”retningen settes” knytter Pickering (1995) til *menneskelig agens*. I denne delen av løsningsprosessen må man gjøre noen overveide valg og utøve skjønn blant annet knyttet til hvilke verktøy man kan bruke for å løse problemet. Når læreren bestemmer retningen for videre arbeid, er det han som posisjoneres til å utøve *menneskelig agens*, ikke elevene. Denne delen av problemløsningsprosessen, er viktig for livet utenfor skolen. Se for eksempel Boaler (1998). Det som ble introdusert som et bygningsteknisk problem forlattes til fordel for en mer formell skolematematisk problemstilling. Noe som vises i fortsettelsen av klasseromsdialogen. Wedege (2010) hevder at, i liknende situasjoner som denne, så har læreren inntrykket av å overføre matematikk fra yrke til klasserom, men det som skjer er egentlig det motsatte. Matematikken som læreren finner i en yrkessetting brukes mer som en foranledning til å lære de mer formelle matematiske begreper og prosedyrer (Wedege, 2010, s. 94), i dette tilfellet formlikhet.

Etter noe diskusjon om hva formlikhet er og hva det vil si at vinkler er like store (se Utdrag 5-22 senere i dette kapittelet) og også en samtale om vinkelsummen i mangekanter, dreier klasseromsinteraksjonen mot ”lengdene” i trekantene:

MA-lærer: [H]vis man vet at to figurer er formlike, altså at du har samme form, så betyr det at forholdet mellom sidene er likt hele tiden. Altså er den ene siden dobbelt så lang som den andre, så er de andre sidene det også. Hvis vi ser på de to her nå da så ser vi at det er den siden her som hører til den siden der [viser til sidene jeg har markert som *AB* og *DE* i Figur 5-6] . Det er det som kalles for

samsvarende sider. Da er det bare fire som sover og en som trykker på mobil. (...) [Utbrudd og diskusjon]. Skal vi se om vi klarer å finne forholdet her da. Hvis vi ser på forholdet... Hvis vi ser på forholdet mellom den store og den lille nå... Finne forholdstallet... [skriver]. Tar lengdene fra stor delt på liten... Er du med Halvor? Hvis jeg tar den lengden her nå som er åtte meter så deler jeg på den siden her som på en måte er den samme i den lille figuren, som er fire meter. Hvor mye er åtte delt på fire da? Er alle med på den? Erik, hva mener du?

Erik: Hva da?

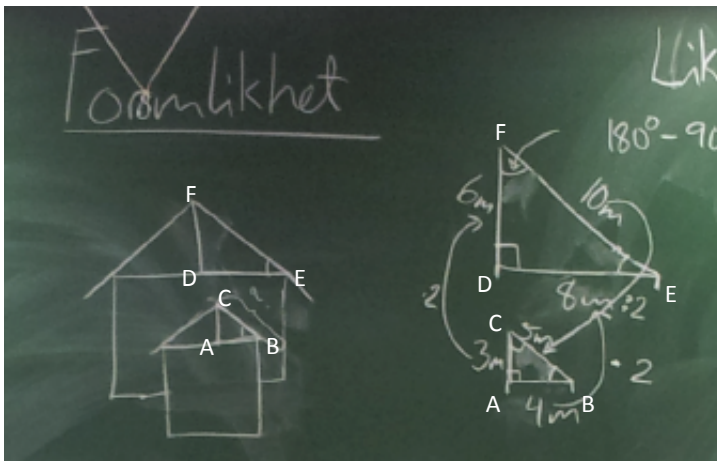
MA-lærer: Åtte delt på fire?

Elev: Du må ikke si hva da?

Erik: To.

MA-lærer: To, ja. Så det vil si at den store trekanten nå er dobbelt så stor som den lille.

**Utdrag 5-10: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121217 *formlikhet*, #11**



**Figur 5-6: Tavlebilde fra klasserommet, 20121217 *formlikhet*, utklipp [navn på hjørner er påsatt]**

Dialogen fortsetter med fokuset på å finne hypotenusen ( $BC$ ) i en rettvinklet trekant ved hjelp av formlikhet. Ser vi på elevenes posisjonering i klasserommet, så forsterkes resultatene fra eksemplene gitt i timen *prosentregning* og *vekstfaktor*. I dialogen over er det igjen klart at læreren forfatter ideen. Elevene skal ha møtt formlikhet på ungdomsskolen, men det gjøres ikke noe forsøk på å forsøke å få innblikk i deres forståelse – eller forsøke å få dem til å si noe om egenskaper for formlike trekanter. Det må kommenteres at læreren står i en situasjon med mye uro, noe som kan forstyrre fokuset på elevmedvirkning. Dialogen viser at læreren her tar *rollen* som en for

elevene blir en *ekstern autoritet* (Povey et al., 1999), en som holder den matematiske kunnskapen. Han formidler denne til elevene når han forfatter for fellesskapet at: ”For hvis man vet at to figurer er formlike (...) så betyr det at forholdet mellom sidene er likt hele tiden.” Videre i dialogen er det klart at elevene blir inkludert, men de blir kun invitert til å svare på hva 8 dividert med 4 er. Jeg vil hevde at de bare blir invitert til å utøve *disiplinær agens* (Pickering, 1995), idet deres oppgave i fellesskapet kun blir å utføre en enkel operasjon som stiller lave kognitive.

Læreren forfatter her en strategi for å kunne bestemme lengder i formlike trekkanter. Selv om utgangspunktet var å lage et tilbygg på et hus. Det vises ikke tegn til å gå tilbake til det realistiske problemet. I dialog og oppgaver som følger forblir fokuset på problemer frie fra den mer realistiske problemstillingen som ble introdusert innledningsvis.

I datamaterialet som er lagt fram i dette delkapittelet har jeg vist at det å være kompetent (som elev) i matematikk-klasserommet i stor grad handler om å adoptere lærerens ideer. Elevene får liten mulighet til å bidra med egne erfaringer. Jeg har sannsynliggjort at elevene ser læreren som en ekstern autoritet som holder kunnskapen i klasserommet. Elevenes egne erfaringer blir ikke gjenstand for fellesskapets oppmerksomhet, og de får liten plass i felles kunnskapskonstruksjon. Selv om introduksjonen av fagstoffet i timen formlighet er annerledes og oppleves innledningsvis som forsøksvis yrkesrettet, forsterkes likevel inntrykket av at det er læreren som posisjoneres til å forfatte idéer i fellesskapet. Igjen vil jeg presisere at læreren står i vanskelige pedagogiske situasjoner i dette klasserommet, det er mye uro og flere elever framstår lite motiverte. Beskrivelsene og analysene gitt ovenfor, er ikke en kritikk av denne læreren, som står ovenfor og som takler mange utfordrende utenomfaglige situasjoner i dette klasserommet. Disse utfordrende situasjonene antas å ha påvirket de fleste dialogene i fellesgjennomgangen. Beskrivelsene og analysene overfor er kun et forsøk på å beskrive og analysere de situasjonene som er observert med utgangspunkt i forskningsspørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent..”.

Som nevnt innledningsvis i dette delkapittelet, var en av kategoriene som vokste fram av den strukturerende analysen av hva det betyr å være kompetent å *bruke lærerens metoder*. Jeg har nå vist eksempler fra den første underkategorien som viser hvem som framstår som ansvarlig for å forfatte idéer i matematikk-klasserommet. Jeg har vist at det i hovedsak er *læreren* som har dette ansvaret i fellesskapet. Elevenes rolle har som



en konsekvens i større grad vært å *adoptere lærerens idéer* enn å bidra med egne idéer og erfaringer.

### 5.1.2 MA #1-2 Å adoptere metoder

MA #1-2 *Å adoptere metoder* framstår som vesentlig i fellesskapets virksomhet. Dette gis det innledende indikasjoner på i datamaterialet presentert i delkapittelet ”MA #1-1 Adoptere lærerens idé”. Når jeg påstår at å adoptere *metoder* framstår som vesentlig, mener jeg at de matematiske ideene som entrer dette fellesskapet i større grad er knyttet til algoritmer og regler enn begreper (Hiebert & Lefevre, 1986). Mens forrige delkapittel handlet om hvordan matematiske idéer *entrer* fellesskapet, handler altså dette delkapittelet om disse idéenes karakter.

I delkapittelet ”MA #1-1 Å adoptere lærerens idé” viste jeg utdrag fra et intervju med læreren gjennomført før timen prosentregning. Jeg viste at læreren hadde som mål å lære elevene tre metoder for å regne med prosent (finne *delen*, finne *det hele* og finne *prosenten*), se Utdrag 5-1. I dette ligger at læreren har gjort et aktivt valg om å gi elevene tre separate metoder istedenfor å fokusere på den egentlige sammenhengen mellom *delen*, *det hele*, og *prosenten*:

- MA-lærer: Men jeg tenker litt sånn at... For studiespesialisering da, så ville jeg kanskje gitt dem likninga da... Den sammenhengen der, også kunne vi snudd på den slik at vi fikk tre formler hvis vi trengte det. Ehm, men på de gutta her så tror jeg jeg kommer til å... at jeg ikke kommer til å poengtere så mye for dem at det er en likning som vi kan snu på.
- Christina: Nei?
- MA-lærer: Men da lære dem tre metoder for å finne ut hvor mye det er da hvis du har så og så mange prosent av noe, lære dem å finne prosenten, og da lære dem å finne hele tallet hvis du har delen og prosenten. Så det... Så det er målet. At de klarer da i løpet av de to timene i morgen å... å skille mellom de tre måtene å regne på, da. Det tror jeg kan bli tøft nok for en del av dem. For det blir litt å holde styr på.

#### Utdrag 5-11: Intervju, MA-lærer 20121010 prosentregning, #01

At læreren ønsker å lære elevene tre ulike ”metoder” istedenfor sammenhengen, begrunnes av ham selv med at det ”kan bli tøft nok for dem”. Han ville fokusert på sammenhengen for elever på studiespesialiserende utdanningsprogram, men hevder at

det er ”tøft nok” for bygg- og anleggsteknikkelevne å lære metodene. Det valget han gjør, gjør han for å tilpasse undervisningen til elevgruppen. Kompetansemålet i læreplanen knyttet til prosent sier at elevene ”skal kunne regne med forhold, prosent, prosentpoeng og vekstfaktor” (Utdanningsdirektoratet, 2010). Det er altså ikke gitt som et eksplisitt mål i læreplanen at elevene skal forstå sammenhengen – kun at de skal kunne ”regne med” prosent.

Lærerintervjuet ga en indikasjon på at det er regler og algoritmer (metoder) som fremmes i fellesskapet, framfor det å arbeide med en sammenhenger. I det videre vil jeg vise hvordan indikasjonen i stor grad bekreftes i datamaterialet fra klasseromsobservasjonen. I den deskriptive analysen (Postholm, 2010) av datamaterialet vokser underkategorien MA #1-2 *Å adoptere metoder* fram gjennom et dominerende antall episoder der handlinger og effektive strategier framstår som sentrale matematiske idéer som entrer fellesskapet. Idéer om sammenhenger og fokus på begrunnelser ser jeg sjelden. Det er også karakterisk at muligheter for å adressere sammenhenger mellom nye idéer (handling og effektive strategier) og elevenes erfaringer sees, men sjelden utnyttes. Dette vil jeg komme tilbake til og analysere i kapittel 7. Jeg viser eksempler på episoder der jeg anser at det er algoritmer og regler som er sentrale i kunnskapselementer under overskriften ”Å fokusere på handling og effektive strategier”. Det er få episoder der det stilles krav til (eller der det forsøkes å stille krav til) begrunnelser. To eksempler vises under overskriften ”Å sjelden behøve å gi begrunnelser”.

#### *Å fokusere på handling og på effektive strategier*

Timene *prosentregning*, *vekstfaktor* og *formlikhet* behandler begreper knyttet til prosent og formlikhet. I behandlingen av disse begrepene i undervisningstimene ser jeg at handling er viktig. Det å følge regler og algoritmer, eller utføre bestemte handlinger, framstår som mer sentralt enn å diskutere innhold i begreper eller sammenheng mellom begreper. Jeg vil vise hvordan dette handlingsaspektet kommer fram i lærings situasjonene.

Først til et eksempel fra timen *prosentregning*. Episoden er et utdrag av fellesskapets behandling av begrepet prosentfaktor.

- MA-lærer: Nå må vi fortsette med prosentregninga. Er det noen som husker hva vi gjorde forrige gang da? På mandag?
- (...)
- MA-lærer: Prosentfaktor, ja. Det hadde vi jo forrige gang. Vi hadde for eksempel 14 % da. Hvordan var det vi lagde prosentfaktor av den da?
- Elev: Delte på 100 eller noe sånt, var det det?
- MA-lærer: Ja! 14 % betyr 14 hundredeler og da fikk vi 0,14 [skriver på tavla]  
(...) [Irettesettelser]. Så prosentfaktoren er det desimaltallet som hører til prosenten.

**Utdrag 5-12: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121011 prosentregning (#05-06)**

Da læreren innledet til repetisjon av prosent og prosentbegrepet var dette med en prosedyretilnærming. Han refererte til prosentfaktor som et begrep som de hadde hatt i timen før, og spurte: ”Vi hadde for eksempel 14 % da. Hvordan var det vi lagde prosentfaktor av den da?” Det som knyttes til begrepet er et handlingsaspekt, da verbet *lagde* indikerer handling. Å lage prosentfaktor knyttes til å bearbeide noe (prosentsetsen) og gjøre det om til noe annet (prosentfaktor). Elevene skal utføre en aktiv handling. Fokuset blir på denne aktive handlingen med å dividere prosentsetsen med 100 for å finne prosentfaktoren, istedenfor på at 14 % og prosentfaktoren 0,14 er to uttrykk for det samme. En elev svarer, i tråd med handlingsfokuset i spørsmålet, med at de ”delte med 100”, og får positiv respons av læreren. I den videre responsen sier imidlertid læreren at ”14 % betyr 14 hundredeler og da fikk vi 0,14”. Dette er en liten bevegelse bort fra handlingsfokuset, og noe over på sammenheng mellom prosentfaktoren som desimaltall og prosentsetsen idet prosent knyttes til hundredeler.

Dialogen fortsatte slik (direkte fra Utdrag 5-12):

- MA-lærer: Så det gjorde vi forrige gang. Vi gikk fra prosent til prosentfaktor, også gikk vi motsatt vei. Hvis vi hadde prosentfaktoren...
- Elev: Så tok vi og ganga gjorde vi ikke det?
- MA-lærer: Jo! Ta et annet tall da 0,67. Da har vi prosentfaktoren også ganga vi med 100 [skriver på tavla (se under), prat i bakgrunnen].

$$0,67 = 0,67 \cdot 100 = 67 \%$$

↗
↖

Prosentfaktor
Prosent

12

- MA-lærer: Nei, hysj. Husker vi det her?
- Elev: Nei!
- MA-lærer: Det er lurt å prøve å huske det her nå.
- Johan: Skal vi ha den dritten her igjen?
- MA-lærer: Nå holder det for i dag OK? Det var de tingene som var hovedfokus forrige time. Å klare å gjøre om fra prosent til prosentfaktor, og motsatt vei. Hvis du hadde prosentfaktoren og gjøre om det til prosent.

**Utdrag 5-13: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121011 prosentregning, #06**

Her vil jeg hevde at handlingsfokuset forsterkes. For det første refereres det til handling når læreren sier ”Vi gikk fra prosent til prosentfaktor, også gikk vi motsatt vei.” Fokuset er på en prosess som skal utføres – og prosessen kan gå i to retninger. Videre fokuserer eleven også på handling i utsagnet ”Så tok vi og ganga gjorde vi ikke det?”. Læreren gir positiv respons, og repeterer ”Da har vi prosentfaktoren også ganga vi med 100.” Igjen handlingsfokus. Det gis ingen begrunnelse for hvorfor multiplikasjon er riktig operasjon, selv om eleven som sier ”Så tok vi og ganga, gjorde vi ikke det?” virker noe usikker. Isteden tilbyr læreren et eksempel på en prosentfaktor, og presiserer at de ”ganga” med 100 for å finne prosentsatsen. Læreren avslutter repetisjonen med nok en handlingsytring til: ”Det var de tingene som var hovedfokus forrige time. Å klare å gjøre om fra prosent til prosentfaktor, og motsatt vei.” Selv om læreren i Utdrag 5-12 bemerker at 14 % og prosentfaktoren 0,14 er uttrykk for det samme, vil jeg hevde at handlingsytringene dominerer i lærerens kommunikasjon. Jeg ser også kun handlingsytringer hos elevene i repetisjonen som er vist i Utdrag 5-12 og Utdrag 5-13. Handlingsytringene indikerer et fokus på prosedyre, og det å *bruke* metoder, framfor fokus på innholdet i, og sammenhengen mellom, de matematiske begrepene prosent og prosentfaktor.

<sup>12</sup> På tavla stod det slik, selv om det nok var ment som  $0,67 = 0,67 \cdot 100 \% = 67 \%$ .

Det finnes mange eksempler som bekrefter handlingsfokuset. Et annet henter jeg fra timen *vekstfaktor*, der læreren er i gang med repetisjon av metoden *finne delen* (som ble introdusert i timen *prosentregning*):

- MA-lærer: Et eksempel kan være å spørre etter hvor mye er 10 % av 223 kr. Var det det jeg skrev?
- Anders: Du tar 10 delt på...
- Elev: 22,3.
- MA-lærer: Ja, hva var det vi gjorde for noe først?
- Anders: Vi tok... Hva var det du sa det var igjen?
- MA-lærer: Skal finne hvor mye 10% er av 223 kr.
- Anders: Du tar 10 delt på 100 og tar 0,10 ganger 223.
- MA-lærer: Helt riktig! Prosentfaktoren først [skriver på tavla]. 10 delt på 100 er 0,10 også finner vi... 10% er da 223 kr gange 0,10. Da får vi... Hva så du vi fikk? [En elev mumler noe om kalkulator.] 22,3 gjør vi ikke det? Men det er kalkulatormat... Helt klart.

**Hvor mye er x % av noe?**

Hvor mye er 10 % av 223 kr?

$$\text{Prosentfaktoren: } \frac{10}{100} = 0,10$$

$$10 \% \text{ er da: } 223 \text{ kr} \cdot 0,10 = \underline{22,3 \text{ kr}}$$

**Utdrag 5-14: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121012 *vekstfaktor*, #02-03**

I Utdrag 5-14 spør læreren hvor mye 10 % av 223 kr er. En elev kommer med riktig løsning. Læreren svarer med å anerkjenne med ”Ja,...”, men følger opp med ”...hva var det vi gjorde for noe først?”. Jeg tolker det siste som at læreren henviser til de tre metodene som ble presentert i timen før. Læreren spør ikke hva eleven som svarer har tenkt, men fokuset er på hva de *har gjort* tidligere – og jeg antar at læreren refererer til metodene fra dagen før. Han er her ute etter en spesiell handling eller prosedyre. Anders foreslår den prosedyren læreren tilsynelatende er ute etter. Læreren forsterker denne prosedyrens posisjon i fellesskapet ved å repetere denne ”Helt riktig! Prosentfaktoren først (...)”, og skriver den ned på tavla.

Dialogen fortsetter direkte fra utdraget over:

- Halvor: Eller MA-lærer! Hvis du skal ta 10% av 223, tar du 223 dele på 100 og gange 10.
- MA-lærer: Ja, det går også an å gjøre det.
- Elev ukjent 2: Det er mer tungvint da!
- MA-lærer: Ja, også...
- Halvor: Det går fortere... [Utydelig tale. Noe om to stykker i én.]
- MA-lærer: Men det... Det er den måten dere gjorde det på ungdomsskolen også, men vi skal gå et hakk lengre i år, og da er det en fordel å ikke tenke på den måten. (...) [Irettesettelse av elever og småprat. Går så over til ny oppgave.]

**Utdrag 5-15: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121012 vekstfaktor, #03**

Her foreslår Halvor en annen prosedyre. Læreren anerkjenner Halvors strategi ved å si: ”Ja, det går an å gjøre det.”. Imidlertid følges dette opp med: ”Det er den måten dere gjorde det på ungdomsskolen også, men vi skal gå et hakk videre i år, og da er det en fordel å ikke tenke på den måten.” Dette tilsidesetter Halvors løsning og samtidig kan kommunikasjonen gjøre at de to løsningsstrategiene framstår som helt separate for elevene. Det er ingen tegn til oppmerksomhet på sammenhengen mellom elevenes kjente strategi og den læreren har presentert. Isteden framstår lærerens effektive, generelle løsningsstrategi isolert fra det erfaringsgrunnlaget som elevene har. Episoden viser at fellesskapets fokus er på effektive ”metoder”, og at sammenhenger ikke adresseres.

Det siste eksempelet jeg vil gi fra plenumsgjennomgang for å illustrere fokuset på handling og effektive strategier, er også fra timen *vekstfaktor*. Læreren har til nå repetert de tre metodene introdusert i timen *prosentregning* (”finne delen”, finne ”det hele” og finne ”prosenten”), og er her i ferd med å nærme seg vekstfaktorbegrepet.

- MA-lærer: Klarer jeg å få dere med litt til?
- Elever: Ja! [I kor.]
- MA-lærer: For nå skal vi se på noe nytt. (...) Hva hvis du skal... legge til en prosent?
- Halvor: Da finner du ut hvor mange prosent det er også plusser du på det!
- MA-lærer: Ja,... men her også så er det flere måter å gjøre det på... og jeg kan godt vise dere begge to, men jeg vil helst at dere skal bruke den nyere måten da, for å si det sånn, for den trenger vi senere.
- Elev: Ja.
- MA-lærer: Skal vi ta noe enkelt noe da. La oss si at en vare, en TV kan vi si, koster 10.000 kr [Elev: Nice] uten merverdiavgift.

(...) [Her snakkes det litt om hva merverdiavgift er samt ulike satser]

Asgeir: Jeg kan svaret!

MA-lærer: Du kan svaret, ja. Hva er det da?

Asgeir: 2500.

Anders: Legg inn litt andre tall enn nuller da, så blir det litt vanskeligere.

MA-lærer: Ja, men det er litt enklere å se at det er riktig, da!

Asgeir: Skal jeg vise deg hvordan jeg fant det ut? Skal jeg si det? [Bråk i bakgrunnen]

MA-lærer: Men gu... Jeg må bare ha med meg...

Elev: Hold kjeft, da!

Asgeir: Jeg delte 10.000 på 5 også delte jeg det på 2... Nei, jeg... 10.000 på 2 også delte jeg svaret på 2 igjen.

Elev: Dele alt på 4.

MA-lærer: Ja, OK. Da har du tenkt om 50 da egentlig. Det er for så vidt greit det altså, men jeg tror ikke vi skal lære de andre det, for jeg tror ikke de kommer til å skjønne det.

Asgeir: Det virker lettere enn å dele på 4.

MA-lærer: Ja... Ehm... Men måten å gjøre det på da, eller det er to måter. Den ene er (...)

**Utdrag 5-16: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121012, vekstfaktor, #07-08**

I dialogen kommer Asgeir først med en løsning. Han er ikke fornøyd med å bare ha gitt løsningen på oppgaven, men vil vise hvordan han ”fant det ut”. Her har Asgeir selv forfattet en løsning han har eierskap til - og der han har brukt sin tallforståelse fleksibelt. Først og fremst vet Asgeir at 25 % av 10.000 er det samme som 10.000 dividert med 4, noe som i seg selv kunne åpnet for en oppmerksomhet på sammenhenger mellom ulike representasjoner av en del (prosentsats og brøkdel). Videre vet Asgeir at ved å dividere tallet 10.000 med 2, og så dividere løsningen på 2 igjen, vil han få 10.000 dividert med 4 og at løsningen tilsvarer 25 % av tallet 10.000. Asgeir bruker sin forståelse av at 25 % er det samme som en firedel av tallet til å løse problemet med å finne merverdiavgiften meget effektivt og ved bruk av kun hoderegningstrategier. En annen elev viser også forståelse for Asgeir sin løsning, og oversetter den til at det er det samme som å ”dele alt på 4”. Hvor innlysende oversettelsen var for de andre elevene har jeg ikke belegg for å si noe om.

Læreren oversetter Asgeirs løsning til at Asgeir har tenkt ”om 50”, og sier videre ”jeg tror ikke vi skal lære de andre det, for jeg tror ikke de kommer til å skjønne det”. Man kan stille seg spørsmålet om Asgeirs tenkemåte er vanskeligere å forstå enn den læreren skal skissere, selv om det er naturlig at læreren vil gi elevene noen metoder

som fungerer generelt. Uansett uttrykker læreren at han ikke tror elevene vil forstå Asgeirs løsning, selv om eleven som kommenterer Asgeirs løsning med å si ”Dele alt på 4” viser tegn til forståelse av nettopp denne. Isteden blir Asgeirs løsning svakt anerkjent når læreren i siste linje av dialogen sier ”Ja...”, men fellesskapets fokus blir rettet mot lærerens ”to måter” å løse på: ”Men måten å gjøre det på da, eller det er to måter. Den ene er (...)”. Lærerens ”to måter” opptrer nå som helt isolerte fra Asgeirs strategi, og også fra Halvors i Utdrag 5-15. Elevstrategiene blir tilsidesatt til fordel for å lære elevene noen effektive og sikre metoder. Dette er med å bekrefte analysen i forrige delkapittel ”Adoptere lærerens metoder”, der jeg blant annet viste at læreren framsto som den som hadde ansvaret for å forfatte løsninger. I denne seksjonen er det imidlertid viktig å se dette som et tegn på at fokuset rettes mot de generelle og effektive metodene, og at disse ikke settes i sammenheng med elevenes mer uformelle. Når læreren bruker språket ”måten å gjøre det på” innrettes fellesskapets fokus på handling og én bestemt prosedyre. Lærerens *metode* forsterkes som sentralt element i fellesskapets kompetanseregime (Wenger, 1998). Det er tydelig hvordan de effektive og formelle løsningsstrategiene posisjoneres i fellesskapet. De uformelle løsningsstrategiene som kommer fra elevene og som bygger på deres tidligere erfaring med tall og prosentregning settes til side.

Klasseromsinteraksjonen fortsetter direkte fra dialogen i Utdrag 5-16 med dialogen i Utdrag 5-17. Dialogen i sistnevnte utdrag viser lærerens introduksjon av det som karakteriseres som én av to måter å gå fram på hvis du skal legge til en prosent.

- MA-lærer: Den ene er hvis vi går via den veien her. Hvor mye er 10 % av noe? [Peker på seksjonen på tavla vist i bildet i Utdrag 5-14]. Hvor mye er da 25 % av de 10.000 kr? Hvor stor bit er da den merverdiavgiften?
- Nils: 2500
- MA-lærer: Det første jeg må gjøre da, er at jeg må ta prosenten min. Den er 25 hundredeler eller 0,25. Også kan jeg finne da.. ehm.. mva vil da være lik.. 10.000 kr...
- Elev: Gange 0,25.
- MA-lærer: Og da fikk jeg 2.500 er det ikke det?
- Halvor: Jo.
- MA-lærer: Også kan jeg ta prisen... med mva...
- Elev: Da blir det 10.000. Nei... pluss 2.500. [Mumling i bakgrunnen]
- MA-lærer: Ja, da blir det 10.000 pluss de 2.500.
- Elev: Må vi ta minus da?



MA-lærer: Det var kroner her... Nei, vi må plusse da. Så da får vi 12.500 kr, gjør vi ikke det? Så det her nå krever to regneoperasjoner. Olav! [Forsøker å få Olav til å følge med.]

**Utdrag 5-17: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121012 vekstfaktor #08**

Utdrag 5-17 viser at elevstrategiene fra Utdrag 5-16 ikke får rom i den videre interaksjonen. Læreren fortsetter isteden med å innrette fokus på den ene av de to måtene han vil fremme for å løse et problem med å legge til en prosent uten å adressere sammenheng til elevstrategiene. Altså metoden vist på tavlebildet i Utdrag 5-14). I Utdrag 5-17 begynner læreren med å vise til metoden *finne x prosent av noe* som er repetert og nedskrevet på tavla gjennom et eksempel tidligere i timen (se Utdrag 5-14). Når han først sier ”Hvor mye er 10 % av noe?” i Utdrag 5-17 er dette et spørsmål som er besvart tidligere i Utdrag 5-14. Det fremstår dermed som at målet ikke er at elevene skal besvare spørsmålet, men heller å vende fokuset tilbake på lærerens metode med å *finne x prosent av noe* som ble introdusert tidligere. Læreren peker på eksempelet der de fant 10 % av et beløp, og så følger han opp med spørsmålet ”Hvor mye er da 25 % av 10 000 kr?”. Dette tolker jeg som en bekreftelse på at den sentrale matematiske idéen, det elevene skal lære, er å *adoptere lærerens metode*. Når han eksplisitt peker på at de fant 10 % i eksempelet og at de nå skal finne 25 %, kan det tolkes som at læreren ønsker å få elevene til å se at de ”bare kan bytte ut tall” i det tidligere eksempelet, noe som stiller lave kognitive krav (Stein & Smith, 1998) til elevene. Det forventes at de kan bruke metoden ”finne delen”, ved å sette riktige tall inn i algoritmen, og regne ut.

I vedlegg 1, 2 og 3 finnes oppgaveheftene som elevene arbeidet med i andre halvdel av timen i undervisningsøktene *prosentregning*, *vekstfaktor* og *formlikhet*. Oppgavenes form indikerer at elevene i hovedsak arbeidet med å ”trene på å bruke” prosedyrene som er blitt introdusert i fellesgjennomgangen. Dette sees i at det er tydelige føringer med hensyn på hvordan oppgavene skal løses i oppskriften som er gitt øverst på siden på et overveiende flertall av oppgavesidene. Oppskriften tilsvare det jeg kaller *lærerens metoder* som er gjennomgått og nedtegnet på tavla tidligere. Elevene innretter seg etter ”oppskriften” øverst på siden, og følger denne når de løser oppgavene. Oppgavene har høyt fokus på *bruk* av prosedyre, og gir lite rom for *menneskelig agens* (Pickering, 1995). Jeg vil ta for meg oppgavene grundigere under hovedkategori MA #2 (som omhandler virksomhetens karakter), og bemerker bare her at oppgavenes form bekrefter at å *adoptere metoder* er vesentlig også her. I

oppgaveheftet fra timen *prosentregning* og *vekstfaktor* er det imidlertid gitt noen blandede oppgaver til slutt. I enkelte av disse oppgavene kreves det at man må bruke kunnskapen i en utvidet sammenheng. Her er det antydninger til at elevene må sette retningen for hvordan de skal løse oppgaven selv, og at de må utøve *menneskelig agens* (Pickering, 1995). Jeg gir et eksempel fra timen *vekstfaktor*.

Magnus har også kommet til den siste siden som heter ”Utfordrende oppgaver”. Denne siden har ingen gitt løsningsstrategi på toppen av siden, slik de innledende sidene i heftet hadde. Oppgaven Magnus arbeider med er gjengitt i

Figur 5-7, en oppgave som elevene ikke kan løse direkte ved å bruke lærerens metoder. Lærerens metode i denne sammenheng ga eleven en algoritme for å bruke vekstfaktor til å finne hvor mye en størrelse hadde økt til over én periode med en gitt prosentvis vekst, ikke over flere perioder slik oppgaven under krever.

**1.3.31**

Et beløp på 5000 kr står i banken til en fast rente på 3 % per år.  
Hvor mye vokser beløpet til dersom det står 10 år i banken?

**Figur 5-7: Oppgavehefte 20121012 *vekstfaktor*, s. 5**

- Magnus: Må jeg gjøre bare det... den delen der, ti ganger? Siden det er ti år?
- MA-lærer: Hm... Ja! Men er det mulig å gjøre det på noen enklere måte da?
- Magnus: Ikke som jeg vet.
- MA-lærer: Men jeg er helt enig med deg. Altså du har et beløp også skal du gange det med vekstfaktoren 1,03 her da.
- Magnus: Ja! 03, ja.
- MA-lærer: 1,03, ja... og det skjer jo ti ganger, ikke sant?
- Magnus: Ja!
- MA-lærer: Så da kan du gange med 1,03 ti ganger etter hverandre. Du trenger ikke finne svaret for hver gang da, for å si det sånn.
- Magnus: Så jeg må bare ta det flere ganger...
- MA-lærer: Det går også an å bruke en sånn knapp... Hvis du har en sånn vanlig kalkulator da... En sånn opphøyd knapp. Den der knappen... Den lille hatten der.
- Magnus: Ja, går den flere ganger nå liksom eller?
- MA-lærer: Hvis du skriver 1,03 på kalkulatoren din, så trykker du på den knappen også skriver du 10, fordi det skal skje i ti år, så trykker du ”er lik”. Da har du hva økningen blir da. Også ganger du det der med de 5 000 kr du startet med.

Magnus: Så da kan jeg egentlig bare skrive alt i ett?  
MA-lærer: Ja.  
Magnus: Med den hatten og 10? OK.  
MA-lærer: Mmm...

**Utdrag 5-18: Opptak fra klasserommet, elevgruppe 20121012 vekstfaktor, #25-26**

I plenumsgjennomgangen tidligere i timen, har det kun vært fokus på oppgaver med prosentvis vekst i én enkelt periode. For å finne ny verdi etter vekst, ble elevene introdusert for vekstfaktor, og de fikk opplæring i å multiplisere opprinnelig verdi med vekstfaktoren for å finne ny verdi. Da elevene i oppgaven over måtte løse et problem med prosentvis vekst over flere perioder, krevde dette at elevene brukte sin kompetanse i en utvidet sammenheng. I dialogen over knyttet Magnus den nye oppgavestrukturen til løsningsstrategien fra plenumsgjennomgangen, men lurte på om han måtte gjøre ”den delen der, ti ganger?” Han hadde et forslag til strategi for å løse problemet, men var usikker. Magnus søkte støtte hos læreren. Læreren svarte her med å spørre eleven om det var en enklere måte å gjøre det på, og forsøkte kanskje å få eleven til å tenke seg om en gang til? Eleven svarte imidlertid med ”Ikke som jeg vet”. Læreren anerkjente elevens tanker, og bygde videre på dem ved å si ”Men jeg er helt enig med deg...” og repeterte strategien for vekst over én periode som han antagelig ser at er elevens strategi. Deretter fulgte lærerens overgang til vekst over flere perioder: ”[D]et skjer jo 10 ganger, ikke sant?” og viste til det som var Magnus sin innledende strategi. Lærer fulgte ganske instruktivt opp med ”Så da kan du gange med 1,03 ti ganger etter hverandre. Du trenger ikke finne svaret for hver gang da, for å si det sånn.” Jeg antar her at det eleven ville var å løse på denne måten:

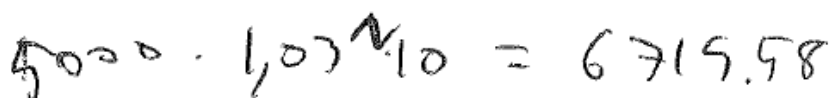
Etter ett år:  $5.000 \text{ kr} \cdot 1,03 = 5.150 \text{ kr}$   
Etter to år:  $5.150 \text{ kr} \cdot 1,03 = 5304,50 \text{ kr}$   
Etter tre år:  $5.304,50 \text{ kr} \cdot 1,03 = \dots$

Læreren foreslår at han bare kan gange med 1,03 ti ganger etter hverandre, og at Magnus ikke behøver gjøre fullstendig utregning år for år. Antagelig refererer læreren til følgende:

Etter 10 år:  $5.000 \text{ kr} \cdot 1,03 \cdot 1,03 \cdot \dots \cdot 1,03 = \dots$

(Dette skriftliggjøres imidlertid ikke.) Jeg er usikker på elevens forståelse av strategien, selv om han svarer ”Så jeg må bare ta den flere ganger...”. Videre i dialogen pekte læreren på at det finnes ”en hatt” på kalkulatoren som eleven kunne bruke og han viste eleven hvordan man kan trykke på kalkulatoren for å gjøre kalkulasjonen.

Overgangen fra de 10 kalkulasjonene det gis tegn til at eleven har forstått til det som egentlig blir  $5.000 \cdot 1,03^{10}$  tastet inn på kalkulator er relativt brå. For eksempel er det ikke innom at  $5.000 \cdot 1,03$  er beløpet etter ett år, og multipliseres det med 1,03 igjen direkte så får vi beløpet etter to år osv. Det er heller ingen dialog knyttet til at 1,03 ganget med seg selv ti ganger er  $1,03^{10}$ . Vi vet lite om hva eleven forstår her, men det er klart at dialogen ender med et fokus på hvordan eleven skal utføre selve beregningen lettest på kalkulator. Beregningsprosessen er forfattet av læreren og er relativt prosedyreorientert. I sitt oppgavehefte skriver eleven utregningen vist i Figur 5-8. Eleven skriver for hånd det som han har tastet inn på kalkulatoren og bruker også ”^”. Det er usikkert hvorfor Magnus skriver ”^” istedenfor å skrive 10 som eksponent oppe til høyre for vekstfaktoren.



A handwritten mathematical equation in black ink on a white background. The equation is  $5000 \cdot 1,03^{10} = 6719,58$ . The numbers are written in a casual, slightly slanted style. The exponent 10 is written as a superscript with a caret (^) symbol. The decimal separator is a comma.

**Figur 5-8: Oppgavehefte Magnus 20121012 vekstfaktor, side 5, oppgave 1.3.31**

Eksempelet over med prosentvis vekst over flere perioder, viser igjen de effektive strategienes posisjon i fellesskapet. Sentralt i dialogen står demonstrasjon av effektiv utregningsstrategi, og jeg tolker det som at eleven forventes å adoptere denne effektive metoden. Slik jeg ser det er det her usikkert om eleven ser sammenhengen mellom sin innledende strategi og den ”kalkulatorstrategien” som han til slutt skriver ned.

Litt senere ut i timen har også Anders kommet til siste side i heftet, med sideoverskriften ”Utfordrende oppgaver”. Oppgaven han har kommet til er vist i Figur 5-9.

1.3.33

Prisen for en vare som kostet 900 kr blir først satt ned med 10 %, for så å bli satt ned med ytterligere 5 %.

- a) Finn ny pris.
- b) Hvor mange prosent har prisen blitt satt ned i alt?

**Figur 5-9: Oppgavehefte 20121012 vekstfaktor, side 5, oppgave 1.3.33**

Anders under seg på om han kan addere prosentsatsene, og dermed regne med at varen blir satt ned 15 %:

- Anders: Kan jeg bare ta 15 %?  
Magnus: Det går ikke, jeg har prøvd!  
MA-lærer: Du prøvde, ja. For problemet med prosent er at...  
Magnus: Nei, jeg så det når jeg byttet om. For da gikk det ikke. For da fikk jeg et annet svar igjen.  
MA-lærer: Nei, for det har noe med hva du tar prosent av.  
Magnus: Mmm...  
MA-lærer: Tar du 10 % av et stort tall får du mye mer enn om du tar 10 % av et lite tall.  
Magnus: Mmm..  
MA-lærer: Så hvis du skal gjøre det i to trinn så kan du ikke bare plusse det. [Læreren henvender seg så til en annen elev, og samtalen dreier over på noe annet.]

**Utdrag 5-19: Opptak fra klasserommet, elevgruppe 20121012 vekstfaktor, #38**

I Utdrag 5-19 ser vi at det ikke bare er Anders som har tenkt at det er mulig å legge sammen prosentsatsene og bruke summen av prosentsatsene til å finne total prissenkning. Magnus har prøvd det samme. Det ser imidlertid ut til at Magnus har kontrollert løsningen og sett at det ikke kunne stemme. Dette oppfatter også læreren, idet han sier ”Du prøvde, ja.” I dialogen får imidlertid verken Anders eller Magnus mulighet til å resonnerer rundt hvorfor dette ”ikke går”. Læreren forklarer: ”Nei, for det har med hva du tar prosent av. (...) Tar du 10 % av et stort tall får du mye mer enn om du tar 10 % av et lite tall.” Det gis ikke rom for elevenes forståelse eller resonnering her. Isteden konkluderer læreren ”Så hvis du skal gjøre det i to trinn så kan du ikke bare plusse det.” Selv om læreren her gir en delvis begrunnelse, gis ikke begrunnelsen spesielt mye rom, og begrunnelsen kommenteres ikke av elevene. Om begrunnelsen gir mening for elevene er uklart. Imidlertid vet elevene hva de må *gjøre* for å få riktig

svar. På Anders sitt oppgaveark ser jeg at oppgaven er korrekt løst. Den er løst slik at prosedyren fra fellesgjennomgangen er brukt i ”to omganger”, se Figur 5-10.

Prisen for en vare som kostet 900 kr blir først satt ned med 10 %, for så å bli satt ned med ytterligere 5 %.

a) Finn ny pris.  
b) Hvor mange prosent har prisen blitt satt ned i alt?

a)  $1 - \frac{10}{100} = 1 - 0,10 = 0,90$        $900 \cdot 0,90 = \underline{810 \text{ kr}}$

$1 - \frac{5}{100} = 1 - 0,05 = 0,95$        $810 \cdot 0,95 = \underline{\underline{769,5 \text{ kr}}}$

Figur 5-10: Oppgavehefte Anders 20121012 vekstfaktor, side 5, oppgave 1.3.33

Jeg vil hevde at dette bekrefter at det er viktig å kunne *adoptere* lærerens metode. Det er å kunne bruke denne effektive strategien som er sentralt. I Utdrag 5-19 er det tegn til at læreren ønsker å fokusere på begrunnelse når han sier ”Tar du 10 % av et stort tall får du mye mer enn om du tar 10 % av et lite tall. Det er viktig å huske at utdraget her er løftet ut av en kompleks klasseromssituasjon. Hadde læreren hatt elevene alene, kan det være utfallet hadde vært annerledes. Kanskje hadde han hatt mer tid og rom til å diskutere begrunnelsen med elevene?

Jeg har nå vist fem eksempler fra datamaterialet der handlinger og bruk av effektive strategier framstår som viktige i fellesskapets kompetansekonstruksjon. Det er det å adoptere bestemte, gitte metoder som er viktig. Kategorien *adoptere metoder* handler om idéenes karakter, og datamaterialet eksemplifisert med episodene gjengitt i dette avsnittet viser at idéenes karakter er knyttet til metoder, framfor begreper. Elevenes erfaringer og idéer som kan være viktige i begrepsutviklingen, virker mindre viktige i dette fellesskapet. De får spille en birolle, og blir tydelig tilsidesatt til fordel for lærerens effektive metoder.

#### *Å sjelden behøve å gi begrunnelser*

I mye av datamaterialet presentert så langt har det vært fokus på at elevene forventes å adoptere lærerens idéer, og at disse idéene gjerne er knyttet til bruk av effektive og formelle løsningsstrategier. Behandlingen av effektive strategier virker å rette lite oppmerksomhet på elevenes forståelse for dem eller evne til å begrunne dem. De

strategiene som elevene foreslo og kanskje forstod ble gjerne tilsidesatt, og sammenhenger mellom nye strategier og kjente ble ikke adressert. Det er imidlertid nyanser i datamaterialet, og jeg finner enkelte eksempler der det blir stilt krav til begrunnelser eller der læreren forsøker å gi begrunnelser, slik at idéene som entrer fellesskapet muligens får en annen form. Jeg vil i denne seksjonen trekke fram to episoder, én fra timen *vekstfaktor* og én fra timen *formlikhet*, og begynner med førstnevnte. Det kan hevdes at eksemplene ikke er sterke eksempler på at begrunnelser fremmes, men det er de jeg har fra dette datamaterialet, og de er med på å skape nyanser i det presenterte datamaterialet.

I forrige delkapittel (Å fokusere på handling og på effektive strategier fra s. 116) analyserte jeg en episode der læreren nærmet seg vekstfaktorbegrepet (Utdrag 5-17). Læreren viste hvordan man kunne finne ny verdi når en størrelse øker med en gitt prosent. Etter å ha vist den første strategien (finne ”delen” for så å legge ”delen” til ”det hele”), fortsetter læreren med følgende introduksjon til vekstfaktorbegrepet:

- MA-lærer: Men det går an å regne ut dette i én regneoperasjon.  
Elever: Ja! (I kor.)  
Magnus: Gange med 1,25.  
MA-lærer: Ja. Ja, hvis man gjør det. Hvis man bruker da, den prosentfaktoren man har her, også plusser på 1 så kan man spørre seg hvorfor man kan gjøre det? Hvorfor kan man gange med 1,25 og få riktig svar med en gang?  
Halvor: Det bare er sånn.  
Asgeir: Det er sånn matte fungerer bare.

**Utdrag 5-20: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121012 *vekstfaktor*, #08-09**

Læreren innleder her til en effektivisering av regnestrategien fra Utdrag 5-17 idet han sier: ”Men det går an å regne ut dette i én regneoperasjon.” Magnus foreslår relativt raskt at man kan ”[g]ange med 1,25” som nok er strategien læreren tenker på. I dialogen som følger gis det tegn til at læreren ønsker å løfte fram en begrunnelse for den nye strategien. Han spør elevene om ”[h]vorfor man kan gange med 1,25 og få riktig svar med en gang?”. Fellesskapets fokus rettes mot begrunnelse istedenfor kun handling og gjennomføring av prosedyre.

Læreren får imidlertid ingen forklaring, verken fra Magnus som har skissert den nye strategien, eller fra de andre.

Magnus sin strategi ”Gange med 1,25” kan sies å bestå av to elementer. Magnus vil bruke operasjonen multiplikasjon, og han vil bruke 1,25 som multiplikator. Læreren fokuserer på valget av multiplikator (ikke på valg av operasjon), og forfatter egentlig det som han nok antar er Magnus sin idé bak å bruke 1,25 som multiplikator for fellesskapet: ”Ja, hvis man gjør det. [Med henvisning til Magnus sitt utsagn.] Hvis man bruker da, den prosentfaktoren man har her, også plusser man på 1 så kan man spørre seg hvorfor man kan gjøre det?” Læreren tenkesett med å addere 1 og prosentfaktoren kan være ulik elevens, det vet vi ingenting om. (Eleven kan for eksempel ha tenkt at han skal stå igjen med 125 % av det opprinnelige, og at den tilhørende prosentfaktoren da er 1,25?) I utdraget over forblir Magnus sin begrunnelse for å velge multiplikatoren 1,25 ukjent for fellesskapet. I stedet er det lærerens *antagelse* om hvordan Magnus har tenkt om multiplikatoren som får eksponering. Læreren idé blir her i fokus. Når læreren så ber om begrunnelse for løsningen idet han sier ”(...) så kan man spørre seg hvorfor man kan gjøre det?” blir dette med referanse til egen strategi med å addere 1 og prosentfaktoren for å finne en multiplikator. Han ber egentlig om begrunnelse for sine tanker bak 1,25 som multiplikator og ikke begrunnelse for Magnus sine (som er ukjent). Det kan absolutt være vanskeligere å begrunne andres løsningsstrategi enn sin egen, noe som kan være årsak til at Magnus ikke blir deltager i begrunnelsen. Det kan likevel være at han har en begrunnelse for *sitt utsagn* ”Gange med 1,25”.

Jeg tolker episoden så langt som at læreren her, i beste mening, forsøker å løfte fram elevbegrunnelser for vekstfaktorstrategien. Med grunnlag i analysen over, kan det være at forsøket ødelegges noe av kommunikasjonen slik den antagelig spontant utvikler seg.

Når elevene ikke gir begrunnelse for strategien, forsøker læreren å forklare:

- MA-lærer: Nei, man tenker seg at de 10.000 kr her. (...) [Uro og irettesettelser]. De 10.000 kr der. Hvis de er 100 %, så legger vi til 25 % ekstra. Da vil det nye beløpet være 125 %. For det er noe mer enn det vi startet med. De 10.000 kr. Hvis vi sier at det vi startet med var 100 % også skal vi legge til 25 % merverdiavgift etterpå...
- Elev: [Uhørbart]
- MA-lærer: Nei, det er et femtall da.
- Halvor: Da blir det 1,25.



- MA-lærer: Så vil det si at tallet her da. Det er faktisk 125 %. [Viser til løsningen 12.500 som er nedskrevet på tavla etter utregning med forrige strategi.]
- Elev: Må vi gjøre det der for å regne ut?
- Asgeir: Skal du kjøpe noe i Amerika så må du regne ut momsen, for det står ikke med i prisen.
- MA-lærer: Nei, det er ikke alltid det gjør det. Så det vi gjør da, når vi skal lage... Det er at vi bruker noe som heter vekstfaktor [skriver]. Ehm... Og vekstfaktor det er 1 pluss prosentfaktoren, hvis prisen øker. Hvis det er økning. Hvis prisen øker så er det 1 pluss prosentfaktoren. (...) [Uro og irettesettelser]. Ja, så det går an å regne ut på den andre måten. Først finne delen, og så legge sammen. Men det går også an å bruke vekstfaktor. Da tar du 1 pluss den prosentfaktoren du fant (...) [Uro og irettesettelser]. Ny pris kan du da finne ved å ta det du hadde, 10.000 kr og gange med 1,25 så får du den nye prisen direkte.

**Utdrag 5-21: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121012 vekstfaktor, #08-10**

Når læreren forsøker å begrunne for fellesskapet hvorfor man kan ”gange med 1,25 og få riktig svar med en gang” (Utdrag 5-20) begynner han med å forklare at ”det nye beløpet [vil] være 125 %” og han viser til at løsningen 12.500 kr som ble funnet ved hjelp av forrige strategi tilsvarende 125 %. Imidlertid går han så, forholdsvis direkte, over til å fokusere på prosedyre igjen. Istedenfor en samtale om hvorfor 125 % og 1,25 kan være uttrykk for det samme, går han ganske direkte over til å forklare prosedyren med å ”lage vekstfaktor” : ”Så det vi gjør da, når vi skal lage... Det er at vi bruker noe som heter vekstfaktor (...). Og det er 1 pluss prosentfaktoren, hvis prisen øker.” Det er usikkert hvorfor denne overgangen blir så brå. Begrunnelsen er sentral tidlig i dialogen, og virker å være et fokus for læreren, men den settes til side. Det kan være at læreren opplever elementer av utålmodighet idet en elev sier ”Må vi gjøre det der for å regne ut?”. Kanskje har eleven sett at vekstfaktoren er 1,25, men blir forvirret av begrunnelsen? Uromomentene kan også føre til at læreren blir nødt å effektivisere framlegget sitt. Uansett blir prosedyre igjen i fokus, og jeg vil hevde at denne kan fremstå som isolert og ”uten sammenheng”, siden det ikke finnes noen overgang som knytter sammen prosenttallet 125 % og vekstfaktoren 1,25.

Til slutt oppsummerer læreren med å referere til strategien med først å regne ut delen og så legge til det hele, før han setter dette i sammenheng med vekstfaktorstrategien:

Men det går også an å bruke vekstfaktor. Da tar du 1 pluss den prosentfaktoren du fant (...) [Uro og irettesettelser]. Ny pris kan du da finne ved å ta det du hadde, 10.000 kr og gange med 1,25 så får du den nye prisen direkte.

Oppsummeringen her blir også prosedyrefokusert. Den fokuserer først på hvordan man kan finne vekstfaktor, for så på hvordan man kan finne ”ny pris” (prisen på TV med merverdiavgift) ved å multiplisere pris uten merverdiavgift med vekstfaktor.

I Utdrag 5-20 og Utdrag 5-21 så jeg altså forsøk fra lærerens side på å kreve og å gi begrunnelser, men slik dialogen utvikler seg forstyrres kanskje elevens (spesielt Magnus sitt) grunnlag for å begrunne. Videre viser utdragene at lærerens fokus på å begrunne gradvis vaskes ut. Hvis elever og lærere hadde sett det å gi begrunnelser som sentralt i det å være kompetent elev i dette fellesskapet, er det rimelig å anta at dialogen ville hatt en annen utgang. Det å forsøke å forstå og å bidra med begrunnelser kunne vært et mål. Jeg ser imidlertid utviklingen i Utdrag 5-20 og Utdrag 5-21 som nok et tegn på at det å være kompetent deltager i matematikk-klasserommet handler om å kunne *bruke metoder*, og videre at det å kunne begrunne dem er mindre viktig.

Jeg vil nå vise et eksempel fra timen *formlikhet*. Jeg har tidligere nevnt at denne er litt annerledes i form enn *prosentregning* og *vekstfaktor*. I denne timen viser det seg at lærerens fokus på begreper og sammenhenger i fellesgjennomgangen er noe sterkere.

Læreren fortsetter introduksjonen til formlikhetsbegrepet (knyttet til trekant) fra Utdrag 5-9:

- MA-lærer: Hva er det som gjør at vi kan si at de er formlike da?  
Halvor: Alle vinklene er de samme.  
Nils: De er like bare i en annen skala.  
MA-lærer: Ja, de har lik form.  
Nils: De er like mål... men... bare mindre eller større skala.  
MA-lærer: Forskjellig størrelse.  
Halvor: Alle vinklene er like.  
MA-lærer: Ja, det er neste spørsmålet mitt. Hva er det som egentlig gjør at to figurer er like da?  
Halvor: Alle vinklene er like.  
Anders: At tegningene er like.  
MA-lærer: Han Halvor svarte på det. Det vil si at samsvarende vinkler... Den vinkelen der og den vinkelen der er like store.  
Elev: Men mindre.  
MA-lærer: Kan godt være... Nei! Vinkelen er like stor!

Asgeir: Hvordan kan vinkelen være lik hvis den er mye mindre?

**Utdrag 5-22: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121217 *formlikhet*, #08**

Det som skjer over er interessant og skiller seg fra dialogene jeg hovedsakelig observerte i matematikktimene *prosentregning* og *vekstfaktor* der effektive metoder framstod som overordnet. Her spør læreren ”Hva er det som gjør at vi kan si at de er formlike?” Det å være kompetent kan her knyttes til å kunne si noe om hva det vil si at figurer er formlike – kompetanse kan relateres til å kunne gjøre greie for et matematisk begrep. I timene *prosentregning* og *vekstfaktor* ble spørsmål om relevante matematiske begreper stilt i særdeles liten grad. Prosedyrefokuset var svært dominerende. Når en misoppfatning om at en vinkels størrelse er knyttet til lengden av vinkelbena dukker opp i slutten av Utdrag 5-22 adresserer læreren denne:

MA-lærer: Ja, verden er litt rar der. Men...

Halvor: Det bare er sånn.

MA-lærer: Men du kan tenke... David! David! Vær med meg to sekunder nå. Hvis jeg lager en sånn én... [tegner ”en vinkel” på tavla]. Så er vi enige om at den vinkelen der har en størrelse.

David: Har du målt den?

MA-lærer: Nei, jeg har... Si  $32^\circ$ , da... Han ser sånn...

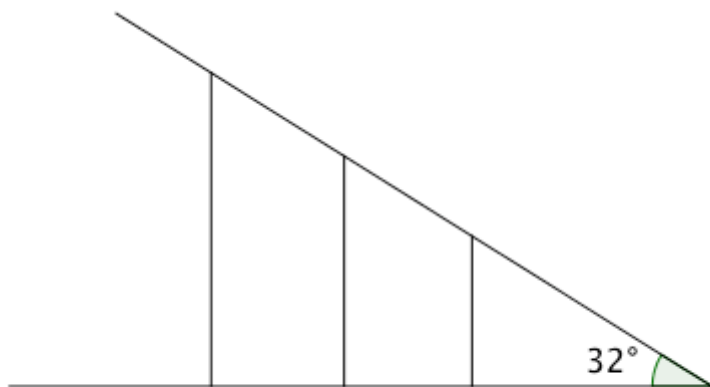
David: Jeg sier 34 jeg da.

MA-lærer: Ja, OK. Hvis jeg sier  $32^\circ$ , også gjør jeg sånn. [Tegner en linje, normalt på det ene vinkelbeinet og som skjærer det andre, slik at en trekant dannes, se Figur 5-11]. Da har jeg en liten trekant her med  $32^\circ$  her. Også hvis jeg gjør sånn da [forlenger vinkelbeina til originalvinkelen og tegner en større trekant, se Figur 5-11], så har jeg plutselig en stor trekant, men vinkelen har ikke endret seg, har den det?

Anders: Nei!

MA-lærer: Så gradene her, eller vinkelen er like stor, selv om trekantene har ulik størrelse. Så vinkelen kan godt være like stor, selv om figurene har forskjellig størrelse. Vinklene bestemmer fasongen eller formen, ikke størrelsen. Den vinkelen der er lik den vinkelen der.

**Utdrag 5-23: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121217 *formlikhet*, #08-09**



**Figur 5-11: Egen observasjonslogg 20121217 *formlikhet*, skisse av figur som tegnes på tavla**

Vinkelbegrepet adresseres her av læreren og han innfører også en alternativ representasjon for å støtte sin forklaring, noe jeg ikke så i forbindelse med prosentbegrepet. Kommunikasjonen i Utdrag 5-22 og Utdrag 5-23 er med å bidra til at det fullstendige bildet av ”betydningen av å være kompetent” blir noe mer nyansert. Dette da kommunikasjonen skiller seg noe fra den vi så i timene *prosentregning* og *vekstfaktor*. Fokuset for den matematiske idéen som entrer fellesskapet er mer på begrep enn på prosedyre i akkurat denne introduksjonen. Likevel er dette et unntak fra andre observasjoner. Jeg konkluderer derfor med at å være kompetent betyr at elevene sjelden må forstå hvorfor eller begrunne.

I dette delkapittelet besvarte jeg ”hva betyr det å være kompetent” med at det betyr å *adoptere lærerens ideer* (MA #1-1) og å *adoptere metoder* (MA #1-2). Dette innebærer at det ofte forventes at elevene skal adoptere lærerens ideer istedenfor å generere dem selv ut fra egne erfaringer (MA #1-1). Videre innebærer det at idéene som entrer dette fellesskapet er ofte knyttet til prosedyrer, framfor begreper (MA #1-2).

## **5.2 MA #2 Gjøre mange like oppgaver**

Den forrige hovedkategorien MA #1 *Å adoptere lærerens metoder* dreide seg om karakteren til idéene som entret fellesskapet, og hvor disse ideene kom fra (læreren). Den neste kategorien handler mer om karakteren til oppgavene eller oppdragene

elevene engasjerer seg i som deltagere i fellesskapet. I dette delkapittelet vil jeg besvare forskningsspørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent (...)?” ved å vise eksempler fra innholdet i kategorien MA #2 *Å gjøre mange like oppgaver*. Hovedkategorien vokser fram av to underkategorier. Den første av underkategoriene som besvarer forskningsspørsmålet er MA #2-1 *Å gjøre mange like ikke-autentiske oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng* og den andre er MA #2-2 *Å gjøre oppgave for oppgave med begrenset kvalitetskontroll*.

### **5.2.1 MA #2-1 Å gjøre mange like ikke-autentiske oppgaver av typen ”prosedyrer uten sammenheng”**

Å være kompetent deltager i fellesskapet i matematikklasserommet handler om å *gjøre oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng* (Stein & Smith, 1998), og å *gjøre ikke-autentiske oppgaver*, og å *gjøre mange like oppgaver*.

#### *Å gjøre oppgaver av typen ”prosedyrer uten sammenheng”*

I alle timene som ble observert ble det delt ut oppgavehefter som elevene arbeidet med i siste del av timen (etter fellesgjennomgang). Jeg har allerede vist noen eksempler fra disse oppgaveheftene. I heftet fra timen *prosentregning* er det først fem sider med samme struktur som den vist i Utdrag 5-24. Med samme struktur mener jeg at siden har et innledende eksempel ment for å vise en bestemt framgangsmåte. Videre følger oppgaver av samme type som eksempelet. De første oppgavene er delvis satt opp slik at elevene bare skal fylle ut tall som mangler. Under følger så oppgaver av samme type.

## Å finne ut hvor mye en % er av et tall

**Eksempel:** Hvor mye er 20% av 200 kr?

Først finner vi prosentfaktoren:  $20\% = \frac{20}{100} = 0,22$

Så finner vi hvor mye 20% er av 200kr:  $0,22 \cdot 200kr = \underline{\underline{40kr}}$

### Oppgave 3. Finn delen

a) Hvor mye er 35% av 350kr?

Prosentfaktoren til 35%:  $35\% = \frac{35}{100} = \underline{0,35}$

35% av 350kr:  $\underline{0,35} \cdot 350kr = \underline{\underline{122,5}}$

b) Hvor mye er 62% av 800kr?

Prosentfaktoren til 62%:  $62\% = \frac{62}{100} = \underline{0,62}$

62 % av 800kr:  $\underline{0,62} \cdot 800kr = \underline{\underline{504}}$

c) Hvor mye er 18 % av 5 400kr?

$\underline{0,18} \cdot 5400 = \underline{\underline{972}}$

### Utdrag 5-24 Oppgavehefte Anders 20121011 *prosentregning*, s. 3, første del

Jeg vil hevde at oppgavene stiller lave *kognitive krav* (Stein & Smith, 1998) til elevene og kan karakteriseres som oppgaver av typen *prosedyrer uten sammenheng* (Stein, Smith, Henningsen, & Silver, 2000). Oppgaver av typen *prosedyrer uten sammenheng* har noen spesielle kjennetegn, se Stein et al. (2000, s. 16) og jeg vil sette kjennetegnene i sammenheng med oppgavene i Utdrag 5-24.

*Oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng er algoritmiske, og bruk av prosedyre er enten direkte etterspurt, eller bruk er selvfølgelig på grunn av tidligere instruksjon, erfaring eller plassering av oppgaven* (Stein et al., 2000, s. 16). I Utdrag 5-24 henviser det innledende eksempelet og de delvis løste oppgavene eleven til å løse oppgaven på en bestemt måte, med en bestemt prosedyre. Oppgavene kan derfor betegnes som *algoritmiske*.

*Oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng krever begrenset kognitiv belastning for å løses, de er lite tvetydige om hva som trengs å gjøres og hvordan man skal gjøre det* (Stein et al., 2000, s. 16). Oppgavene i Utdrag 5-24 krever tilnærmet ingen fortolkning av eleven. Oppgavene er formulert på eksakt samme måte som eksempelet,

og kan løses kun ved å ”bytte ut tall”. Med det mener jeg at tallverdier fra eksempeloppgaven byttes med tallverdier fra ny oppgave og oppgaven kan løses etter ”oppskriften”. Oppgavene kan derfor løses med meget begrenset kognitiv belastning.

*Oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng har ingen forbindelse til begreper eller mening som ligger bak prosedyren som brukes* (Stein et al., 2000, s. 16). Det er ingenting i oppgavene i Utdrag 5-24 som krever at eleven må reflektere over *hva det betyr* ”å finne delen” eller ”hvor mye en % er av et tall” (formuleringer fra oppgaveteksten). Det kreves ikke refleksjon over hva ”prosentfaktor” er og hvordan ”prosentfaktor” henger sammen med ”prosentsetsen”. Det kreves heller ikke refleksjon over ”mening i prosedyren”. Et spørsmål er relevant og som elevene har stilt tidligere (se for eksempel Utdrag 5-3), er spørsmålet om operasjon. Skal man anvende multiplikasjon eller divisjon? Heller ikke i oppgavene forsøkes det å rette elevenes virksomhet mot mening bak prosedyrene, noe som kunne gitt operasjonene i prosedyren mer mening. I oppgavene holder det å utføre prosedyren, uten å forståelse for hvorfor den fungerer.

*Oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng er mer fokusert på å produsere korrekte svar enn å utvikle matematisk forståelse* (Stein et al., 2000, s. 16). Oppgavene i Utdrag 5-24 ser ikke ut til å være produsert for å utvikle forståelse, og kanskje kan man si at selve sideoppsettet er konstruert for at eleven, uten for stor kognitiv belastning skal kunne produsere riktige svar. Imidlertid gir ikke elevenes implementering av oppgavene inntrykk av det er så viktig at svarene er korrekte heller, slik Stein et al. (2000) karakteriserer de svarene som produseres. I mine observasjoner fra timene finner jeg ikke noen form for systematisk kontroll av om svarene faktisk er korrekte, verken fra elevenes side eller lærerens (noe jeg kommer tilbake til). Det som kreves av elevene i virksomheten er at de gjør oppgavene og produserer svar uten systematisk vurdering av svarene.

*Oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng krever ingen forklaring, eller kun forklaringer som fokuserer på å beskrive prosedyren som er brukt* (Stein et al., 2000, s. 16). Oppgavene i Utdrag 5-24 krever ingen forklaring, men det virker viktig i fellesskapet å ”føre oppgave korrekt”. Dette vil jeg komme tilbake til i neste underkategori, men her vil jeg hevde at korrekt føring, som jeg vil anta eksemplifiseres av eksempelet øverst på siden, er en måte å beskrive prosedyren som er brukt på. Det kreves altså ikke forklaringer direkte, men man skal vise prosedyren som skal brukt.

Jeg har begrunnet hvorfor jeg ser oppgavene på sidene som har samme struktur som oppgavene i Utdrag 5-24, som oppgaver som stiller lave kognitive krav til elevene og at de kan betegnes som oppgaver av typen *prosedyrer uten sammenheng*. I oppgaveheftet fra timen *prosentregning* har fem av sju sider denne strukturen, i oppgaveheftet fra timen *vekstfaktor* har fire av fem sider denne strukturen, og i oppgaveheftet fra timen *formlikhet* har alle sidene denne strukturen.

I oppgaveheftet fra timen *prosentregning* har de to siste sidene overskriften "Blandede oppgaver". Oppgavene her er ikke knyttet eksplisitt sammen med en bestemt prosedyre. Jeg viser et utklipp av noen av oppgavene i Figur 5-12.

### 1.3.16

Kåre selger ved. Et år øker han prisen på et mål ved fra 1 500 kr til 1 800 kr. Hvor stor er prisøkningen i prosent?

$$\frac{300}{1500} = 0,2 \cdot 100 = 20\%$$

### 1.3.17

Kathinka har deltidsjobb og betaler 15 % av lønnen i skatt. Hvor mye må Kathinka betale i skatt når hun tjener 50 000 kr?

$$\frac{15}{100} = 0,15 \quad \frac{50000}{0,15} = \underline{\underline{7500 \text{ kr}}}$$

### 1.3.18

En genser koster 240 kr. Det er salg, og genseren settes ned med 30 %. Hva blir salgsprisen på genseren?

$$240 \cdot 100 = 2,4 \cdot 30 = 72$$

$$240 - 72 = \underline{\underline{168 \text{ kr}}}$$

Figur 5-12: Oppgavehefte Anders 20121011 *prosentregning*, s. 6, siste del



Oppgavene merket ”Blandede oppgaver” kan også karakteriseres som oppgaver av typen *prosedyrer uten sammenheng* (Stein et al., 2000, s. 16). Disse kan hovedsakelig, som med oppgavene før, karakteriseres som: *Å være algoritmiske* fordi de kan løses direkte med ”metodene” som ble introdusert i fellesgjennomgang. *Å stille lave kognitive krav* og de sår liten tvil om hva som må gjøres. *At de ikke har noen forbindelse til begreper eller mening bak prosedyrene som brukes.* *At de er fokusert på å produsere (riktige) svar* istedenfor matematisk forståelse. *At de ikke krever forklaringer utover det å beskrive prosedyre.* En oppgave i timen *prosentregning* som skiller seg noe fra dette mønsteret, er oppgave 1.3.16. Denne stiller noe høyere kognitive krav (Stein et al., 2000) til elevene, i at den kan så tvil hos elevene om hvilke tall som skal brukes hvor i prosedyren. Oppgaven krever at elevene skal finne prisøkningen i prosent når prisen øker fra 1500 kr til 1800 kr. Den krever dermed noe av elevene som ikke er adressert i fellesgjennomgang siden hva som er ”det hele” ikke er gitt. Elevene kan fortsatt bruke metodene introdusert, men de må velge riktig beløp som grunnlag for å regne på prisøkningen. Jeg ser at Magnus løser denne oppgaven galt, da han bruker 1800 kr som grunnlag, og regner ut hvor mange prosent 300 kr (delen eller økningen) er av 1800 kr (det han velger som det hele). Han får da en prisøkning på 16 %. Han oppdager ikke denne feilen før jeg ber ham kontrollere. Når han finner ny pris ved å anta at prisen øker med 16 % fra 1500 kr, får han 1740 kr, ikke 1800 kr, og han spør læreren om hjelp. Jeg ser dette som tegn på at elevene følger metoden, men de tenker kanskje ikke så mye over hvilke tall de faktisk setter inn i prosedyren hvor? I alle oppgavene foran kan elevene mekanisk sette inn tall fra oppgaven direkte inn i prosedyren og utføre denne. Det er lite tvetydighet i hvilke tall som skal settes hvor.

I heftet fra timen *prosentregning* var det totalt 40 oppgaver. De to aller siste oppgavene under *blandede oppgaver*, se Utdrag 5-1, skiller seg fra resten av oppgavene i heftet. De kan ikke løses direkte med prosedyrene gitt foran i heftet.

1.3.20

En dress selges med 30 % rabatt til 1.400 kr.

Hva var den opprinnelige prisen?

1.3.21

En sykkel selges med 25 % rabatt til 2.490 kr.

Hva var den opprinnelige prisen?

**Utdrag 5-25 Oppgavehefte 20121011 *prosentregning*, s. 7 ("Blandede oppgaver" – de to siste oppgavene)**

Prosedyrene foran i heftet (tilsvarende prosedyrene det ble fokusert på i fellesgjennomgangen tidligere i timen) var å finne prosentsatsen når delen og det hele var gitt (andelen), finne delen når prosentsats og helt tall var gitt og finne det hele tallet når prosentsatsen og delen var gitt. Her er det to oppgaver der en prosentsats for rabatt og samtidig ny pris, er oppgitt. Disse oppgavene krever at elevene tenker utover å bruke de gitte prosedyrene, og nyanserer bildet av at elevene må regne mange like oppgaver. Innsamlet datamateriale sier lite om hvordan det ble arbeidet med disse oppgavene. Innsamlet oppgavehefte fra Magnus og Anders, som fremstår som å være to av de høyest presterende deltagerne i matematikklasserommet, viser noe. Magnus besvarer oppgavene galt. Han velger å multiplisere 1.400 kr med 1,3 i oppgave 1.3.20 og 2.450 kr med 1,25 i oppgave 1.3.21. Han oppdager ikke at dette er galt, og reflekterer ikke ytterligere over oppgaven. Anders besvarer ikke disse to oppgavene, han avslutter på oppgave 1.3.19 (altså oppgaven før). Det er ikke tegn i lydopptaket til at han ber om hjelp til disse.

I de 38 oppgavene foran i heftet *prosentregning* kreves det lite av elevene utover å direkte sette inn tallene i prosedyren og utføre stegene. Dette kan ha ledet til en forventning hos elevene om at det ikke kreves noe annet enn *disiplinær agens* (Pickering, 1995) i oppgaveløsningen. Et stort flertall av oppgavene (33 av 40 oppgaver i heftet fra timen *prosentregning*) kan løses kun ved å erstatte tall i en prosedyre som er gitt øverst på siden. I et mindre antall oppgaver (5 av 40 i timen *prosentregning*) må elevene selv velge prosedyre fra de som er gitt, for så å utføre oppgaven, og et enda lavere antall krever at elevene må tenke kreativt og utover prosedyrene som er gitt (2 av 40 oppgaver fra timen *prosentregning*).

Når jeg ser oppgavene fra de tre timene *prosentregning*, *vekstfaktor*, og *formlikhet* under ett, er det et klart mønster. Det er at et flertall av oppgavene stiller lave kognitive krav (*prosedyrer uten sammenheng* (Stein et al., 2000)) der det vektlegges bruk av gitte prosedyrer det ofte eksplisitt henvises til. Det at de oftest eksplisitt henvises til har to konsekvenser. For det første gjør det at elevene i liten grad må tenke gjennom hvilken prosedyre de skal bruke. Av dette kan det konkluderes med at elevene igjen kun får utøve *disiplinær agens*, og at de ikke får mulighet til å utøve *menneskelig agens* (Pickering, 1995) som for eksempel kan innebære at de via å fortolke et problem må finne en egnet tilnærming til problemet. For det andre gjør det at elevene blir vant til at de nesten mekanisk skal hente ut tall fra oppgaveformuleringen, sette disse inn i den gitte prosedyren og så utføre prosedyren. Om resultatet blir riktig eller ei, vurderes sjelden. For disse elevene blir det å være kompetent i matematikklasse rommet, og kanskje også matematisk aktivitet mer generelt, forbundet med å gjøre oppgaver av typen *prosedyrer uten sammenheng* (bortsett fra at man ikke er opptatt av at resultatets kvalitet).

### *Å gjøre ikke-autentiske oppgaver*

Jeg har vist at for å være kompetente deltagere i fellesskapet i matematikklasse rommet gjør elevene oppgaver av typen ”prosedyrer uten sammenheng” (Stein et al., 2000), men innledningsvis i dette kapitlet nevnte jeg også at de gjør ikke-autentiske oppgaver og mange like oppgaver. Når jeg hevder at oppgavene er *ikke-autentiske*, mener jeg følgende:

Først skiller J. Brown et al. (1989) mellom autentisk aktivitet og skoleaktivitet. Autentisk aktivitet defineres som nevnt i teorikapitlet som ”ordinære praksiser i kulturen” (se i delkapittel 3.1.1 s. 38). I matematikk for bygg- og anleggsteknikk kunne man tenkt seg at autentisk aktivitet kunne vært matematikerens praksis eller bygg- og anlegg sfagspraksisen. Det er helt klart at den aktiviteten elevene bedriver, verken er ekte matematisk aktivitet eller ekte bygg- og anleggsvirksomhet. De aktivitetene jeg ser gjennomført, er skolematematisk aktivitet i et skolemiljø. Jeg vil heller ikke si at den er yrkesrettet i form av at læreren i vesentlig grad forsøker å trekke oppgaver fra bygg- og anlegg sfaget inn i klasse rommet. I timen *formlikhet* innledes det med yrkeskontekst når læreren trekker inn eksempelet med ”hus og tilbygg”. Imidlertid blir denne konteksten kun brukt innledningsvis, og blir etter hvert

faset ut av fellesskapets fokus til fordel for en rent skolematematisk tilnærming til formlikhet. Yrkeskonteksten kan ha vært med å bidra til å motivere elevene ved å vise anvendelser av formlikhet som er relevant for elevenes framtidige yrke, men aktiviteten kan likevel ikke betegnes som autentisk slik Brown m.fl. definerer begrepet.

Videre kan autentisk også ha en mindre streng definisjon, og forbindes med tenkning og problemløsningsferdigheter som er viktige utenfor skolen (A. Brown et al., 1993; Putnam & Borko, 2000). Jeg hevder at oppgavene også innenfor denne definisjonen er *ikke-autentiske*. Problemløsning utenfor skolen krever gjerne at man analyserer situasjonen, finner ut hvilke ressurser man har tilgjengelig og som kan være til hjelp, fremmer idéer, vurderer idéene, bestemmer seg for en tilnærming, prøver denne og kontrollerer om løsningen kan stemme og at den hjelper en å komme videre. I oppgavene jeg ser fra dette klasserommet er løsningsstrategien gjerne gitt på forhånd, og elevene behøver kun å bruke bestemte løsningsstrategier på ”nye tall” (som jeg viste i forrige i del av denne underkategorien *Å gjøre oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng*). Det er i liten grad noen kontroll i etterkant på om løsningen kan stemme. Oppgavene fremmer en arbeidsmetode som blir typisk ”skolematematikk” i dette klasserommet, og som jeg har vanskelig for å se at de større grad vil møte utenfor skolen.

### *Å gjøre mange like oppgaver*

Elevene i fellesskapet arbeider typisk i løpet av en matematikktime med mange mindre oppgaver av samme type. Det sees av oppgaveheftene fra alle de tre matematikktimene *prosentregning*, *vekstfaktor*, og *formlikhet*. Dette gir inntrykk av at elevene skal ”trene” på å løse helt bestemte typer oppgaver, og at ”mengdetrening” er viktig. Stein og Smith (1998) hevder det er typisk for klasserom der lave kognitive krav stilles til elevene, at det gjøres mange liknende oppgaver innenfor ”samme matematiske idé” (s. 270). I intervjuet før timen *prosentregning* sier læreren:

MA-lærer: Så jeg har begynt nå å lage... lage et sånt hefte. Det gjorde jeg på areal og sånt óg. Med masse oppgaver da. (...) Ehm... Der de på en måte skriver rett i heftet og ja... for da får det dem faktisk til å gjøre litt mer da. (...) Så legger jeg... da gjør jeg det litt... litt med vilje for det er ganske mange svake elever der så det blir ganske mange sånne repetisjoner – like oppgaver (...) innen hver.

Christina: Så de får ordentlig øvd på hver bit, ja. Mmm...

MA-lærer: Ja. Ehm... Også prøve da og få dem til å se at her har vi... tre forskjellige måter å gjøre det på avhengig av hva vi skal finne... (...) Også et sett med litt mer tekstbaserte og litt vanskeligere oppgaver til slutt da (...) sånn at de flinke møter på noe vanskeligere óg (...) og må tenke seg om hvert fall... Også får vi håpe at de... kanskje noen av de svakeste kommer gjennom den første biten da hvertfall.

**Utdrag 5-26: Intervju, MA-lærer 20121010 *prosentregning*, #21-22**

Læreren ytrer her at han bevisst legger opp til mange repetisjoner eller ”like oppgaver”. Han knytter sitt valg med å lage mange like oppgaver til at det er mange svake elever, og det kan antas at han tenker at å løse mange ”like oppgaver” er en måte å arbeide på som fremmer svake elevers læring.

I timen *prosentregning* står gjøremålet vist Figur 5-13 helt til sist i heftet. Det er altså slik at når elevene har jobbet seg igjennom relativt mange oppgaver i heftet, får de som har ledig tid i oppdrag å gjøre flere oppgaver av samme type:

**Ferdig?**

Jobb med oppgaver i boka:

2.130, 2.131, .....2.145 side 207 (lette)

2.230, 2.231, ..... 2.243 side 212 (vanskelige)

**Figur 5-13: Oppgavehefte 20121011 *prosentregning*, avsluttende gjøremål**

Når Magnus er ferdig med oppgavene i oppgaveheftet i timen *prosentregning*, og kommer til det avsluttende gjøremålet vist i Figur 5-13, oppstår følgende dialog:

Magnus: Åh, må jeg gjøre det óg. Det gidder jeg ikke! [Småprat, stønning og plystring i bakgrunnen]. Jeg gidder ikke å jobbe i boka.  
Anders: Fordi?  
Magnus: Jeg gidder ikke!

**Utdrag 5-27: Opptak fra klasserommet, Anders og Magnus 20121011 *prosentregning*, #23-24**

Magnus tar ikke opp matematikkboka, men sitter heller og småprater.

Det er et mønster i alle matematikktimene observert at elevene gjør mange like oppgaver. De elevene som gjør oppgavene raskt, får ikke oppgaver som gjør at de blir tvunget til å få mer dybde i sin forståelse. Jeg ser heller at de får flere oppgaver av samme type. Når Magnus, som jeg ser som en elev som jeg opplever som ”gjør det han skal”, her ikke tar opp matematikkboka, kan det være et tegn på at han ikke ser det som hensiktsmessig å gjøre flere like oppgaver.

I dette delkapittelet har jeg vist at en del av det å være kompetent i matematikktimene er knyttet til å gjøre ikke-autentiske oppgaver av typen ”prosedyrer uten sammenheng”, og elevene må løse mange oppgaver av samme type.

### **5.2.2 MA #2-2 Å gjøre oppgave for oppgave med begrenset kvalitetskontroll**

Den andre underkategorien av hovedkategorien MA #2 *Å gjøre mange like oppgaver*, er MA #2-2 *Å gjøre oppgave for oppgave med begrenset kvalitetskontroll*. Den første underkategorien MA #2-1 *Å gjøre mange like ikke-autentiske oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng* viste karakteren til de oppgavene elevene måtte håndtere for å kunne ansees for å være kompetente. Underkategorien jeg nå presenterer fokuserer på *hvordan elevene arbeider med disse oppgavene* for å ansees som kompetente deltagere. Underkategorien omfatter *å starte forfra i heftet og arbeide seg igjennom, å gjøre ferdig heftet, men uten å vurdere svar, og å føre oppgavene riktig*.

Jeg vil her vise eksempler fra timen *prosentregning*. Timen *vekstfaktor* er ganske lik i arbeidsform og jeg ser at materiale fra timen *prosentregning* vil gir en erfaring som er representativt for begge disse timene. I disse to timene engasjerer elevene seg til en viss grad i arbeidet med oppgavene, og jeg har derfor noe datamateriale som kan brukes. I timen *formlikhet* er engasjementet lavt. Elevene velger heller å bruke tiden på utenomfaglig prat. Det er derfor vanskelig å gi et bilde av hva ”kompetent deltagelse” vil være ut fra datamateriale fra oppgaveløsningsaktiviteten i timen *formlikhet*. Med denne begrunnelsen viser jeg eksempler fra timen *prosentregning* for å beskrive ”kompetent deltagelse” forbundet med oppgavearbeid.

### *Å starte forfra i heftet og arbeide seg igjennom*

I overgangen mellom plenumsaktiviteten der de tre ”metodene” *finne delen, finne prosentsatsen og finne det hele* ble introdusert, innleder læreren aktiviteten der elevene skal løse oppgaver på denne måten.

- MA-lærer: Dere er ikke så kjempeflinke til å jobbe i læreboka, så jeg har lagd et sånt hefte. Og det heftet er sånn at man kan skrive rett i det.
- Elev: Å jess!
- MA-lærer: Da skal dere helst ikke miste det til i morgen, da.
- Elev: Har vi det i morgen?
- Elev: F...
- MA-lærer: Livet er hardt! Også blir det verre og verre utover. Altså, det er enkelt i starten for de som synes det her er lett. Så dere får gå raskt igjennom det. Også blir det litt mer utfordrende etter hvert. Så vi bruker tiden nå på å prøve å få... å jobbe oss igjennom det heftet her. Så får vi se om... hvor langt vi kommer.
- Elev: Det her er lett da!

#### **Utdrag 5-28: Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121011 *prosentregning*, #11-12**

Jeg har tidligere argumentert for at oppgavene stiller *lave kognitive krav* til elevene. Til sist i Utdrag 5-28 sier læreren om heftet: ”Altså, det er enkelt i starten for de som synes det her er lett. Så dere får gå raskt igjennom det. Også blir det mer utfordrende etter hvert.” Dette utsagnet retter inn alles aktivitet mot de samme oppgavene. Selv om oppgavene vil oppleves ”enkle” for noen elever forventes det at de gjør alle sammen. Inntrykket av at dette er en praksis i dette klasserommet forsterkes av intervjuet med læreren før timen *prosentregning*. Her refererer han til at han har lagd slike hefter for disse elevene tidligere:

- Christina: Men gjør de alle oppgavene da? Eller er det sånn at de tenker at nå har jeg gjort nok av dette så nå hopper jeg videre?
- MA-lærer: Nei, ja.. Nei.. de gjorde nok alle oppgavene.
- Christina: Ja, de er sånn...
- MA-lærer: Ja, de er nok litt sånn, ja...
- Christina: Begynner på starten og jobber seg gjennom?
- MA-lærer: Ja, begynner på starten. Så det er veldig enkelt å styre dem sånn sett.

#### **Utdrag 5-29: Intervju, MA-lærer 20121010 *prosentregning*, #25**

Det er karakteristisk for arbeidet med oppgavene at alle starter med den første oppgaven og arbeider seg framover i heftet, oppgave for oppgave. Uavhengig av om

dette er noe de kan eller ikke.. Innledende oppgaver kan ut fra lærerens utsagn i Utdrag 5-26 være designet for ”svake” elever (lærerens begrep) likevel er det oppgaver som de som betegnes av læreren som ”flinke” (igjen lærerens begrep) arbeider seg igjennom og de ”svake” elevene kanskje begynner på. Det er jo et tankekors her at de ”raske elevene” gjør alle, mens andre elever ”gjør noen få av en type”. De ”svake” får kanskje sjelden prøvd seg på de blandede oppgavene, de får altså kun holde på med de oppgavene der ”oppskriften er gitt” øverst på siden – og kommer seg også kanskje bare gjennom noen av ”metodene”. En del av ”det å være kompetent i dette klasserommet” går altså på å starte med første oppgave og arbeide seg gjennom heftet. Denne mekanikken framstår som styrende, og virker ikke knyttet til refleksjon over hva man har lært eller hva man trenger å lære. For ordens skyld er dette et mønster som jeg ser i alle timene *prosentregning, vekstfaktor og formlighet*.

*Å gjøre ferdig heftet, men uten å vurdere svar*

Å ha gjort ferdig heftet kan virke som en indikator på ”å være kompetent”, og kan fremstå nærmest som et produktmål. I Utdrag 5-30 og Utdrag 5-31, som viser dialogutdrag registrert med om lag 10 minutters mellomrom, er elevene opptatt av hvor mye som står igjen av arbeidet.

Magnus:       Hvor mange sider er det igjen her da?  
Halvor:        Mange...  
Magnus:        Tre igjen da...

**Utdrag 5-30: Opptak fra klasserommet, Anders og Magnus 20121011 *prosentregning*, #11**

Elev:            Magnus, er du snart ferdig med heftet?  
Magnus:        Jeg har to sider igjen, de to siste. (...) De blandede oppgavene.  
Anders:        Du har jo ikke skrevet utregning, jo.  
Elev:            Du har ikke gjort alle oppgavene.  
Magnus:        Jo, skal du se?

**Utdrag 5-31: Opptak fra klasserommet, Anders og Magnus 20121011 *prosentregning*, #15**

Dette kan gi en indikasjon på at hvor langt en elev har kommet i heftet på et visst tidspunkt, angir hvor kompetent han framstår for seg selv og for medelever i gitte situasjon. Å være kompetent er altså knyttet til framdrift i heftet. En dimensjon ved dette er, som jeg har vært inne på tidligere, at denne framdriften nesten er uten



kvalitetskontroll. Hvis det oppdages at en elev har gjort feil på en oppgave, oppdages dette nesten tilfeldig. I timen *prosentregning* sitter Anders og Magnus ved siden av hverandre og arbeider i heftet. Ved kun én anledning i løpet av denne timen ser jeg at elevene kommer i dialog knyttet til at de har fått forskjellige svar. Denne hendelsen er knyttet til arbeid med en av oppgavene under overskriften ”Finne prosentene” i oppgaveheftet (se Utdrag 5-32). Anders har akkurat henvendt seg til læreren for å få svar på hvor mange desimaler han skal ha med i det første delsvaret, der han skal finne prosentfaktoren.

b) Hvor mange prosent er 4 300kr av 774 000kr ?

Først finner vi prosentfaktoren:  $\frac{\text{delen}}{\text{hele tallet}} = \frac{4300}{774000} = 0,0055$

Så finner vi prosenten:  $0,0055 \cdot 100 = 0,55\%$

**Utdrag 5-32: Oppgavehefte, Anders 20121011 *prosentregning*, oppgave 4b s. 4**

Følgende dialog oppstår:

- Anders: Hvor mange tall skal jeg skrive på her da? [Henvender seg til lærer.]  
 MA-lærer: Akkurat her som det er så lite tall så bør du kanskje ta med fire desimaler.  
 Magnus: Hvilken er du på?  
 Anders: Fire desimaler... 0,055?  
 MA-lærer: 0,0055.  
 Magnus: Jeg tok med tre da.  
 MA-lærer: Poenget er at her nå så har du prosentfaktoren. Så må du gjøre om til prosent.  
 Magnus: Hvorfor fikk jeg 5'eren én lenger opp en deg da?  
 Anders: Vet ikke. Kan jeg gå på do?  
 MA-lærer: Ja. [Henvender seg så til Magnus.] Fikk du 5'eren én... ett hakk lenger opp?  
 Magnus: Ja, jeg fikk 5,5 til slutt.  
 MA-lærer: Ja... Nei, da...  
 Magnus: Kanskje jeg har tasta feil?  
 MA-lærer: Ja, det kan være en tastefeil på nullene der da. Det kan jo være en tastefeil.  
 [Noe uhørbart. Magnus regner over.]  
 Magnus: Jaa...  
 MA-lærer: Der ble det én null ekstra!  
 Magnus: Null i mellom der, også må kommaet dit da. [Refererer her til oppretting i sitt skriftlige arbeid.]

**Utdrag 5-33: Opptak fra klasserommet, Anders og Magnus 20121011 *prosentregning*, #12**

I Utdrag 5-33 skjer en sammenlikning av elevsvar. Sammenlikningen oppstår mer eller mindre tilfeldig fordi det rettes et fokus på akkurat denne oppgaven gjennom at Anders er opptatt av å ha med ”riktig antall desimaler”.

Magnus arbeider raskt igjennom heftet, og i etterkant (når jeg leser over hans arbeidsoppgaver) ser jeg at han gjør flere feil. Disse oppdages ikke, verken av læreren eller av fellesskapet. Elevene sammenlikner altså ikke svar i vesentlig grad for kontroll, og jeg kan heller ikke se tegn til at de vurderer svaret sitt på noen annen måte. Elevene regner seg framover i heftet, men det er ingen praksis for å kontrollere egne løsninger.

Når jeg går rundt, ser jeg ved en tilfeldighet hvordan Magnus har løst oppgaven gjengitt i Utdrag 5-34.

#### **1.3.16**

Kåre selger ved. Et år øker han prisen på et mål ved fra 1 500 kr til 1 800 kr.  
Hvor stor er prisøkningen i prosent?

**Utdrag 5-34 Oppgavehefte, 20121011 prosentregning, oppgave 1.2.16, s. 6**

Jeg spør hvordan Magnus har tenkt når han løste oppgaven. Han beskriver at han tok differansen mellom 1.500 kr og 1.800 kr, så dividerte han denne differansen på 1.800 kr, for så å multiplisere med 100 %. Magnus får som svar på oppgaven at prisøkningen var 16 %. Jeg ber han kontrollere sitt svar, og Magnus finner ut at hvis prisen skal øke fra 1.500 kr med 16 %, så stemmer ikke dette med at prisøkningen skal være 300 kr. Magnus usikker på om han skulle ha ”delt på det minste”, og henvender seg til læreren. Magnus sin konfliktsituasjon oppstår som et resultat av min inngripen.

Når Magnus har gjort seg helt ferdig med heftet, og sitter og småprater om andre ting, ser jeg av på de to siste sidene med ”Blandede oppgaver” at han gjør feil knyttet til vekstfaktor, se Utdrag 5-35.

**1.3.20**

En dress selges med 30 % rabatt til 1 400 kr.

Hva var den opprinnelige prisen?

$$1400 \cdot 1,3 = 1820$$

**1.3.21**

En sykkel selges med 25 % rabatt til 2 490 kr.

Hva var den opprinnelige prisen?

$$\cancel{2490} \cdot 1,25 = \cancel{3237,5}$$

**Utdrag 5-35 Oppgavehefte, Magnus 20121011 prosentregning, s. 7 utdrag**

Etter en stund tar jeg en prat med Magnus som hvordan han har tenkt i den siste oppgaven. Igjen trår jeg utover min rolle som observatør i klasserommet, og får Magnus til å kontrollere et svar (svaret på oppgave 1.3.21 i Utdrag 5-35), noe som er årsak til at han stryker over løsningen sin. Jeg kan ikke se tegn til at denne ville blitt oppdaget ellers. Magnus selv ser det ikke som del av virksomheten å kontrollere sine løsninger. Det vises heller ikke tegn til dette hos de andre elevene i klasserommet, og det var heller ikke et tema i fellesgjennomgangen.

Elevenes arbeid har vært rettet inn mot oppgavene i siste del av timen, og de arbeider helt fram til at læreren tar ordet og avslutter med:

MA-lærer: Dere har jobbet kjempebra nå gutter. Dere merker det sikkert selv også, at man får til en del når man har litt fokus og jobber godt. Vi får håpe det blir like bra i morgen. Vi skal ha to timer da også!

**Utdrag 5-36 Opptak fra klasserommet, Anders og Magnus 20121011 prosentregning, #28**

Utdrag 5-36 gir inntrykk av at det er viktig å *jobbe bra* (ha fokus og jobbe godt). Det å jobbe godt er relatert til å gjøre et arbeid, og her får elevene ros for å ha gjort arbeidet som læreren har lagt opp til at de skal gjøre – det vil si gjøre oppgaver i heftet.

Jeg konkluderer med at det å være kompetent er knyttet til framdriften i heftet. Videre viser observasjonene av elevarbeidet at egenvurdering av svarene ikke framstår som del av elevenes virksomhet. Det å være kompetent er knyttet til å gjøre heftet, og å komme så langt som mulig, men uten å vurdere svarene underveis. Dette er et mønster som går igjen i de tre timene *prosentregning*, *vekstfaktor* og *formlikhet*.

### Å føre oppgavene riktig

Selv om jeg ikke kan se at det er en del av elevenes kompetanseregime at de skal kunne kontrollere sine svar, virker et annet kvalitetsaspekt viktig. Det er føringen av oppgaver. I opptaket som er gjort fra Anders og Magnus sin aktivitet med oppgaveheftet i timen *prosentregning*, som varer i om lag 55 minutter, snakker elevene ved hele seks anledninger om aspekter knyttet til føring av løsningene. Anders og Magnus begynner med oppgavene som er vist i Utdrag 5-37.

#### Å finne prosentfaktoren

**Eksempel:** Skal finne prosentfaktoren til 17 %.

$$17\% = \frac{17}{100} = \underline{0,17}$$

#### Oppgave 1. Finn prosentfaktoren

a)  $45\% = \frac{45}{100} = 0,45$

b)  $19\% = \frac{19}{100} = 0,19$

c)  $12\% = 0,12$

#### Utdrag 5-37 Oppgavehefte, Magnus 20121011 *prosentregning*, s. 1, øvre del

Den første kommunikasjonen knyttet til Utdrag 5-37 handler om føring:

Magnus: Skal vi skrive den dritten her óg? [Viser til mellomregningen i Oppgave 1 a) og b) i Utdrag 5-37] MA-lærer? (...) Må jeg skrive den der óg?

MA-lærer: Nei, det er greit... Men de som sliter med det og får feil, de bør skrive det ut. [Utenomprat.]

Elev: Skulle vi fortsette å skrive sånn? [Fortsatt refereres det til mellomregningen.]

- Magnus: Ja... Men hvis du sliter med det så skal du skrive begge.  
 Håkon: Det var én side. Helvete.. det er så mange sider.  
 [Utenomprat.]  
 Anders: Blir det der riktig da?  
 Håkon: Ja, det er bare å flytte kommaet litt.

**Utdrag 5-38: Opptak fra klasserommet, Anders og Magnus 20121011 prosentregning, #08**

Det første elevene vil vite er altså om de behøver å føre mellomregningene. Her får de beskjed om at det er greit å kutte ut føring av mellomregningen, men at elever som ”sliter med det og får feil” må føre mellomregningen. Magnus velger å droppe mellomregningen i sin løsning av resten av oppgavesiden, og fører svarene direkte slik vi ser et eksempel på at han gjør i deloppgave c) i Utdrag 5-37. Magnus og Anders løser oppgavene på første side der de skal finne prosentfaktoren når presenten er gitt (se Utdrag 5-37) raskt. På s. 2 i heftet skal finne presentsatsen når prosentfaktoren er gitt. Også dette går raskt for Magnus og Anders. De velger fortsatt å ikke vise utregning. Magnus kommenterer at ”Det er bare å flytte kommaet litt” (Utdrag 5-38) . Så kommer de to til s. 3, som heter ”Å finne hvor mye en % er av et tall”. Første del av siden er vist i Figur 5-14.

**Å finne ut hvor mye en % er av et tall**

**Eksempel:** Hvor mye er 20% av 200 kr?

Først finner vi prosentfaktoren:  $20\% = \frac{20}{100} = 0,22$

Så finner vi hvor mye 20% er av 200kr:  $0,22 \cdot 200kr = \underline{\underline{40kr}}$

**Oppgave 3. Finn delen**

- a) Hvor mye er 35% av 350kr?
- Prosentfaktoren til 35%:  $35\% = \frac{35}{100} = 0,35$
- 35% av 350kr:  $0,35 \cdot 350kr = \underline{\underline{122,5}}$
- b) Hvor mye er 62% av 800kr?
- Prosentfaktoren til 62%:  $62\% = \frac{62}{100} = 0,62$
- 62 % av 800kr:  $0,62 \cdot 800kr = \underline{\underline{504}}$
- c) Hvor mye er 18 % av 5 400kr?  $572$
- $0,18 \cdot 5400$

**Figur 5-14: Oppgavehefte, Magnus 20121011, s. 3, første del**

Magnus og Anders fortsetter uten å føre mellomregningen, men blir raskt korrigert av lærer.

- MA-lærer: Begynner det bare å bli svar igjen nå?  
Magnus: Hæ?  
MA-lærer: Begynner det å bli bare svar?  
Magnus: Men du spør jo bare etter svar.  
MA-lærer: Ja, men her bør du skrive utregninga.  
Elevene (i kor): Åååå  
MA-lærer: Det aller første der da så er det greit å bare, men [uhørbart].  
Magnus: Jeg kan skrive det etterpå.  
MA-lærer: Legg dere til den vanen at dere alltid viser utregning.

**Utdrag 5-39: Opptak fra klasserommet, Anders og Magnus 20121011, #09**

Av dialogen over ser vi at læreren forsterker for fellesskapet at de skal vise utregning. Føring av oppgaver er altså en del av virksomheten som det forhandles om. I timen prosentregning er datamateriale som er tilknyttet kategorien føring, materiale som omhandler å vise utregning, hvordan man kan føre oppgaven effektivt, og hvor mange desimaler elevene skal ha med i utregninger. Dette formelle aspektet virker viktig, og jeg konkluderer med at for å være kompetent i dette klasserommet må elevene føre oppgavene i henhold til en norm.

*En tilleggsobservasjon om egenvurdering*

Om vurderingssituasjonen i seg selv må det kommenteres her at jeg ikke har samlet inn og analysert elevenes prøver og de skriftlige tilbakemeldingene som ble gitt til eleven på selve prøvebesvarelsene. Det som er sikkert er imidlertid at elevene ikke var delaktige i egen vurdering. Vurderingen ble gitt av læreren og var nedtegnet skriftlig. (Som vi skal se i rak motsetning til det jeg ser i verkstedet.) Elevene virket opptatt av karakteren på prøven sin (se Utdrag 5-40), men jeg observerte ingen elevrefleksjon rundt hvilke deltema gitt i prøven de behersket godt og hva de hadde behov for å jobbe mer med. Som vist i utdraget ble prøven raskt lagt til side. Imidlertid er dette bare knyttet til mine observasjoner, og hvilke tanker elevene faktisk gjorde seg, eller hvordan de arbeidet med prøven, i etterkant av undervisningen har jeg ingen forutsetninger for å si noe om. Jeg vet at for de seks som strøk på denne prøven, ble

det satt opp ekstra tid til å arbeide med temaet de ble prøvd i, og det ble satt opp ny prøvesituasjon (se Utdrag 5-40 i neste delkapittel). For de andre elevene, som bestod, har jeg ingen forutsetninger for å si om de gjorde noe etterarbeid knyttet til prøven.

I elevenes arbeid med oppgavene har jeg argumentert for at det å være kompetent i klasserommet handler om å starte forfra i heftet og arbeide seg igjennom, å gjøre ferdig heftet, men uten å vurdere svar, og å føre oppgavene riktig.

Jeg har nå besvart spørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent i matematikk-klasserommet?” med at det betyr å gjøre mange like oppgaver (hovedkategori MA #2). Det å gjøre mange like oppgaver framstår som fellesskapets virksomhet. Det er det som er elevenes hovedbeskjeftigelse når de gjør sitt læringsarbeid. Jeg har enda ikke diskutert hva som framstår som virksomhetens mål. Datamaterialet i hovedkategorien som nå er diskutert, gir tegn til at det i fellesskapet er en antatt felles forståelse om at det at elevene løser mange like oppgaver innenfor et gitt matematisk emne vil lede dem til det som er målet. Den siste hovedkategorien, hovedkategori #3 *Å bestå*, omhandler nettopp virksomhetens mål.

### **5.3 MA #3 Å bestå**

Den tredje og siste hovedkategorien som besvarer spørsmålet ”Hva betyr det å være kompetent i matematikk-klasserommet” handler om det som framstår som virksomhetens mål. Med virksomhet følger jeg Wenger (1998) i at virksomheten er det forhandlede svaret på situasjonen fellesskapet er i (se teorikapittelet s. 47). Det er naturlig at virksomhetens mål er med på å styre eller innrette den aktiviteten som er i klasseromsfellesskapet. Datamaterialet gir indikasjoner på hva fellesskapet arbeider fram mot. Selvfølgelig ser jeg aktiviteter med hensikt å oppfylle kompetansemålene i læreplanen som for eksempel ”Mål for opplæringa er at eleven skal kunne (...) rekne med forhold, prosent, prosentpoeng og vekstfaktor (Utdanningsdirektoratet, 2010, s. 12) og videre ”bruke formlikskap (...) til berekningar og i praktisk arbeid” (Utdanningsdirektoratet, 2010, s. 12). I hovedsak er imidlertid denne kategorien knyttet til et overordnet mål som ser ut til å være med å påvirke aktiviteten i de timene jeg observerer, nemlig det å bestå faget – med delmål å bestå prøvene gitt i hvert tema, eller kanskje aller viktigst å bestå eksamen.

Timen *prosentregning*, som er den første timen jeg observerer, begynner med at læreren deler ut en prøve som de har hatt.

MA-lærer: Vi skal fortsette med prosentregninga, men først så må vi... Så må dere få igjen prøvene deres. Og det som var med prøvene er at det... Noen klarer seg greit, sånn karaktermessig og får til nok. Men det var litt for mange som (...) ikke bestod den prøven her. Jeg tror det var oppe i seks stykker som strøk.

(...)

MA-lærer: Men det betyr, gutter... Det betyr at vi må... Vi kan på en måte ikke kutte ut temaet helt. Ehm... Nå kommer jeg til å sette opp tidspunkter der de som trenger ekstra...

Elev: Er det etter skolen?

MA-lærer: Nei, vi prøver å få det inn i midttimene på tirsdag og torsdag.

Elev: Det gidder jeg ikke jeg ass.

MA-lærer: Det kan du godt si, men da har du gjort et valg.

(...)

MA-lærer: Men det som er gledelig er at det var noen som prøvde å ta opp igjen prøven fra det første temaet vi var gjennom. Det var areal og sånn. Og det var flere der som klarte å bestå den biten. Så da er dere på en måte ferdige med det. Så gjør vi det samme med de som ikke fikk til biten med målestokk og perspektivtegning og sånn. De må ta igjen det. De må få en ny prøve i det. (...) Dere skal få igjen prøvene deres så kan dere se hvordan det har gått.

Elev: Å.. hva fikk du?

[Utydelig tale elever mellom om karakterer. Utsagn som "Hva fikk du? og "Hvor mange poeng fikk du?" kan oppfattes. Jeg hører kun snakk om karakterer og poeng, ikke om innhold.]

Elev: Hva er minimum for å ikke måtte sitte igjen egentlig?

MA-lærer: Hvis du har fått 1'er må du sitte igjen.

Elev: Men jeg fikk 2'er da.

MA-lærer: Ja, da slipper du.

#### Utdrag 5-40 Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121011 *prosentregning*, #02

Dialogen over begynner med et fokus på at seks elever ikke bestod prøven, og at læreren setter opp ekstraundervisning til disse elevene. Videre retter læreren oppmerksomheten mot en geometriprøve som elever som ikke bestod i første omgang har tatt på nytt. Læreren formidler at flere av elevene som tok prøven på nytt nå bestod og konkluderer med at "Så da er dere på en måte ferdige med det." Dette er et lite tegn i retning av at elevene nå ansees som kompetent nok. Læreren fortsetter med "Så gjør vi det samme med de som ikke fikk til biten med målestokk og perspektivtegning og sånn. De må ta igjen det. De må få en ny prøve i det." Her retter han seg mot de



elevene som fikk karakteren 1. Ut fra dette ser det ut til at å være kompetent i matematikk-klasserommet er knyttet til å bestå prøvene, og slik er det formelt sett i norsk videregående skole. Karakteren 2 (der karakterskalaen går fra 1 til 6, og 1 er svakeste karakter) er bestått. Når det er slik at elevene kun trenger bestått i alle fag for å få et vitnemål fra videregående skole, kan jeg forstå at denne grensen er viktig i fellesskapet.

Dialogen fortsetter (direkte fra Utdrag 5-40) med fokus på det læreren ønsker at elevene skal forbedre seg på:

MA-lærer: Det er en del av dere som gjør det ganske bra, men dere må passe på at dere viser utregning. Når dere har funnet et svar så er det en del av dere som på en måte... Jeg vet ikke hva dere gjør da... At dere trykker på kalkulatoren også får dere et svar og... også skriver dere bare svaret (...). Det som er er at på eksamen hvis man bare skriver svaret... så får man nesten ikke uttelling. (...) [Læreren utdyper dette med føring av utregning videre.] Også er det på en del prøver. De som har gjort det bra også. Så har dere ofte et tema dere nesten ikke har besvart i det hele tatt. Det er noen som har gjort det bra på målestokk og blandingsforhold, men som ikke har tegnet en eneste perspektivtegning (...) Så det er noen som har hull selv om dere har klart å få beståttkarakter da. Da må vi i hvert fall være bevisst på det at... Det kan godt komme sånne oppgaver på eksamen, i de temaene dere ikke har fått til. Så hvis dere kommer opp til eksamen da så... vet da noen at de må jobbe med perspektivtegninga og andre vet de må jobbe med blandingsforhold for eksempel. OK, men nå må vi... huske på dette til eksamen. Hva den enkelte må se på. [Så går læreren over til nytt fagtema for timen.]

#### **Utdrag 5-41 Opptak fra klasserommet, MA-lærer 20121011 *prosentregning*, #03**

I Utdrag 5-41 har læreren fokus på føring og det å vise utregning generelt, men også på at enkelte elever har kunnskapshull knyttet til enkelte tema. I begge disse sidene av lærerens kommentar om hvordan elevene kan forbedre seg, legger læreren referanser til eksamen. Jeg oppfatter det som at det er eksamen læreren ønsker at de skal forberedes mot – og at virksomhetens mål er at elevene skal kunne bestå i faget og til eventuell eksamen.

## 5.4 Konklusjon

Etter å ha gjort en deskriptiv analyse av matematikk-klasserommet har jeg kommet fram til følgende konstruksjon av det å være kompetent elev i dette fellesskapet: Først handlet hovedkategori MA #1 *Å adoptere lærerens metoder* om hvem som var ansvarlig for å forfatte ideer i matematikk-klasserommet og om disse idéenes karakter. Under MA #1-1 *Å adoptere lærerens idéer*, viste jeg at det å være kompetent i stor grad handlet om å adoptere en annens idéer og at idéene gjerne ble forfattet av læreren. Elevenes idéer og løsningsstrategier ble ofte tilsidesatt til fordel for lærerens idé. Læreren framstod som en ekstern autoritet i klasserommet – som den som holdt kunnskapen. Under MA #1-2 *Å adoptere metoder*, viste jeg at viktige ideer som entret fellesskapet i matematikk-klasserommet i stor grad var av prosedyrekarakter, og at sammenheng mellom prosedyrer, eller meningen bak prosedyrene, sjelden ble løftet fram. Videre handlet hovedkategori MA #2 *Å gjøre mange like oppgaver* om virksomhetens karakter og det arbeidet elevene gjorde som kompetente deltagere i fellesskapet. Under MA #2-1 *Å gjøre mange like oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng* viste jeg at elevene oftest arbeidet med oppgaver som stilte lave kognitive krav. Heftene elevene arbeidet i etter fellesgjennomgang av nytt stoff, viste stor overvekt av oppgaver som fremmet innlæring av prosedyrer. Det var mange like oppgaver for hver prosedyre. I tillegg klassifiserte jeg oppgavene som ikke-autentiske. Under MA #2-2 *Å gjøre oppgave for oppgave med begrenset kvalitetskontroll* viste jeg at elevene startet forfra i heftet og arbeidet seg igjennom. Det kunne bety at mange elever ikke kom til de oppgavene som stilte noe høyere kognitive krav til dem og der de skulle bruke kunnskapen på litt nye måter ("Blandede oppgaver"). Videre var det karakteristisk at elevene ikke vurderte sine svar eller løsninger. Jeg så imidlertid tegn til at det var viktig å føre oppgavene riktig. Til sist handlet hovedkategori MA #3 *Å bestå* om det som framstod som virksomhetens mål. Det framstod som viktig å bestå faget (gjennom prøvene i hvert tema) og å bestå eksamen. I kapittel 7, der jeg gjør analyse på tvers av casene, vil jeg drøfte hvilke konsekvenser denne kompetansekonstruksjonen kan ha for kunnskap og læring, og for identitetsrelasjonen til matematikk-klasserommet i et situativt perspektiv. Først vil jeg imidlertid gjøre rede for min konstruksjon av hva det betyr å være kompetent i verkstedet (programfagene).

## 6. Verkstedet

Mine eksempler, som brukes til å illustrere hva det betyr å være kompetent i verkstedet, er hentet fra observasjoner og intervju eller mer uformelle samtaler som jeg har hatt med BA-læreren og elevene, alt knyttet til elevenes arbeid i verkstedet. Materialet slik det er presentert her, er et resultat av den *deskriptive analysen* (Postholm, 2010). Den deskriptive analysen er gjennomført ved å stille spørsmålet ”hva betyr det å være kompetent (...)?” til datamaterialet. Fra verkstedet får jeg da tre hovedkategorier som besvarer spørsmålet. Hovedkategori #1 *Å tenke selv* omfatter hvordan idéene entrer virksomheten i verkstedet (Wenger, 1998). Kategorien omhandler hvem som er ansvarlig for å forfatte idéer og adoptere idéer i fellesskapet, og hvilken karakter disse idéene har. Hovedkategori #2 *Å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt* beskriver virksomhetens karakter, eller mer konkret karakteren til det arbeidet elevene utfører som deltagere i fellesskapet. Hovedkategori #3 *Å gjøre godt arbeid* beskriver det som fremstår som elevenes mål med den daglige virksomheten. Først vil jeg gi en kort oversikt over de kontekstene det er gjort observasjoner i. Videre er dette delkapittelet strukturert etter de tre hovedkategoriene.

Det er i hovedsak fire kontekster datamaterialet er hentet fra. *Introduksjon til programfagene, agroteknikkmesse, fuglekasseproduksjon, og trappevinger.*

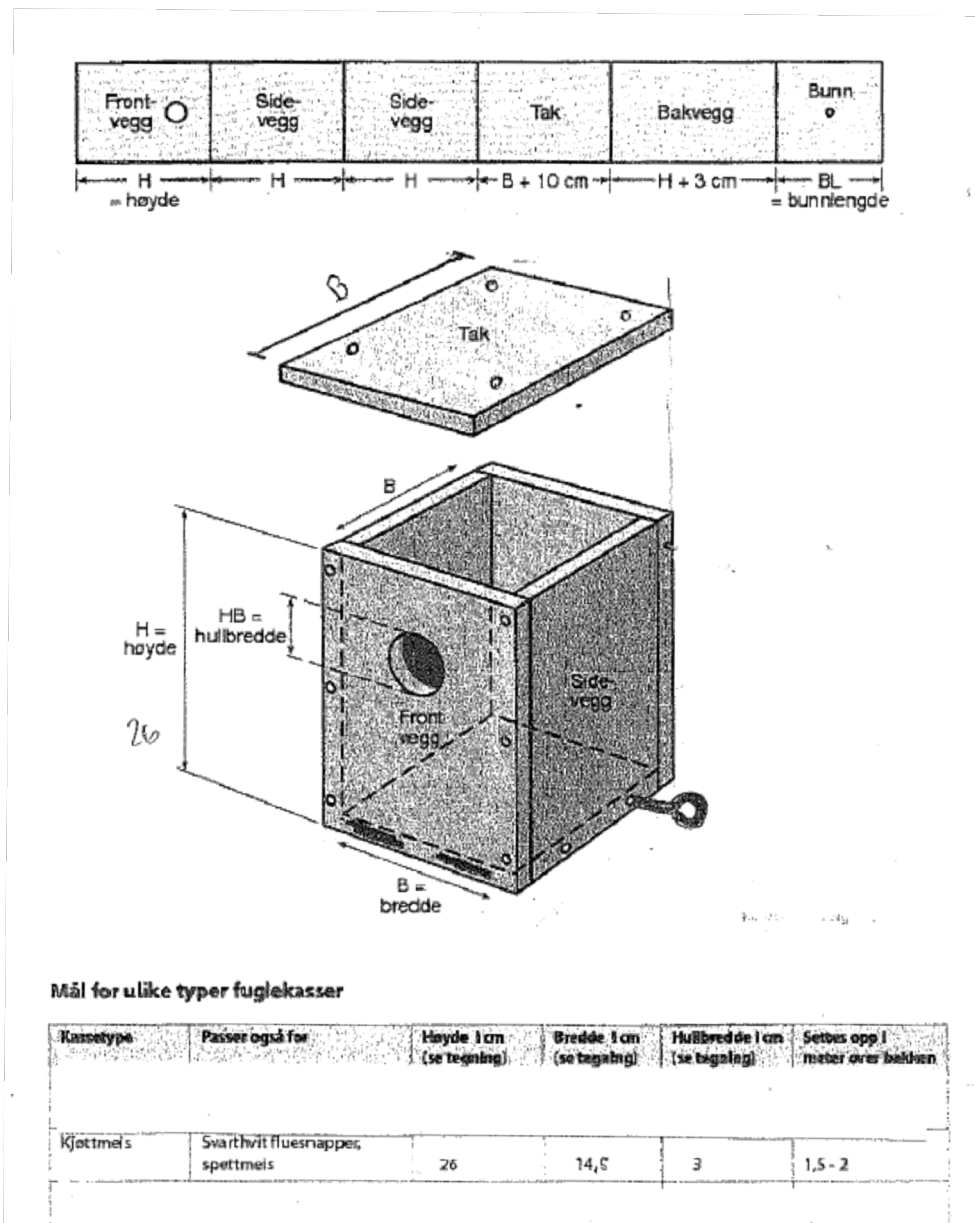
*Introduksjon til programfagene* er observasjoner gjort i oppstarten av skoleåret da jeg var inne i verkstedhallen én skoletime for en innledende observasjon av klassen i programfagene i en time på 90 minutter. Elevene satt på benker langs veggen mens læreren sto foran dem og snakket om hva elevene kunne vente seg i nytt utdanningsløp. Her gjennomgikk han forventninger til elevene og ga en generell introduksjon til programfagene.

*Agroteknikkmesse* er fra observasjoner gjort midt i høstsemesteret. En messe med fokus på agroteknikk (landbruksteknikk) skulle arrangeres i skolens omegn, og BA-klassen hadde fått forespørsel om å lage utstyr til messen. Ordren var å produsere en scene, gjerdekomponenter og skilt. Prosjektet varte i om lag én uke. Jeg var kun inne enkelte timer underveis i gjennomføringen, og jeg gjorde intervjuer i tidsrommet rundt ferdigstilling av prosjektet. Jeg var ikke inne og observerte oppstarten av oppdraget. Derfor er gjengivelsen av oppstarten på oppdraget som jeg legger fram her, basert på

det elevene forklarte i intervju, og på samtale med BA-lærer da oppdraget til agroteknikkmesse var i slutfasen. Ordren som elevene hadde fått var at de skulle

1. produsere en scene der de eneste spesifikasjonene som var gitt var at den skulle være 6 m lang og 3 m bred,
2. produsere åtte gjerdekomponenter med utgangspunkt i én gjerdekomponent de fikk av messearrangøren (som mal),
3. produsere skilter der kun målene på skiltene var oppgitt (uten krav til hvordan de skulle produseres eller materiale de skulle produseres i). Skiltene skulle deretter overflatebehandles og trykkes med tekst av en annen klasse ved skolen (tilknyttet et annet programområde).

*Fuglekasseproduksjon* var et prosjekt elevene arbeidet individuelt med. Prosjektet ble gjennomført i skolens to vurderingsuker, rett før terminkarakterene skulle settes i høstsemesteret. Vurdering av elevene individuelt stod sentralt. Elevene skulle derfor ikke samarbeide med hverandre eller diskutere løsninger med læreren i denne oppgaven (helt i motsetning til slik jeg så i andre observasjoner av arbeidet i verkstedet). Hver enkelt elev skulle produsere en egen fuglekasse etter utlevert tegning. I tillegg skulle det skrives rapport, slik elevene gjorde etter hver produksjon, og det ble gjennomført vurderingssamtale der elev og lærer diskuterte produktet som eleven hadde lagd og rapporten, slik det også ble gjort etter hver produksjon. Læringsmålet var gitt på første side i oppgaveformuleringen med overskriften ”Læringsmål” fulgt av følgende formulering: ”Oppgaven skal utføres nøyaktig etter tegning og mål” (Oppgavetekst 20121203 *fuglekasseproduksjon*, s. 1). Vedlagt lå tegningen vist i Figur 6-1. Tegningen var upresis og til dels misvisende, noe jeg vil komme tilbake til. Læreren var fullt klar over dette og hadde brukt oppgaven på andre klasser tidligere. Fuglekasseoppdraget gikk over to dager.



Figur 6-1 Tegning som vedlegg til Oppgavetekst 20121203 *fuglekasseproduksjon*, s. 2

*Trappevanger* var et prosjekt som ble gjennomført på slutten vårsemesteret. Prosjektet gikk over to dager med 5 skoletimer, à 45 minutter, begge dager. Jeg var tilstede begge dager, bortsett fra de første 90 minuttene av dag 1. Den første dagen fikk elevene utdelt et oppdrag som gikk ut på å mure to trappevanger med Lecablokker etter en oppgavebeskrivelse med arbeidstegning. Oppgaven var introdusert før jeg kom. Elevene arbeidet to og to med oppdraget. Jeg har notert at elevene jobbet fint i par. Det så ut som de visste hva de skulle gjøre, og de gjorde det de skulle. Læreren blandet seg lite i arbeidet. Elevene måtte blande mørtel, kappe Lecablokker slik at de kunne legges etter arbeidstegningen og de skulle mure sammen blokkene på en bestemt måte (to

pølser med mørtel) for å lage kuldebro. Jeg har også notert at elevene er opptatt av vater og lodd. De brukte vateret mye til å kontrollere. På dag 2 skulle elevene pusse trappevangenens sider med puss. Læreren gjennomgikk grundig i fellesskap hvordan dette skulle gjøres. Læren fokuserte altså på å vise en bestemt murerteknikk. I denne økta var det igjen stort fokus på kontroll av vangen, at den var i ”vinkel, vater og lodd”. Elevene var også opptatt av å holde orden rundt seg og å ta vare på utstyret med blant annet ordentlig vask. Jeg har notert i min logg at elevene stort sett var selvgående. De som begynte å bli ferdige, ryddet både hos seg selv og hjalp andre med rydding.

Eksempler fra kontekstene over brukes til å beskrive de tre hovedkategoriene som besvarer hva det betyr å være kompetent i verkstedet.

## **6.1 BA #1 Å tenke selv**

Hovedkategori BA #1 *Å tenke selv* inneholder datamateriale fra undervisningen som besvarer en dimensjon av hva det betyr å være kompetent i verkstedet. Materialet i denne hovedkategorien ga grunnlag for å beskrive den rollen elevene hadde da idéer entret fellesskapet og det ga grunnlag for å karakterisere idéene i fellesskapet. Gjennom året med observasjoner så jeg hvordan ansvaret for å være kreativ og finne løsninger, og ansvaret for å være kritisk og å vurdere løsninger og utført arbeid, tidlig ble skiftet over på elevene. Jeg vil nå vise hvordan dette kommer til uttrykk i eksempler fra datamaterialet.

Hovedkategorien BA #1 *Å tenke selv* består av tre underkategorier BA #1-1 *Å bidra med idéer og å dele erfaringer*, BA #1-2 *Å finne en praktisk og gjennomførbar vei mot sin konstruksjon av målet* og BA #1-3 *Å vurdere og å reflektere*. Jeg disponerer den videre beskrivelsen av hovedkategorien BA #1 *Å tenke selv* etter disse underkategoriene.

### **6.1.1 BA #1-1 Å bidra med idéer og å dele erfaringer**

Denne første underkategorien av hovedkategori BA #1 *Å tenke selv*, har jeg kalt BA #1-1 *Å bidra med ideer og å dele erfaringer*. Datamaterialet i denne kategorien er materiale som viser at elevene i verkstedet er *ansvarlige for* (Gresalfi et al., 2009) å

forfatte idéer i fellesskapet (forbundet med *student author/ity* (Povey et al., 1999)). Videre er elevene også *ansvarlige for* å trekke egne bygg- og anleggsrelaterte erfaringer (fra blant annet praksisarbeidet i bedrift som er del av opplæringen) inn i skolekonteksten slik at de andre elevene kan få innsikt i disse erfaringene. En del av det å være kompetent elev i verkstedet er altså *å bidra med ideer og å dele erfaringer*, og jeg skal her vise eksempler fra datamateriale som illustrerer dette. Jeg viser først eksempler på at elevene må *bidra med idéer*, etterpå viser jeg eksempler på at elevene må *dele erfaringer*.

### *Å bidra med idéer*

Det første eksempelet jeg vil bruke til å illustrere at en del av det å være kompetent i verkstedet er *å bidra med idéer* er hentet fra *agroteknikkmesse* og den delen som var knyttet til å levere scenen. Oppsummeringen nedenfor viser hvordan arbeidet med scenen ble igangsatt.

(1) *Presentasjon av ordre og idémyldring*: Ordren fra kunden ble presentert for elevene i full klasse. Så satte læreren noen rammer for arbeidet. Læreren foreslo at de skulle lage scenen ved hjelp av Europaller som skulle legges lagvis. Etterpå skulle Europallene dekket med plater på toppen og på sidene. Det ble vektlagt av læreren at det var viktig å kutte så få plater som mulig av økonomiske hensyn (for at det skulle være mulig å bruke platene igjen). Videre engasjerte læreren hele klassen i å komme med idéer til hvordan de skulle bygge scenen. Problemstillinger som ble løftet fram til elevene var: Hvor mange Europaller måtte de bestille? Hvordan skulle de konstruere scenen for at den skulle bli så stabil som mulig? Hvordan skulle de binde sammen platene på toppen for å styrke stabiliteten, og på samme tid kutte så få plater som mulig? Hele klassen ble delt inn i grupper, som fikk i oppgave å komme med mulige løsninger. I gruppene diskuterte elevene idéer og strategier.

(2) *Presentasjoner av løsninger, kritikk og valg av strategi*: Etter en stund ble gruppearbeidet avsluttet og gruppene ble samlet. Flere av gruppene presenterte sine løsninger i plenum. Fellesskapets ansvar var å bestemme seg for den løsningen som best ivaretok bestillingen og de profesjonelle kravene. Gjennom presentasjoner og innspill fra elever og lærer ble hver idé til løsning som ble lagt fram lyttet til, diskutert og overveid. Elevene evaluerte de ulike løsningene spesielt med tanke på stabilitet (unngå skjøter rett over hverandre) og økonomi (bruke få plater og å kutte i så få plater som mulig) som læreren hadde posisjonert som viktige betraktninger.

(3) *Produksjon*: Da beslutningen for hvordan scenen skulle konstrueres var tatt, begynte elevene på prosessen med å forberede den praktiske produksjonen. De måtte skaffe Europaller, sette dem sammen, for så å kutte og montere platene for så å binde sammen scenen.

**Oppsummering 6-1: Oppstart av sceneproduksjon til *agroteknikkmesse*. Oppsummeringen er konstruert fra Intervju Magnus og Olav 20121109 *agroteknikkmesse* og revidert etter gjennomlesning og kommentarer fra BA-lærer.**

I det første avsnittet, (1) *Presentasjon av ordre og idémyldring*, i Oppsummering 6-1 beskriver jeg at elevene i oppstartsarbeidet ble bedt om å komme med idéer til løsninger på en oppgave, en oppgave de antageligvis ikke hadde erfaringer med fra før. De skulle legge en plan for hvordan en scene skulle bygges. Dette gir assosiasjoner til Povey et al. (1999) sitt begrep *author/ity*, et epistemologisk perspektiv der kunnskapen sees som *forfattet*, eller lokalt konstruert og forhandlet frem av deltagerne:

Teachers and learners sharing this way of knowing work implicitly (and perhaps explicitly) with an understanding that they are members of a knowledge-making community. (...) As such, meaning is understood as negotiated. External sources are consulted and respected, but they are also evaluated critically by the knowledge makers, those making meaning of mathematics in the classroom, with whom *author/ity* rests. Such way of knowing opens up the possibility of understanding knowledge as constructed and meaning as contingent and contextual, and personal in the sense that it reflects the positionings of the knower. (Povey et al., 1999)

I tilfellet med scenen opplevde jeg ikke at elevene trodde det fantes en ytre og ekstern løsning de skulle finne fram til. Jeg oppfatter situasjonen mer som at akkurat denne scenen ikke var bygd av noen andre før, og at elevene selv skulle komme med idéer og finne fram til den beste av flere mulige løsninger. Dermed kan det tenkes at de opplevde å være medlemmer av et ”kunnskapsdannende fellesskap” slik Povey et al. (1999) beskriver over, og at de opplevde at løsninger ble forhandlet fram av dem selv. Hvis målet med oppdraget kun hadde vært å styrke elevenes materialbehandling- og verktøykompetanse, kunne læreren ha forklart hva som skulle gjøres mer detaljert og latt elevene ta seg av handlingselementene med å sette sammen komponentene til scene. En slik tilnærming ville gitt elevene hovedsakelig *disiplinær agens* (Pickering, 1995)). Det at læreren ga elevene ansvar for å legge en plan for sammensetningen, kan være tegn til at det å være kompetent i verkstedet betyr mer enn å *utføre* en plan. Læreren posisjonerte elevene til å *delta med idéer og utvikling av en plan* for konstruksjonen av scenen i henhold til profesjonelle standarder som for eksempel økonomi og stabilitet. Grepet med gruppedeling, der hver gruppe hadde ansvar for å komme opp med en plan for konstruksjon av scenen, gjorde sannsynligvis at flere måtte ta ansvar for å komme med løsninger, enn det som hadde vært nødvendig om problemet kun hadde blitt drøftet i full klasse.



Selv om læreren hjalp elevene litt på vei ved både å sette noen rammer for blant annet materialbruk, og ved å rette oppmerksomheten mot profesjonelle prinsipper som for eksempel stabilitet og økonomi, ga han også elevene med et *ansvar for* (Gresalfi et al., 2009) å finne løsninger på hvordan scenen skulle settes sammen. Jeg tolker første avsnitt av Oppsummering 6-1, som gjengir oppstarten av scenebyggingen, som et tegn på at det å være kompetent deltager i verkstedet er forbundet med å *bidra med ideer*.

Det andre avsnittet av Oppsummering 6-1 viser at elevene ble satt til å presentere idéene de hadde utviklet og diskutert gruppevis, for hverandre. Fellesskapet var ansvarlige for å komme med innspill til de ulike løsningene, og til slutt avgjøre hvilken løsning som best ivaretok de ulike kravene til produktet. Sett i sammenheng med Pickerings (1995) agensbegreper, gjør denne måten å igangsette arbeidet med ordren på, at elevene får utøve *menneskelig agens*. Elevene ble engasjert i prosesser med å presentere løsninger, være kritiske og ta beslutninger. Aktiviteten krevde altså også i denne fasen mer av elevene enn kun å *utføre* en bestemt strategi. De måtte både være kritiske og de måtte reflektere over mulige konsekvenser av å bygge scenen på ulike måter. Elevene fikk *ansvar for* (Gresalfi et al., 2009) å bidra med sin ”profesjonelle” kunnskap og kritikk. Her var det ikke læreren som holdt én riktig løsning. Ansvaret for å finne den beste løsningen var derimot distribuert over fellesskapet, og aktiviteten ble ledet av elevene som først forfattere av idéer (Povey et al., 1999) i innledende fase med gruppearbeid, og deretter som kritikere og beslutningstagere den neste fasen av arbeidet (andre avsnitt av Oppsummering 6-1).

I siste avsnitt av Oppsummering 6-1 beskriver jeg hvordan aktiviteten endret karakter da klassen hadde bestemt seg for hvordan de skulle lage scenen. Idet klassen i fellesskap hadde blitt enige om en plan, skiftet aktiviteten mot produksjon og det å gjennomføre løsningen de hadde forfattet. Dette innebar at elevenes aktivitet ble dominert av *disiplinær agens* (Pickering, 1995). Det vil si at elevene gikk over i en utøvende fase og kunne følge den strategien de tidligere hadde bestemt seg for.

Totalt sett kan elevaktiviteten i prosjektet med produksjon av scene, beskrevet i Oppsummering 6-1, betegnes med begrepet *dans med agenser* (Pickering, 1995) idet elevene utøvde både *menneskelig* og *disiplinær agens*. Eksempelet viser at elevene i verkstedet måtte forfatte idéer til løsninger selv, at de selv måtte vurdere og ta avgjørelser, samtidig som de måtte utføre produksjonen ut fra de forfattede løsningene.

Et annet eksempel som viser at en del av det å være kompetent deltager i fellesskapet var *å tenke selv*, eller mer spesifikt *å bidra med idéer*, er også hentet fra konteksten *agroteknikkmesse*, men er knyttet til arbeidet med gjerdekomponentene. Læreren ga fire elever ansvaret for å lage gjerdekomponenter til messa, og eksempelet bekrefter igjen hvordan ansvaret for å finne løsninger var skiftet over på elevene. Magnus forklarte oppgaven elevgruppen fikk:

Magnus: Vi hadde fått en sånn skigard, som vi skulle lage flere av. Så det var åtte stykker til vi skulle lage. Så måtte vi bare finne ut en måte vi kunne lage de på, på en lettest mulig måte.

#### Utdrag 6-1 Intervju med Olav og Magnus 20121109 *agroteknikkmesse*, #07

Elevene ble gitt en mal i form av én gjerdekomponent (skigard), som ble overlevert dem fra messearrangøren, og elevene skulle lage like/liknende gjerdekomponenter.

Eleven i Utdrag 6-1 brukte formuleringen ”så måtte vi bare finne ut en måte vi kunne lage de på”. Jeg tolker det som at elevene har tatt et ansvar for å finne ut *hvordan* produktet skulle produseres, og at de opplevde at de selv må forfatte løsninger. Dette forbindes igjen med kunnskapssynet *author/ity* (Povey et al., 1999), der kunnskapen er lokalt konstruert. Det finnes ingen ekstern autoritet som holder løsningen. Dette ser jeg som et nytt tegn på at en del av det å være kompetent er *å tenke selv* og mer spesifikt *å bidra med idéer*.

Et annet aspekt ved arbeidet med gjerdekomponentene som viste at elevene måtte *bidra med idéer* for å være kompetente deltagere i verkstedet, er knyttet til begrensninger i den lokale konteksten. Et praktisk problem elevene støtte på var at de ikke hadde en fres (type maskin) til å lage det langsgående sporet i bunnsvillen, som de skråstilte bordene skulle settes ned i (se Figur 6-2). To av elevene forklarte hvordan de brukte tilgjengelig verktøy og materialer til å finne en alternativ løsning, noe som viser både at de har tatt på seg ansvaret for å finne en løsning og at de delvis hevder forfatterskap til sin løsning:

Magnus: Fordi.. på den vi hadde fått så hadde de frest ut et spor da, som alt ble satt ned. Men vi har ikke noen maskiner til å frese ut sånne spor. Nei.. så da kom vi på en løsning som bandt det sammen på en annen måte da.

- Olav: Vi brukte to-tom-åtte [H: I bunnen] også skar vi ut.. så satte vi den ene stauren, ikke sant, også brukte vi stikksag og skar rundt den. [C: Å ja.] Du kunne ikke bruke samme staur da på hvert spor vi lagde. Vi måtte bruke én og én sånn at de passa. (...)
- Christina: (...) Hvem var det som.. Tenkte dere ut disse løsningene helt selv?
- Magnus: ”BA-læreren” var jo med oss selvfølgelig, men..
- Olav: Men vi fant jo ut det her da.. at vi skulle bruke to-tom-åtte og en var det tre tom?
- Magnus: To-tom-åtte her også ligger det tre-tom-to oppå her som vi hadde skåret ut i. På den måten så bygger vi oss oppover på den her istedenfor nedover i den her som de hadde gjort da.
- Christina: Ja, så da får du en litt annen høyde på de?
- Olav: Ja, så den der ble mer stabil da enn den vi fikk.
- Magnus: Ja, for den blir mye bredere, for de hadde brukt seks-tom-to. Så den var mye smalere.

**Utdrag 6-2 Intervju med Olav og Magnus 20121109 *agroteknikk*messa, #07 -08**



**Figur 6-2 Bilde fra verkstedet 20121106, Gjerdekomponent (mal i forkant)**

I Utdrag 6-2 beskrev Magnus og Anders hvordan de fant en alternativ måte å konstruere gjerdekomponentene på. I mangel av fres, valgte de å legge to smale bord med en liten glipe i mellom på toppen av et bredt bord, for på denne måten å danne sporet som de altså ikke hadde fres til å lage. I utdraget sa Magnus at læreren ”var med oss”, et tegn på at elevene ikke opplevde at læreren overlot løsningsprosessene helt til

elevene alene. Læreren var der som støtte. Likevel tyder dialogen på at elevene likevel ikke opplevde at det var læreren som hadde løst problemet med å lage en strategi for å produsere komponentene for dem. Elevene hevdet forfatterskap (Povey et al., 1999) for løsningene ved å si ”Men vi fant jo ut det her da...”. Kunnskapen fremstår dermed som lokalt konstruert av elevene, med støtte av lærer, under lokale betingelser, som i dette tilfellet at de manglet fres. Elevene måtte altså *bidra med idéer* for å være kompetente deltagere i denne situasjonen.

Det følger også av dialogen at aktiviteten kan karakteriseres dominert av elevenes agens (jamfør *menneskelig agens* (Pickering, 1995)) fordi det på det tidspunktet elevene fikk oppgaven ikke var forhåndsbestemte steg å følge. De måtte finne en beste måte å håndtere de praktiske utfordringene på, med egen erfaring og med tilgjengelig verktøy og materialer. Altså måtte de *tenke selv* og *bidra med egne idéer* til løsning. På samme tid vises det tegn til at de tok hensyn til profesjonelle standarder, som for eksempel lage en stabil konstruksjon, da de utførte planlegging og arbeid (se Olavs siste uttalelse i Utdrag 6-2). Elevene framstår for meg som *ansvarlige for* (Gresalfi et al., 2009) å finne løsninger eller lage en plan, og å lage et godt produkt. De trengte å ta i bruk egne kunnskaper og erfaringer med materialer, verktøy og konstruksjoner for å gjøre dette. Den siste uttalelsen til Olav i Utdrag 6-2, tolker jeg som tegn på eierskap til løsningen og en form for yrkesstolthet: ”Ja, så den der [viser til sin egen gjerdekomponent] ble mer stabil da enn den vi fikk [viser til malen gitt av messearrangøren].” Det jeg tolker som en stolthet her kan være tegn på at Olav anså at den løsningen elevene forfattet var god i henhold til profesjonelle standarder om stabilitet. Dermed oppfatter jeg det som at elevene, med sin løsning av produksjonen av gjerdekomponentene, anså seg som kompetente deltagere.

Etter at elevene hadde lagd en plan der de hadde løst praktiske problemer, og idet første komponent var ferdig produsert, skiftet aktiviteten til *disiplinær agens* (Pickering, 1995). Elevene hevdet at de brukte fire timer på å lage den første komponenten, men under én dag på å lage de siste syv. Da elevene hadde gjort arbeidet med å lage en løsningsstrategi og samtidig arbeidet seg gjennom den første komponenten, var aktiviteten preget av å følge den egenproduserte prosedyren. Det er altså ikke slik at all aktivitet i verkstedet er knyttet til å forfatte egne strategier. Mye av aktiviteten i verkstedet er også knyttet til ren produksjon, og det å følge en strategi. Her var det sin egenutviklede strategi de fulgte.

Både i arbeidet med scenen og med gjerdekomponentene var ansvaret for å bidra med idéer og finne løsningsstrategier i høy grad gitt til elevene. Det grepet som BA-læreren gjorde ved å gi elevene dette ansvaret, bidro til at konstruksjonen av det å være kompetent i verkstedet blant annet innebar å *tenke selv* eller 'løse problemene selv' med læreren som støtte. Dette støttes av elevenes metaperspektiver som jeg nå gir eksempler på. Rett i etterkant av arbeidet med agroteknikk-messa gjorde jeg intervju med Magnus og Olav som hadde ansvaret for gjerdekomponentene og jeg gjorde også et intervju med Halvor som hadde ansvar for skiltproduksjonen. Da jeg ba elevene om å si noe om hva de hadde lært og hvordan de hadde jobbet, trakk både Olav og Halvor fram det å finne løsninger.

Olav og Halvor som hadde ansvaret for gjerdekomponentene, sa følgende om hva de hadde lært av arbeidet med ordren til agroteknikk-messa:

- Christina: Men hva lærte dere av den prosessen dere har vært igjennom da?  
Olav: Finne løsninger.  
Magnus: Hvordan du kan gjøre ting egentlig.  
Olav: Samarbeide.

#### Utdrag 6-3: Intervju, Magnus og Olav 20121109 *agroteknikk-messa*, #14

Olav og Magnus trakk fram det å finne løsninger, "hvordan du kan gjøre ting" og det å samarbeide. "Hvordan du kan gjøre ting" peker kanskje i retning av innholdselementer som å øve på å bruke sag, binde sammen materialer osv. De trakk imidlertid også fram noe mer overordnet. De opplevde også at de lærte å finne løsninger og å samarbeide. Det at de nevner "finne løsninger" tolker jeg som et tegn på at de må *bidra med idéer* for å være kompetente deltagere i verkstedet.

I intervjuet med Halvor, som hadde var i gruppa med ansvar for skiltene, spurte jeg til slutt ett litt annerledes spørsmål der jeg ba han sammenlikne hvordan undervisningen i matematikk og i programfag var lagt opp.

- Christina: Ekstraspørsmål til slutt. Kan du si noe om hvordan undervisningen er lagt opp i... Ser du noe forskjell på hvordan undervisningen er lagt opp i matematikk og programfag?  
Halvor: Ja, det er veldig stor forskjell. For i matten så sitter vi jo og gjør oppgaver som vi får, mens i programfag så får vi det som vi skal jobbe etter. I matte så får vi det som.. alt som ligger i mellom fra start til slutt. Det vi skal begynne med..

det er bare.. det er det samme hele veien. Mens i programfag så får vi et mål, også kan vi lage vår egen vei til det målet på en måte. [C: Ja..] Så vi velger selv hvordan vi skal gjøre det. Og da.. blir det på en måte.. du lærer å gjøre det på en egen måte istedenfor at .. sånn skal det gjøres.

#### Utdrag 6-4: Intervju, Halvor 20121109 *agroteknikkmesse*, #09

Halvor trakk fram at elevene i verkstedet lagde sine egne veier til målet og at de valgte selv hvordan de ville gjøre det istedenfor å få beskjed om at ”sånn skal det gjøres”. Dette ser jeg som klare tegn på at de opplevde det epistemologiske perspektivet *author/ity* (Povey et al., 1999). Elevene måtte både i arbeidet med scenen og i arbeidet med gjerdekomponentene lage sin egen vei til målet, og når dette er noe Halvor trekker fram som en egenskap med hvordan undervisningen er lagt opp i programfaget styrkes tegnene på at det å forfatte egne løsninger er en viktig komponent i det å være kompetent deltager i verkstedet. Halvor setter det å ”gjøre det på en egen måte” som kontrast til en undervisning der elevene får beskjed om at ”sånn skal det gjøres”. Jeg tolker Halvors refleksjoner som at han opplevde at han fikk konstruere egne løsninger ut fra sine erfaringer, ferdigheter eller kanskje styrker i verkstedet. Jeg tolker det også som at dette var noe han likte bedre, enn å bli fortalt alt hva han skulle gjøre. Halvors utsagn ser jeg som et bekreftende tegn på at det å være kompetent i verkstedet er å *tenke selv* og mer spesifikt å *bidra med egne idéer*.

Jeg har så langt vist en side ved underkategorien å *bidra med idéer og å dele erfaringer* som er knyttet til hvordan elevene forventes å delta idéer, kritikk og finne løsningsstrategier når konkrete oppgaver er gitt. Det er imidlertid også en side til ved denne kategorien, og det er det som har å gjøre med å *dele erfaringer*.

#### *Å dele erfaringer*

Elevene var ute i en praksisperiode i løpet av høstsemesteret, og noen elever var også i praksis ukentlig. Elevene var utplassert i ulike bedrifter og fikk derfor erfaringer fra forskjellige fagfelt innenfor bygg og anleggsbransjen avhengig av utplasseringssted. Det vil si at én elev kunne ha vært ute i et tømrerfirma, mens en annen elev kunne ha vært ute i et rørleggerfirma. Læreren forsøkte ifølge elevene å trekke de ulike elevenes erfaringer inn i undervisningen på skolen der det var mulig:

- Olav: Det er jo noen som har vært på utplassering ikke sant, og som har gjort mange av de oppgavene vi har hatt her [viser til skolekonteksten]. Han som har gjort det da, får jo vise litt til de andre hvordan man gjør det. Så slipper ”BA-lærer” å vise det.
- Magnus: Samme som når vi hadde verktøyopplæringa her, så har jeg vært ute og jobba endel, og da måtte jeg gå igjennom sikkerhetsrutinene.
- Christina: Så dere får litt ansvar for det dere kan...
- Olav, Magnus: Ja. [I kor]
- Christina: ...og da å dele det med andre.

**Utdrag 6-5: Intervju, Magnus og Olav 20121109 agroteknikkmesse, #14**

Elevene hadde gjennom praksis fått verdifulle erfaringer og sine egne praksishistorier. At læreren la til rette for å løfte fram disse gjorde at elevene opplevde at deres erfaringer var viktige. I motsetning til at læreren var den som kontinuerlig hadde eierskapet til den kunnskapen som entret fellesskapet og at all kunnskap skulle bygges på hans erfaringer, var eierskapet for kunnskapen, og ansvaret for å dele den, til en viss grad distribuert over deltagerne. Det at elevene fikk trekke sine nye erfaringer inn i skolekonteksten, bidro sannsynligvis til å anerkjenne elevene som ressurser i kunnskapsdannelsen i klassen. Det bidro sannsynligvis også til at elevene fikk kjennskap til langt flere og varierte praksishistorier enn om læreren skulle ha stått for dem alene.

Gjennom eksemplene over har jeg vist at en del av det å være kompetent i verkstedet er å *bidra med idéer og å dele erfaringer*. Dette så jeg både i observasjoner fra verkstedet, og det kommer fram i elevenes beskrivelser av læringssituasjonene i verkstedet som jeg her har gitt innsikt i. Mens denne underkategorien av hovedkategorien BA #1 *Å tenke selv* er knyttet til hvordan idéene entret fellesskapet i verkstedet, eller at det var elevene som var ansvarlige for å finne idéer til løsning, viser de to neste underkategoriene en annen dimensjon. Det å være kompetent i verkstedet er knyttet til å bidra med idéer, men disse idéene i verkstedet har også bestemte karakterer. To underkategorier av *Å tenke selv* viser idéenes karakter i verkstedet. BA #1-2 *Å finne en praktisk og gjennomførbar vei mot sin konstruksjon av målet* henviser til at elevene måtte tenke seg til en mulig konstruksjon av det romlige produktet de skulle lage. Videre måtte de lage en plan for produksjon av denne konstruksjonen som var praktisk gjennomførbar i det lokale produksjonsmiljøet. Denne underkategorien omhandler typen idéer som er viktig *før* produksjon av et produkt. Videre handler den siste underkategorien av *Å tenke selv*, BA #1-3 *Å vurdere og å reflektere*, om idéenes

karakter etter produksjon. En stor del av de ideene som entrer fellesskapet er knyttet til å vurdere egne løsninger og egen gjennomføring i etterkant av produksjonen, og å reflektere rundt, eller tenke gjennom, hva som kunne vært gjort annerledes til neste gang. Resten av delkapitlet om hovedkategori BA #1 *Å tenke selv* er altså viet til for å være kompetente deltagere må elevene bidra med idéer med disse karakteristikene.

### **6.1.2 BA #1-2 Å finne en praktisk og gjennomførbar vei mot sin konstruksjon av målet**

Dette er den andre underkategorien av BA #1 *Å tenke selv*. Datamaterialet knyttet til denne kategorien viser karakteren til en vesentlig del av idéene og løsningene som entrer fellesskapet *før* produksjon. I verkstedet så jeg et mønster i at oppgavene som ble gitt var slik at elevene fikk en arbeidstegning eller en mal som beskrev noe de skulle lage, men at det ikke fantes tilgjengelige prosedyrer som beskrev hvordan de skal gå fram for å komme til målet. Malen eller arbeidstegningen ga elevene noen krav til sluttresultatet, men konstruksjonen av produktet kunne gjøres på mange ulike måter. Dermed kunne flere konstruksjonsmessig ulike produkter tilfredsstillende malen eller arbeidstegningen ”godt nok”. I intervjuet med Halvor i forbindelse med *agroteknikkmesse* var Halvor inne på nettopp dette: ”... i programfag så får vi et mål, også kan vi lage vår egen vei til det målet på en måte” (Utdrag 6-4). Jeg tolker dette først og fremst som at elevene måtte forfatte egne løsninger, som jeg var inne på i forrige delkapittel, delkapittel 6.1.1. Datamaterialet viser imidlertid et mønster i *karakteren* til disse løsningene : For det ene krevde produksjonsoppdragene at elevene tidlig visualiserte sin egen konstruksjon av produktet for å kunne planlegge sin løsning. Elevene måtte ut fra for eksempel en arbeidstegning klare å se for seg hvordan sluttproduktet skulle se ut, klare å visualisere delene de måtte lage og hvordan disse skulle settes sammen til ønsket produkt. De måtte se for seg hvordan deler og produktets konstruksjon ble i *praksis* og planlegge *veier* mot dette egenkonstruerte målet for å være kompetente i verkstedet. For det andre måtte disse mulige veiene til produkt ha en spesiell lokal tilknytning. Elevene måtte finne ut hvordan de praktisk skulle lage sitt produkt under de lokale betingelsene som var i deres verksted, slik at veiene var *praktisk gjennomførbare* for dem selv. Slike betingelser var knyttet til verktøytilgang, materialtilgang, egen/lærers/medelevers kompetanse, tid til disposisjon osv. Jeg vil nå vise eksempler fra datamaterialet som illustrerer dette.



Først vil jeg behandle den delen av å være kompetent som er knyttet til å visualisere sin egen konstruksjon av produktet før produksjon. I verkstedet opplevde jeg at elevene viste mye initiativ, men de hadde også lett for å begynne det praktiske arbeidet før de hadde klart å tolke oppgaven praktisk og lagd en samsvarende plan. Gjennom prosjekter og oppgaver så jeg tegn til at læreren ønsket at elevene skulle få erfaringer med at en profesjonell håndverker er nødt til å tenke gjennom konstruksjonen før han produserer. Datamaterialet indikerer at det å være kompetent i verkstedet handlet om å tenke gjennom mulige praktiske løsninger og lage en plan for konstruksjonen før produksjonen ble satt i gang. Nærmere forklart måtte elevene kunne tolke arbeidstegningen og kunne se for seg hvordan produktet skulle se ut i rommet, for så å planlegge hvilke deler de skulle lage og hvordan de skulle settes sammen. Slik kompetanse i å visualisere og å planlegge kunne være både material- og tidsbesparende. Jeg vil vise hvordan denne dimensjonen av å være kompetent kom til uttrykk gjennom eksempler fra arbeidet med *fuglekasseproduksjon*.

Elevene ble tildelt 1,7 løpemeter materiale av dimensjonen 148x18 (målt i mm) for å produsere fuglekassa. De fikk beskjed om at dette var den mengden materiale de hadde til rådighet. De ville ikke få nytt materiale om de for eksempel kappet feil – et grep som viste seg å være vesentlig for at elevene skulle få erfaring med hvor viktig det er å tenke før de handlet. Under gis innsikt i hvordan Halvor, Vemund og Magnus begynte arbeidet med hvert sitt produkt.

Halvor strevde med å visualisere konstruksjonen av fuglekassa på forhånd ut fra arbeidstegningen. Jeg skal illustrere hvordan han brukte en ”prøv og tilpass”-løsning som tilnærming til produksjonen, istedenfor å visualisere konstruksjonen og lage en plan for produksjonen ut fra denne på forhånd.

Halvor fortalte først at han ville begynne med å kappe for- og bakvegg. Av tabellen nederst på oppgavearket vist i Figur 6-1 kan det leses at høyden til kassa skulle være 26 cm. Høyden var markert ved frontveggen uten tak. Jeg antar at Halvor så det som klart at høyden foran skulle være 26 cm, og at siden det på toppen av tegningen stod at bakveggen skulle være ”H + 3 cm” også var klart for han at bakveggen skulle være 29 cm høy. Jeg observerte Halvor i oppstarten, og han hadde problemer med å tolke hvordan sidene på kassa skulle være. Antagelig var dette årsaken til at han valgte en ”gjett og tilpass”-strategi for sideflatene ved å kappe sitt tildelte materiale slik han beskrev i sin rapport i etterkant:

Jeg startet med å se på tegningen og kappet alle de fire sidene, framsiden skulle være 26 cm høy og baksiden skulle være 3 cm høyere for å skape fall. Pga. dette måtte sidebordene ha vinkel så jeg kappet disse like lange som baksiden, satte kassen sammen og sagde sidene etterpå.

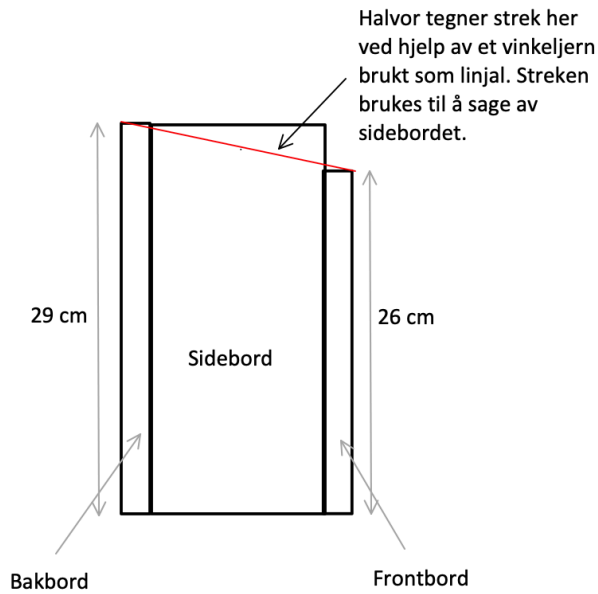
**Utdrag 6-6 Rapport Halvor, 20121204 fuglekasseproduksjon**

Halvor kappet altså fire rektangulære deler til veggene på sin fuglekasse. Han kuttet emnet til framsiden på 26 cm, og kan kuttet tre andre emner på 29 cm til bakstykke og sidestykker. Dette gjorde at han foreløpig omgikk problemet med å bestemme vinkelen på sideflatene (takvinkelen). Etter at Halvor hadde kuttet de fire rektangulære delene, satte han sammen fuglekassa med skruer, og fikk et foreløpig resultat vist i Figur 6-3. Først da Halvor hadde satt kassa sammen, kappet han ”takvinkelen på sideflatene med håndsag (fra øvre del av bakkant til øvre del av forkant av kassa på begge sider).



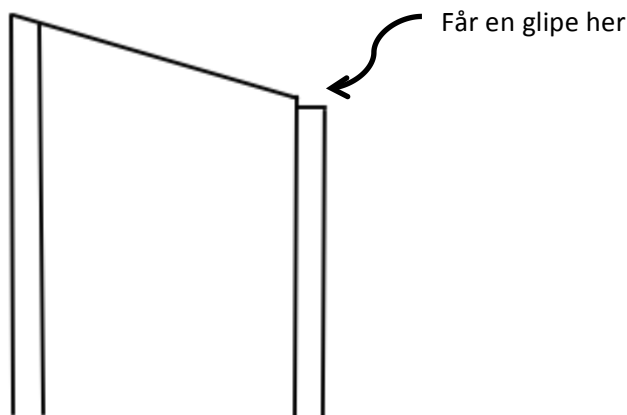
**Figur 6-3 Bilde av Halvors fuglekasse, 20121203 fuglekasseproduksjon**

Han la et vinkeljern (rett gjenstand) fra framkanten til bakkanten av sideflatene, tegnet en linje slik skissen i Figur 6-4, viser og så sagde han sidene med håndsag etter linjene på hver side.



**Figur 6-4** Skisse som viser hvordan Halvor tegnet linje for å kutte sideflatene. Dette for å få helning fra bakkant til forkant av kassa.

Det at Halvor hadde kuttet slik hadde en konsekvens han ikke forutså - at frontbordet ble for kort (se Figur 6-5). Arbeidstegningen elevene fikk ga inntrykk av at sideflatene rektangulære og dermed også at frontbordet og bakbordet hadde enkle rettvinklede kutt på toppen. Halvor forstod at sidebordene måtte skrå nedover fra bakkant av kassa til forkant, siden bakbordet skulle være 3 cm høyere enn frontbordet, men han tenkte ikke over at bakbordet og frontbordet måtte skrånkes på toppen for å få taket til å ligge "kant mot kant" oppå kassa. Dette bød på problemer for Halvor.



**Figur 6-5** Skisse av Halvors fuglekasse, sett fra siden

Figur 6-5 illustrerer at Halvor kappet bakkbordet og sidebordet (som jeg beskrev at han gjorde med håndsag), men ikke frontbordet. Jeg antar at dette er fordi han innså at hvis han hadde kappet i rett linje fra de ytre hjørnene, ville frontbordet bli lavt i forhold til tegningen og spesifikasjonene de har fått. Frontbordet skulle være 26 cm. Han hadde allerede kappet frontbordet i høyden 26 cm. Jeg antar at Halvor opplevde at han her måtte gjøre et valg som innebar å fire på et krav. Halvor valgte å få riktig vinkel på sidene, og dermed fikk han en liten glippe mellom tak og bakkanten av frontbordet (se Figur 6-5). Det at han fikk glipen ble en konsekvens av avgjørelsen han hadde tatt da han kappet frontbordet på 26 cm rett av.

Løsningen til Halvor bar preg av en ”prøv og tilpass” tilnærming. Jeg tolker situasjonen som at han begynte med å kappe materialene, før han innså at frontbordet måtte være lengre i bakkant enn i forkant. Med begrenset materialtilgang kan avgjørelser som tas når den fysiske produksjonen er satt i gang bli irreversible. Dette er Halvors løsning et eksempel på, og dette var noe han erfarte gjennom fuglekasseproduksjonen. Med mer tålmodighet i planleggingsfasen kunne Halvor kanskje ha forutsett at bordet bak og foran måtte ha et skråkapp på toppen. I så fall kunne han ha kappet frontbordet litt lenger enn det skulle være da han kuttet emnene til sideflatene i kassa, og unngått problemet med den lille glipen på siden. Halvor ble her satt i en situasjon der han erfarte konsekvenser av manglende planlegging og konsekvenser av at han ikke klarte å visualisere konstruksjonen på forhånd. Jeg tolker det som at Halvor ikke å så for seg hele konstruksjonen av målet i planleggingsfasen, og dermed fikk en mangel i sitt sluttprodukt (hull i kassa på sidene).

Så over til Anders sin fuglekassekonstruksjon, som eksemplifiserer hvordan Anders også gikk for raskt frem i planleggingsfasen. Dermed fikk også han mangler i sitt sluttprodukt.

Anders hadde tatt samme avgjørelse som Halvor med å kutte frontemnet til 26 cm, og fikk dermed samme utfordring som Halvor med glipen i forkant. Anders måtte også improvisere underveis, men valgte en annen improvisering enn Halvor. Anders valgte å skråskjære sidene på nytt, og fikk dermed en brattere helning fra bakkant til forkant enn Halvor. Resultatet ble en litt lavere front enn tegningen viste, men taket ble liggende kant i kant med sideflaten av kassa hele veien og Anders unngikk dermed den lille glipen som Halvor fikk. Den tilfredsstilte imidlertid ikke arbeidstegningens

oppgitte mål. I sin rapport skrevet rett i etterkant av produksjonen og innsendt før vurderingssamtalen med læreren, skrev Anders:

Jeg har tatt med meg at til neste gang jeg får en oppgave så skal jeg bruke mer tid på å studere tegningen og lage en bedre plan på hvor mye jeg skal kappe de forskjellige delene slik at neste oppgave ikke blir så vanskelig. For jeg har lært at oppgaven ikke er vanskelig hvis man bare følger tegningen man har fått utdelt.

**Utdrag 6-7 Rapport Anders, 20121204 fuglekasseproduksjon**

Anders beskrev altså at en av erfaringene han fikk med oppdraget er at det er viktig å studere tegningen godt og lage en god plan før delene kuttet. I vurderingssamtalen til Anders, roser BA-læreren Anders for å ha fått med denne refleksjonen:

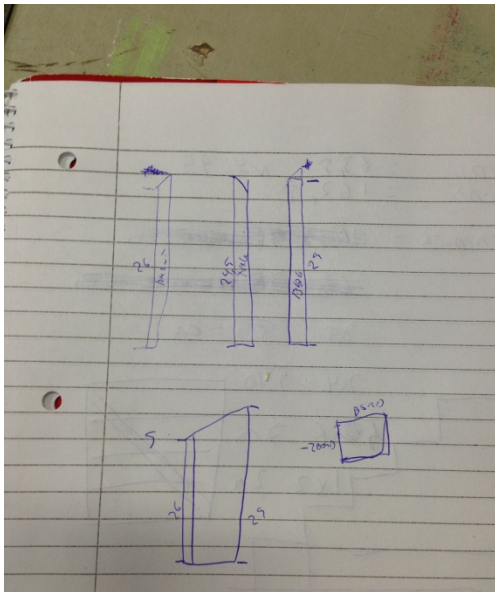
Men det er bra, da har du i hvert fall fått med deg de refleksjonene der. Du fant det ut litt for sent da, men det er jo litt av utfordringen med oppgaven. Altså oppgaven er egentlig en veldig enkel oppgave, ikke sant... (...) Men du skulle ha brukt mer tid på å studere tegningen, så hadde det gått helt fint.

**Utdrag 6-8 Opptak vurderingssamtale Anders og BA-lærer, 20121204 fuglekasseproduksjon, #05**

Utdrag 6-8 viser at læreren i Anders sin vurderingssamtale pekte på at det å tolke tegningen var utfordringen med oppgaven. Læreren kommuniserte til meg at noe av hensikten med oppgaven med den misvisende arbeidstegningen, var at elevene skulle få erfaring med hvor viktig planleggingsfasen var. Eksemplene kan tyde på at både Halvor og Anders fikk denne erfaringen. Jeg tolker det også som at en del av det å være kompetent i verkstedet er knyttet til å kunne visualisere sin egen konstruksjon av det romlige produktet, for å kunne planlegge produksjonen og ende opp med ønsket resultat.

Magnus lyktes med å visualisere konstruksjonen av produktet i planleggingsfasen, og lyktes bedre med å ferdigstille et produkt som var i henhold til arbeidstegningen. Jeg vil kort beskrive Magnus sin løsning.

Magnus tenkte i motsetning til Halvor og Anders på skråskjæring av front- og bakkbord tidlig og tok det med i planleggingen. Han startet arbeidet på en litt annen måte enn de andre. Han forsøkte å visualisere hvordan delene måtte se ut og lagde skissen vist i Figur 6-6 før han startet å kappe delene til fuglekassa.



**Figur 6-6 Magnus' egen arbeidstegning "Delene" fra hans rapport, 20121204 fuglekasseproduksjon**

Skissen viser at Magnus tidlig innså at frontbordet og bakkbordet måtte sages skrått på toppen. Magnus klarte på en annen måte enn Halvor og Anders å visualisere hvordan fuglekassa virkelig ville se ut og hvordan delene i konstruksjonen kunne være.

Siden Magnus allerede i planleggingsfasen klarte å forutse hvordan emnene måtte se ut, unngikk han situasjonen med for kort frontbord som både Halvor og Anders kom i. Dette kan være én av årsakene til at han fikk noe læreren vurderte karaktermessig som et bedre sluttresultat enn de andre elevene. Læreren ga i vurderingssamtalen Magnus ros for å ha kappet vinkelen bak: "[D]u har jo kappet den til en vinkel bak. (...) Ja, det er ikke 100%, men du har i hvert fall gjort et hederlig forsøk på å få den der bak der, og det er jo første så langt i dag. Rørende! Det er veldig bra." (Opptak vurderingssamtale Magnus og BA-lærer, 20121204 *fuglekasseproduksjon*, #02). Selv om ikke Magnus direkte får ros for å ha gjort en god planlegging, anerkjenner læreren skråkappet. Det at han har gjort skråkappet tolker jeg som nettopp er et resultat av at Magnus klarte å se for seg fuglekassa i rommet, og at han kunne skissere opp hvilken form delene måtte ha. Jeg tolker det som at Magnus produserte en kasse uten store feil, og med riktige mål, på grunn av god planlegging. Magnus framstod som en "mer kompetent deltager" akkurat i denne produksjonen. Dette støttes også i at Magnus fikk den beste karaktervurderingen av de tre på denne produksjonsoppgaven.

Gjennom eksempelet med *fuglekasseproduksjon* har jeg vist hvordan læreren satte elevene i en situasjon der de skulle lage et produkt ut fra en upresis og til dels misvisende arbeidstegning. Produktet skulle lages med begrenset materialtilgang, noe som gjorde at avgjørelser tatt når den fysiske produksjonen ble satt i gang var vanskelig å reversere. Dette gjorde at elevene fikk en erfaring med hvor viktig det å ha studert arbeidstegningen godt, gjøre en grundig fortolkning av denne, forutse hvordan produktet vil se ut i praksis, samt å planlegge løsningsprosessen deretter var for sluttresultatet. Verken Halvor eller Anders brukte god nok tid i planleggingen til å visualisere konstruksjonen godt nok til å forstå hvordan bakveggen og frontveggen måtte se ut. De måtte begge gjøre kompromisser med sluttresultatet med hensyn på overgangen til taket. Magnus brukte bedre tid på planleggingen, tegnet skisser av de ulike delene og klarte dermed å forutse hvordan bakveggen og frontveggen måtte kuttes før han startet produksjonen. Med bakgrunn i at læreren bevisst satte elevene i denne situasjonen, og med støtte av observasjoner fra blant annet sceneproduksjon og gjerdekomponentproduksjon vist til tidligere der planleggingen også ble gitt betydelig med tid og oppmerksomhet, konkluderer jeg med at en del av det å være kompetent i verkstedet er knyttet til *å finne en praktisk vei til sin konstruksjon av målet*. I dette ligger det så langt å kunne fortolke arbeidstegningen og å kunne få en forståelse av hvordan produktet og delene vil se ut i rommet og lage en praktisk plan for produksjonen ut fra denne forståelsen.

*Å finne en praktisk og gjennomførbar vei* omfatter videre at elevene må finne en lokalt tilpasset løsning som er mulig å gjennomføre praktisk med de ressursene de har tilgjengelig.

Da Olav og Magnus skulle lage gjerdekomponenter (se Utdrag 6-2 Figur 6-2) etter malen fra messearrangøren, hadde de ikke fresen tilgjengelig for å lage sporet som de skråstilte bordene skulle settes ned i. Dermed måtte de finne en annen løsning til konstruksjon som var mulig å gjennomføre med de verktøyene elevene disponerte i skolens verksted. Fordi Olav og Magnus ikke hadde fres til å lage spor, var de i en situasjon der de måtte tenke kreativt og måtte improvisere i skolens verksted. Løsningen er tidligere drøftet i forbindelse med Utdrag 6-2 og Figur 6-2. Elevenes løsning på produksjonen av gjerdekomponentene var distribuert over elevgruppa som hadde ansvaret for produksjonen, samt miljøet de var en del av. Et annet moment med

gjerdekomponentene som viser tilsvarende lokale løsninger er at elevene faktisk produserte pålene eller staurene (de materialene som står vertikalt i Figur 6-2) selv:

- Olav: Så fant vi ut at det var billigere å lage staur på en annen måte. Var det to-tom-tre vi brukte?
- Magnus: En og en halv-tom-tre.
- Olav: Ja, En og en halv-tom-tre. Da bare kuttet vi kantene på dem, også pusset vi dem ned så det så ut som staur.
- (...)
- Magnus: Ja, du får heller ikke kjøpt uimpregnerte sånne... og impregnerte er grønne.
- Christina: Og det er ikke så pent inne?
- Magnus: Og det er ikke så pent i utstilling generelt.

#### Utdrag 6-9 Intervju Magnus og Olav 20121109 *agroteknikkmesse*, #07

Dialogen viser at Magnus og Olav lagde staurene selv av ”en og en halv-tom-tre” – materialer (altså materialer av dimensjonen 1 ½ tommer x 3 tommer). De gjorde dette både av økonomiske hensyn og av estetiske. Hvis elevene hadde hatt uimpregnerte staur tilgjengelig, hadde disse antagelig blitt brukt. Dialogen viser at materialtilgangen er styrende for aktiviteten og løsningsprosessen. Dette er et mønster som går igjen i datamaterialet. Datamaterialet fra agroteknikkmesse viser at de finner en lokalt tilpasset praktisk løsning for produksjonen av alle komponentene i bestillingen. Scenen lages av Europaller og plater fordi dette er ressurser klassen har tilgang til. Her var kun mål gitt fra arrangøren, og ingen krav til hvilke komponenter scenen skulle bestå av. Skiltene som Halvor var ansvarlig for ble lagd av sponplater som ble limt sammen fordi dette er materiale som var tilgjengelig på byggfagverkstedet. Da jeg spurte Halvor om de hadde fått en mal eller tegning av produktet svarte han at de bare fikk en firkant med mål på, Altså kun en skisse med dimensjonene selve skiltflaten skulle ha. Hvordan skiltet skulle produseres og hva slags konstruksjon som skulle lages for å få skiltet til å stå, var det opp til elevene å bestemme. Her ble skiltene produsert av lett tilgjengelige trematerialer. Hadde et annet produksjonsmiljø hatt ansvaret for skiltene, kan det hende at andre materialer ville blitt brukt.

Det å være kompetent i verkstedet er knyttet til *å finne en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet* (BA #1-2). Løsningsstrategien som utvikles er avhengig av at elevene klarer å tolke arbeidstegningen til romlig produkt og *lage en praktisk plan*, og løsningsstrategien strekkes over det miljøet elevene er en del av og de ressursene som er tilgjengelig her (til eksempel verktøy, materialer og kompetanse).



Den elevfattede praktiske planen for produksjonen er vevd sammen med omgivelsene og blir på denne måten *gjennomførbar* akkurat her. Sluttresultatet er elevenes egen lokale konstruksjon av målet – som tilfredsstillende mal eller arbeidstegning godt nok.

### 6.1.3 BA #1-3 Å vurdere og å reflektere

Underkategorien av BA #1 *Å tenke selv* som jeg nettopp beskrev, viste at en del av det å være kompetent i verkstedet er å lage en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet. Denne kompetansekonstruksjonen handlet om å være forutseende. Idéene her kunne karakteriseres som å tenke fram i tid. En annen type idéer som er framtrede i verkstedet er helt motsatt knyttet til å vurdere arbeidet man har gjort og reflektere over produksjonen. Absolutt alle oppgaver som jeg observerte i verkstedet ble avsluttet med rapportskrivning og med påfølgende vurderingssamtale mellom lærer og enkeltelev eller elevgruppe. Gjennom rapportskrivningen måtte elevene tenke tilbake på produksjonsprosessen og ble satt i en situasjon der denne prosessen ble bearbeidet. Gjennom vurderingssamtalene måtte elevene delta i vurderingen av produktet og i samtaler omkring blant annet hva som var gjort, hvilke valg som var tatt og hva som kunne vært gjort annerledes eller bedre (*å reflektere*). Denne underkategorien, som i likhet med den forrige, beskriver karakteren til idéer som er fremtrede i fellesskapet, kalles derfor BA #1-3 *Å vurdere og å reflektere*.

Det å skrive rapport var en del av praksisen i verkstedet. Tidlig i høstsemesteret fikk elevene utdelt en beskrivelse av hva rapportene i faget ”Produksjon” skulle inneholde:

Rapport // Produksjon // Dokumentasjon av eget arbeid

1. Skriv rapporthode på vanlig måte: Til, Fra, Dato, Oppgave
2. Beskriv det du har laget: Hvordan gikk du frem? Skriv en beskrivelse på arbeide du har gjennomført, legg ved bilder.
3. Hvilke materialtyper har du benyttet?
4. Redegjør for verktøyet du har brukt og vedlikehold av det.
5. Hvilke krav til HMS måtte du ta hensyn til for å få utført arbeidet? Forklar hvilke tiltak du måtte gjøre for å oppfylle disse kravene.

Utdrag 6-10 Generell rapportmal fra BA-verkstedet på Lilje videregående skole

Rapportmalen viser at elevene gjennom rapportene skulle gjengi arbeidsprosessen, materialbruk og verktøybruk i skriftlig form. Videre skulle det legges ved bilder som dokumentasjon. Elevene skulle til slutt beskrive HMS-hensyn og tiltak gjennomført for å oppfylle kravene. I denne malen er det ingen krav til refleksjon rundt læring eller refleksjon over hva som kunne vært gjort annerledes. I så måte får man inntrykk av at rapportene i hovedsak skal være beskrivende. Hovedvekten av rapportene jeg har fått tilgang til var også det, men jeg så at enkelte elever også reflekterte skriftlig over hva de hadde lært. Magnus fortalte ved en anledning at hvis elevene hadde gjort en feil i sin produksjon, men beskrev denne i rapporten og også beskrev hva som kunne ha vært gjort annerledes, så ville denne refleksjonen og læringen bli tatt med i vurderingen og så kunne de få en god karakter likevel. Selv om det altså ikke stod eksplisitt i rapportmalen at elevene skulle reflektere over det de hadde lært, eller komme med idéer om hva som kunne vært gjort annerledes, fikk jeg altså inntrykk av at dette var kommunisert. Uansett krevde det at elevene måtte skrive rapport etter endt produksjon at elevene tenkte gjennom den arbeidsprosessen de hadde vært igjennom. De ble satt i en retrospektiv situasjon der de måtte se tilbake, noe som i seg selv kan styrke læringen av egne erfaringer. En del av det å være kompetent er dermed knyttet til å kunne reflektere over eget arbeid.

Produktet som var lagd dannet, sammen med rapporten, grunnlaget for vurderingssamtalen mellom elev (eller eventuelt elevgruppe) og lærer. Vurderingssamtalene som ble observert varte typisk i 10-15 minutter og delte seg i tre hoveddeler. Først at lærer og elev vurderte sammen selve produktet som var produsert, så at læreren så over rapporten og diskuterte denne med eleven og til sist at læreren oppsummerte vurderingen og ga en karakter på prosjektet. I vurdering av produktet virket læreren opptatt av å styrke elevenes kompetanse i å vurdere eget produkt gjennom vurderingssamtalen (se Utdrag 6-11). Videre virket læreren opptatt av å få elevene til å reflektere rundt hva som kunne vært gjort for å løse eventuelle problemer som hadde oppstått i produksjonen.

Samtalene begynte gjerne med en ren vurdering av produktet i seg selv. Læreren forsøkte imidlertid i alle de vurderingene jeg har observert å trekke elevene med i denne kvalitetsvurderingen, som her i Magnus sin vurderingssamtale etter *fuglekasseproduksjon*:

BA-lærer: Ja, Magnus. Hva tror du? Fornøyd?

- Magnus: Ja, det hadde blitt bedre hvis... når du vet hvordan det skal se ut.
- BA-lærer: Det vet du når du ser her også gjør du ikke det? [Viser til arbeidstegningen gitt i oppgaveteksten.]
- Magnus: Joda, sånn delvis. Det er litt misvisende noe der.
- BA-lærer: Sier du det!
- Magnus: He he...
- BA-lærer: Den står i vater [viser til skrivebordsplata si]. Så har jeg lagd en firkant her sånn [har tapet opp et kvadrat på skrivebordet med maskeringstape som fuglekassas grunnflate skal passe i]. Da er vi sikker på at den er i vater [viser til tapet kvadrat på bordflaten].
- Magnus: OK, da er jeg med.
- BA-lærer: Men hvordan kan vi finne ut om den er i lodd?
- Magnus: Det er bare å bruke vinkelen [viser til verktøyet som heter "vinkel" som består av et jern med 90°- vinkel (L-form)].
- BA-lærer: Og hva blir vater og lodd til sammen da?
- Magnus: [Svarer ikke. Stillhet.]
- BA-lærer: Legger den rett på der [legger vinkelen nedtil skrivebordet og opp etter veggen på fuglekassa for å kontrollere om veggene til fuglekassa er i lodd].

**Utdrag 6-11 Opptak vurderingssamtale Magnus og BA-lærer, 20121204 fuglekasseproduksjon, #01**

I utdraget fra vurderingssamtalen foregikk en vurdering av selve produktet, men istedenfor at læreren vurderte produktet på egenhånd og ga elevene en tilbakemelding i etterkant, fikk elevene ta del i vurderingen. Lærer demonstrerte her for eleven måter å kontrollere elevens produkt på. Dette ga eleven erfaringer med hva læreren vektla i sin vurdering av produkter forbundet med karaktersetning. Kanskje vel så viktig, ga elevdeltagelsen elevene erfaring med hvordan de selv kunne vurdere sitt eget produkt. Ordsammensetningen "vinkel, vater og lodd" går igjen i observasjoner fra verkstedet, og jeg har oppfattet det som en del av praksisen at elever og lærere kontrollerte at det de hadde produsert var i "vinkel, vater og lodd". Gjennom vurderingssituasjonen forsterket læreren at det å kontrollere om produktet er i "vinkel, vater og lodd" var en viktig del av praksisen. I fortsettelsen av Utdrag 6-11 kommenterte læreren at kassa ikke var helt i lodd. Eleven pekte på hvor problemet (skjevheten) kom fra og hvordan det kunne vært løst. Han fortalte at han ikke hadde kontrollert om veggene på kassa var i lodd underveis. Eleven fikk imidlertid gjennom vurderingssituasjonen erfaring med en vurderingspraksis i verkstedet, noe som åpnet for at han kunne gjennomføre liknende kontroll på egen hånd og underveis neste gang han produserte noe. En egenutført kontroll muliggjør eventuell justering av skjevheter før ferdigstilling for å oppnå et bedre sluttresultat (både med hensyn på produktet i seg selv og karakteren

eleven gis). Denne delen av vurderingssamtalen kan altså sees som et ledd i å styrke elevens kompetanse i å kontrollere og vurdere eget produkt. At det å vurdere eget produkt ble en del av praksisen eksemplifiseres i prosjektet *trappevanger* helt i slutten av skoleåret. Elevene holdt på med å mure trappevanger med lettklinkerstein. Jeg noterte følgende i min observasjonslogg:

Elevene er opptatt av vater og lodd. De bruker vateret mye og sjekker og måler [vangene]. Noen er nok enda mer nøyaktige enn andre, men dette [altså vater og lodd] er alle opptatt av. (...). [BA-læreren] blandet seg svært lite i arbeidet. Elevene ordnet seg selv og kontrollerte også i stor grad seg selv. Bare enkelte grupper tok kontakt for spørsmål eller for å få bekreftelse på at det var bra nok.

#### **Loggbok 6-1 Observasjon i verkstedet 20130506 *trappevanger*, #01**

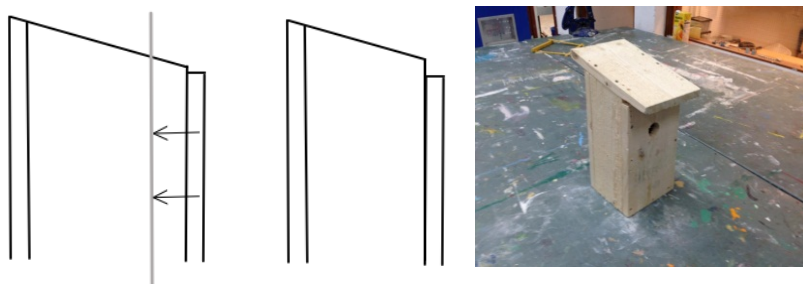
Observasjonsnotatet viser at elevene på slutten av semesteret så bruk av vater og lodd som viktige måter å sikre et godt produkt på. Den gjentatte bruken av vater og lodd gjennom prosessen med sammensetningen av vangene var innlemmet i elevenes praksis, og kan sees som en del av praksisens repertoar (Wenger, 1998).

Halvors vurderingssamtale fra prosjektet *fuglekasseproduksjon* viser at læreren retter fokus mot en produksjonsfeil, og at han forsøker å få Halvor til å reflektere over hvordan problemet best kunne vært løst når det først hadde oppstått. Som vist i gjennomgangen av forrige underkategori og som illustrert i Figur 6-5, hadde Halvor forhåndskuttet delene til fuglekassa, noe som gjorde at han fikk en glippe mellom sidekanten og taket i fremre del av kassa. Glipen ble enda større i sluttproduktet, enn det som var vist på sistnevnte figur. Dette fordi Halvor, idet han hadde ferdigstilt kassa, innså at sideflatene var for brede, og dermed at kassa ble for dyp. Halvor forklarte dette i sin rapport:

Nå var fuglekassa ferdig, men jeg oppdaget at noe var feil, da jeg ikke hadde kløyvet sidebordene var kassen blitt 14,6 cm bred [refererer til bredden av front/bakside] og ca. 18 cm lang! [Refererer til dybde eller total bredde for sideflaten av fuglekassa. Skulle ha vært 14,5 cm ifølge kravspesifikasjonen.] Derfor måtte jeg ta fra hverandre hele kassen, kløyve sidebordene og sette dem sammen igjen, nå stemte alle målene og kassen var ferdig.

#### **Utdrag 6-12 Rapport Halvor, 20121204 *fuglekasseproduksjon***

Kløyvingen som Halvor gjorde er illustrert i Figur 6-7, sammen med et bilde av sluttresultatet til Halvor etter kløyving av sidebord og ny sammensetning.



**Figur 6-7 To skisser for å illustrere Halvors kløyving av sidevegger. Skissene viser fuglekassa sett fra siden uten tak. Det første skissen viser Halvors første produkt – der siden i fuglekassa var totalt 18 cm bred. Grå vertikal, linje viser hvor han kuttet sidebordet for å få kassa smalere. Den andre tegningen viser resultatet – totalt 14,6 cm bred. Frontbordet er det samme. Når sideflaten ble kuttet ble frontbordet enda mer for kort, og han fikk en enda større glippe mot takbordet som ble lagt over.**

Skissene og bildet i Figur 6-7 viser at Halvors problem med glipen mot taket, ble enda større etter kløyving av sidebordene. Problemet ble ikke kommentert av Halvor. I Utdrag 6-12 konkluderte Halvor bare med at "[N]å stemte alle målene og kassen var ferdig." BA-læreren gjorde i vurderingssamtalen et nummer av at Halvor ikke viet feilen noen oppmerksomhet: "Men når du satte på lokket igjen og alt sammen. Var det ingen... Så du ikke at noe ble galt?" (Opptak fra vurderingssamtale Halvor og BA-lærer, 20121204 *fuglekasseproduksjon*, #03) Utsagnet peker i retning av at læreren synes feilen er noe eleven burde ha oppdaget og kommentert. Halvor viser dermed noe som i denne praktisen kanskje ansees som en mangelfull evne til å vurdere eget produkt og også mangelfull evne til å reflektere over sine feil.

Idet problemet var identifisert forsøkte BA-læreren å få Halvor til å reflektere hvordan han kunne ha fått et bedre resultat:

- |           |   |
|-----------|---|
| BA-lærer: | Er det noen måte å løse det på da?  |
| Halvor:   | Ja, jeg kunne jo eventuelt lagd en høyere framside da, men da hadde jeg ikke mer kapp [mener materialer] å bruke. |
| BA-lærer: | Du hadde vel hatt et alternativ til?  |
| Halvor:   | Å justert vinkelen tenker du eller? [10 sekunders stillhet]   |

BA-lærer: Hva hadde skjedd da?  
Halvor: Da hadde taket ligget jevnt med framsiden.  
BA-lærer: Hadde det det?  
Halvor: Ja. (...)  
BA-lærer: (...) Så du egentlig ikke noe løsning på det her da du holdt på?  
Halvor: På vinkelen tenker du på? Jeg så det etterpå.

**Utdrag 6-13 Opptak vurderingssamtale BA-lærer og Halvor 20121204 fuglekasseproduksjon, #02**

Halvor ble her utfordret i å forfatte en egen løsning på problemet med glipen. Halvor gir først forslag til en løsning som var praktisk umulig med begrenset tilgang på materialer, og læreren utfordret eleven igjen ved å si ”Du hadde vel hatt et alternativ til?” Spørsmålsformuleringen ser ut til å gjøre at Halvor forsøker å gjette hvilket løsningsalternativ som læreren tenker på. Halvor foreslår å justere vinkelen, og læreren følger opp med ”Hva hadde skjedd da?” Halvor svarer at da ville taket ligget jevnt med framsiden, men kommenterer ikke for eksempel at framsiden ville blitt for kort i forhold til målene på tegningen. BA-lærer sin spørsmålstilling gir tegn på at han ønsket at Halvor skulle tenke over hva han kunne gjort for å få et bedre resultat. Her fokuserte BA-lærer på hva som kunne vært gjort når problemet hadde oppstått.

Halvors vurderingssamtale kan sees i sammenheng med Utdrag 6-7 og Utdrag 6-8 fra Anders sin rapport og vurderingssamtale. Disse viste hvordan læreren ga positiv oppmerksomhet til Anders sin refleksjon over å ha lært at han skulle ha studert arbeidstegningen mer nøyaktig. Anders fikk problemer med produksjonen som en konsekvens av at han ikke hadde studert tegningen godt nok, og det samme gjorde Halvor. I Anders sitt tilfelle reflekterte han rundt hva som kunne vært gjort annerledes i planleggingsfasen, for å unngå å havne i den problematiske situasjonen. Han ble anerkjent for denne refleksjonen. Halvor derimot, reflekterte ikke over feilene i rapporten. I vurderingssamtalen ledet læreren Halvor til å reflektere over hva som kunne vært gjort for å løse problemet best mulig når det først hadde oppstått.

Beskrivelsen av denne underkategorien har vist at en del av det å være kompetent i verkstedet handler om å være i stand til å vurdere sitt eget produkt. Læreren demonstrerte i alle vurderingssamtalene en slik vurdering, og han forsøkte å trekke elevene med i denne. Det er sannsynlig at han gjør dette for at elevene skal bli bedre i stand til å vurdere sine produkt selvstendig. Videre er en del av det å være kompetent i verkstedet knyttet til å se mangler ved egen arbeidsprosess eller produkt og å reflektere

over hva som kunne vært gjort annerledes for å neste gang få et bedre resultat. Å vurdere og å reflektere er altså en del av praksisen i verkstedet.

## **6.2 BA #2 Å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt**

Den andre hovedkategorien som besvarer hva det betyr å være kompetent i verkstedet er BA #2 *Å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt*. Denne hovedkategorien er delt inn i to underkategorier, BA #2-1 *Å utføre praktiske prosjektoppgaver* og BA #2-2 *Å bidra til effektiv produksjon*. Den første underkategorien har med oppgavens eller oppdragens karakter å gjøre, mens den andre underkategorien illustrerer hvordan elevene arbeider for å utføre oppgavene eller oppdragene.

### **6.2.1 BA #2-1 Å utføre praktiske prosjektoppgaver**

Den deskriptive analysen viste at en del av det å være kompetent i verkstedet var å utføre praktiske og mer prosjektbaserte oppgaver. Jeg har i min drøfting av BA #1 *Å tenke selv* vist eksempler fra *agroteknikkmesse* og *fuglekasseproduksjon*. Innenfor kategorien jeg nå drøfter trekker jeg i tillegg inn eksempler fra oppdraget *trappevanger*. Disse tre arbeidsoppdragene hadde til felles at de var *hele prosjekter* og at de i høy grad var preget av *praktisk arbeid*.

#### *Hele prosjekter*

De observerte oppdragene *agroteknikkmesse*, *fuglekasseproduksjon* og *trappevanger* kan sees som praktiske produksjonsprosjekter med flere faser. I arbeidet med eksempelvis *agroteknikkmesse*, og mer spesifikt scenen, var planlegging forbundet med idéfasen der klassen i fellesskap kom med idéer om hvordan en scene med spesifikke mål kunne lages, og der de ble enige om en fortolkning og løsning av oppgaven. Dette resulterte videre i en plan for materialbruk og hvordan scenen skulle produseres. Gjennomføringsfasen, eller det praktiske arbeidet, bestod av innhenting av materialer, tilpasning av materialer og sammensetning. Vurderingsfasen bestod underveis av for eksempel kontroll av lengdemål samt den faste kontrollen av ”vinkel, vater og lodd”. Elevene brukte gjennomgående tommestokk, vinkel og vater til å kontrollere produktet. Dette ble gjort for å sikre at produktet var i samsvar med

bestillingens mål og at produktet var i henhold til profesjonelle standarder, dvs. at det var stabilt og uten for eksempel skjevheter. Til slutt ble det skrevet rapport med utgangspunkt i rapportmalen vist i Utdrag 6-10, og det ble gjennomført vurderingssamtale med utgangspunkt i vurderingsskjema.

Elevenes involvering i tilsvarende faser ble observert i oppdragene *agroteknikkmesse*, *fuglekasseproduksjon* og *trappevanger*. Oppdragene kan derfor karakteriseres som hele produksjonsprosjekter med deloppgaver som planlegging, gjennomføring, rapportering og vurdering. Videre kan oppdragene karakteriseres som noe tidkrevende, det vil si at observerte oppdrag gikk over minst to arbeidsdager.

Vektleggingen av hele praktiske produksjonsprosjekter med planlegging, gjennomføring, rapportering og vurdering observert i verkstedet, er forankret i beskrivelsen av produksjonsfaget i læreplanen:

Det skal benyttes varierte arbeidsoppgaver tilpasset vg1-nivå innenfor oppføring, ombygging og vedlikehold av bygninger og anlegg med tilhørende tekniske installasjoner og med praktisk anvendelse av materialer og verktøy som det sentrale. *Utførelse av arbeidsoppgaver innenfor programfaget innebærer planlegging, gjennomføring, dokumentasjon og vurdering av eget arbeid.* (Utdanningsdirektoratet, 2006a, s. 2, min kursivering)

Utvikling av en forståelse for at produksjonsoppgaver innebærer mer enn kun gjennomføringsfasen, samt det å gi elevene erfaringer med å bidra i samtlige av de fire nevnte fasene i produksjonsprosjekter, framstod som en viktig del av virksomheten i verkstedet. Jeg konkluderer med at en del av det å være kompetent i verkstedet er å forstå helheten i et praktisk produksjonsprosjekt, og å kunne delta i alle faser av prosjektet.

### *Praktisk arbeid*

Arbeidet med prosjektene var stort sett av praktisk art. Selve produksjonsfasen tok mye av tiden, selv om elevene ble holdt ansvarlige for å bidra med idéer, å rapportere og å vurdere slik jeg argumenterte for i hovedkategori BA #1 *Å tenke selv*. Alle oppdragene resulterte i et eller flere fysiske produkt tilvirket i verkstedet, og en karakteristikk ved oppdragene var derfor at de var praktiske.



I prosjektene *agroteknikk* og *fuglekasseproduksjon* var den praktiske produksjonsfasen stort sett styrt av elevene og den planen de hadde lagd. I disse to prosjektene hadde elevene allerede den grunnleggende praktiske kompetansen i å bruke verktøy og teknikker som gjorde relativt selvstendig produksjon mulig. Det er likevel viktig å få frem at jeg også observerte at elevene ble instruert i bruk av teknikker og verktøy gjennom prosjektet. I prosjektet *trappevanger* ble elevene for eksempel instruert i bruk av murerverktøy og murer teknikker (deriblant blanding av mørtel/ement som har med blandingsforhold å gjøre) med hensikt å lære å utføre selve det praktiske arbeidet.

Det første eksempelet jeg trekker fram her handler om blanding av mørtel/ement, og hvordan et tilsynelatende matematisk problem om blandingsforhold løses praktisk. I loggboken fra min observasjon av prosjektet *trappevanger* har jeg notert følgende:

En elev står og blander mørtel. Jeg spør hvordan han gjør det. Han sier han bare ser hvordan de andre gjør det. Læreren kommer til. [Læreren forklarer at de] lærer å blande mørtel uten å bruke blandingsforhold. Det er slik det gjøres "ute". De skal lære å kjenne etter riktig konsistens. [Læreren] viser ved å kaste en liten håndfull ement på veggen av bøtta. Den skal så vidt henge litt.

#### **Loggbok 6-2 Observasjon i verkstedet 20130506 *trappevanger*, #01**

Som matematiker hadde det vært naturlig å bruke blandingsforhold til oppdraget, men læreren presiserte at det ikke ble blandet etter blandingsforhold, selv om blandingsforholdet sto spesifisert på sekken. De brukte heller en praktisk tilnærming. Det er et kjent resultat i matematikdidaktisk forskning at matematikken i yrkeskontekster skjules i aktiviteter, kultur, sosiale praksiser og artefakter (Boistrup & Gustafsson, 2014; Pozzi et al., 1998; Wedege, 2010; J. Williams & Wake, 2007a). Assosiasjoner trekkes kanskje spesielt til Boistrup og Gustafsson (2014) sin analyse av sykepleierne i bandasjeringspraksis og lastere av lastebilers lastepraksis, som jeg omtalte i kapittel 2, der kulturelt utviklede målemetoder benyttes framfor de formelle.

Det kan være flere årsaker til den praktiske tilnærming verkstedfellesskapet brukte til å blande mørtel. Elevene hadde ikke noe måleverktøy til å måle vannmengde og mørtel/ementmengde med, men brukte tilgjengelig mureskje til å spa mørtel/ement opp i bøtta. Dette stammer antagelig fra murermesterens praksis som har utviklet seg fra tiden uten gitte blandingsforhold og uten måleutstyr. Videre er det på en

anleggsplass naturlig at arbeiderne har et minimum av redskaper som må bringes med og rengjøres. Når praksisen har andre måter å løse blandingsproblematikken på kan dette være en medvirkende årsak til at blandingsforholdet ikke brukes. Det kan nevnes at temperaturforhold samt tid til mørtelen skal brukes, avgjør hvor fast mørtelblandingen skal være ved blandingstidspunktet. Hvis mørtelen skal brukes med en gang kan den være fastere enn om det er 15 minutter til den skal brukes. En murer kan derfor ikke bruke presist det samme blandingsforhold hver gang. Istedenfor at blandingsforhold ble brukt, lærte elevene å kjenne etter riktig konsistens. De ble instruert i å bruke en praktisk teknikk med ”kaste en håndfull sement på veggen av bøtta” for så å observere og tilpasse vann og mørtelmengde slik at håndfullen med sement/murmørtel så vidt hang litt på veggen av bøtta. Dette blir altså en praktisk og kulturelt utviklet tilnærming til å blande vann og sement/murmørtel i passende mengder.

Som en annen dimensjon av det praktiske arbeidet observerte jeg at elevene lærte bruk av flere verktøy og teknikker i produksjonsfaget. Denne innlæringen ble imidlertid verken observert i prosjektet *agroteknikkmesse* eller i *fuglekasseproduksjon*. I *agroteknikkmesse* ble det brukt tømmer teknikker og tømmerverktøy det var gitt innføringer i tidlig i semesteret. I fuglekasseproduksjonen ble det tilsvarende brukt kjente tømmer teknikker og tømmerverktøy. Dessuten var sistnevnte en sluttvurderingssituasjon, hvor arbeidsteknikker og bruk av verktøy skulle være kjent og skulle vurderes. Imidlertid framsto produksjon av *trappevanger* mer som en opplæring i bruk av verktøy og teknikker. Selv om også dette prosjektet gikk gjennom samme hele prosjektfase med planlegging, inkludert å tolke arbeidstegning, produksjon og vurdering, var undervisningen fra lærer til elev mer framtrædende. Læreren framstod i høyere grad som autoriteten, og deler av arbeidet var preget av at kunnskapen tilhørte læreren og skulle approprieres av elevene.

Elevene hadde murt opp trappevangene med lecablokker og skulle pusse utsidene av vangene med mørtel/ement.

Elevene blander mørtel. Læreren demonstrerer hvordan man kaster på mørtel med murer skjea og drar over med metallbrett. Demonstrerer også hvordan man drar over (lirke litt fram og tilbake) med et bord som legges mot rettebordene [satt loddrett på hver ende av trappevanger]. Videre demonstreres bruk av skurebrettet (plast).

Elevene hadde ikke pusset mur før og ble vist hvordan de skulle montere opp en lekte på hver side av trappevangen, slik at den stod litt ut fra siden av vangen. Plasseringen av lektene bestemte tykkelsen på murpussen på siden av lektene og skulle fungere som støtte når de senere skulle dra mørtelen utover til en slett vegg. Lektene fungerte da som en artefakt som styrte hvordan arbeidet ble løst. Læreren kastet godt med mørtel på sidene av vangene og mellom lektene, og dro over sideflatene med metallbrett for å fordele mørtelen relativt jevnt utover. Deretter brukte han et bord som han la mot lektene på hver side for å sikre at pussingen på sidevangen ble plan. Han lirket bordet nedover for å få bort ujevnheter i sidene. Prosessen ble gjentatt hvis det var for lite mørtel enkelte steder. Her skjedde det både innføring i murerfag og en innføring i bruk av murerverktøy. Elevene lærte hvordan de skulle utføre pussingen trinn for trinn med bruk av tilgjengelige ressurser. Deretter skulle de prøve selv, og øve på å bruke teknikkene og verktøyene for å tilegne seg denne kompetansen. Denne prosessen preges mer av disiplinær agens (Pickering, 1995). Akkurat som i matematikken trenger elevene noen teknikker og verktøy for å kunne utføre det arbeidet de skal gjøre effektivt.

Store deler av arbeidet med de tre produksjonsprosjektene jeg observerte bestod av praktisk arbeid. I behandlingen av hovedkategorien BA #1 ga jeg eksempler fra *agroteknikkmesse* og *fuglekasseproduksjon* som viste dette, selv om dette ikke var fokus for drøftingen i denne hovedkategorien. I *agroteknikkmesse* og *fuglekasseproduksjon* hadde elevene nødvendig kompetanse både i form av teknikker og bruk av verktøy. Det var andre utfordringer med hvordan konstruksjonene skulle være og hvordan sammensetningene skulle gjøres som var utfordrende. Altså lå utfordringene her mer på idénivået. I prosjektet *trappevanger* framstod også det å lære seg teknikker og verktøybruk som et viktig mål i prosjektarbeidet. Jeg vet at dette også var fokus i undervisningssituasjoner jeg ikke observerte. Prosjektet *trappevanger* ga eksempler på at å gi elevene opplæring i å bruke relevante verktøy og teknikker er en del av praksisen på verkstedet. Dette er et viktig grunnlag for å kunne utføre det praktiske arbeidet.

Jeg har her vist at arbeidsoppgavene er praktiske, at et matematisk problem løses praktisk og at en viktig del av opplæringen på verkstedet er knyttet til å lære praktiske produksjonsteknikker. Resultatet stammer fra den deskriptive analysen. Det å være kompetent i verkstedet er knyttet til *å utføre praktisk arbeid*.

## 6.2.2 BA #2-2 Å bidra til effektiv produksjon

Jeg vil nå gjøre rede for at en dimensjon av å være kompetent i verkstedet er *å bidra til effektiv produksjon*. Datamaterialet fra denne underkategorien er materiale som viser hvordan elevene bidro til effektiv produksjon gjennom at de måtte samarbeide for å gjennomføre produksjonsprosjektene så effektivt som mulig, løse problemer så enkelt og effektivt som mulig og utnytte materielle ressurser best mulig. Disse kompetansene framsto som viktige i fellesskapet, og gjennomsyret de produksjonsprosjektene som ble observert.

At elevene måtte samarbeide for å gjennomføre produksjonsprosjektene så effektivt som mulig, kom til uttrykk gjennom alle produksjonsprosjektene observert, bortsett fra *fuglekasseproduksjon*. I *fuglekasseproduksjon* skulle elevene arbeide selvstendig og individuelt da en av intensjonene med dette oppdraget var at elevene skulle få en vurdering rett før terminkarakteren skulle settes. I verkstedprosjektene ellers framsto samarbeid og det å utnytte hverandres ressurser for å sikre effektiv produksjon som en vesentlig del av praksisen. Jeg vil vise eksempler på hvordan slikt samarbeid kom til uttrykk i datamaterialet.

I forbindelse med *agroteknikkmesse* var alle elevene først engasjert i å bidra med idéer til hvordan scenen skulle produseres, slik Oppsummering 6-1 beskrev. Imidlertid skulle også skilter og gjerdekomponenter produseres. Da arbeidet på scenen begynte å bli ferdig, tok Halvor initiativ til å starte produksjonsprosessen med skiltene:

- Halvor: Først så sa ”BA-lærer” at jeg skulle begynne med en scene... sidene på en scene. Så begynte vi å bli ferdige med det, og da hadde vi ikke begynt på skiltene enda. Så sa jeg til ”BA-lærer” at vi kunne kanskje begynne med en gruppe som kunne lage skiltene.
- Christina: Så det var ditt initiativ?
- Halvor: Jeg hadde begynt med det uansett da, men sa i hvert fall da at det var lurt å starte med det. For det kunne jo ta litt tid. Da ga han meg ansvaret for det, også tok jeg med meg Asgeir og André også begynte vi med skiltene.

Utdrag 6-1 Intervju med Halvor 20121109 *agroteknikkmesse*, #01

Utdraget over viser at Halvor tok et ansvar i fellesskapet for å starte opp en ny fase av produksjonen. Halvor så kanskje at han begynte å bli overflødig i sceneproduksjonen, at det ikke trengtes så mange elever på denne produksjonslinjen lenger. Han visste at både scene, skilt og gjerdekomponenter skulle leveres nært fram i tid, og foreslo å overføre ressurser til oppstart av skiltproduksjonen. Halvor løftet her blikket og tok et mer overordnet ansvar enn kun å utføre den produksjonen han var satt til. Jeg ser dette som et tegn på at han så det som nødvendig å utnytte arbeidskapasiteten der det er mest hensiktsmessig for å bli ferdig med alle komponentene som skulle leveres, i tide. Det å ha overblikk og ta ansvar der det trengs ser jeg som en del av en samarbeidsdimensjon som er nødvendig for effektiv produksjon der flere jobber sammen på større og mer komplekse prosjekter.

Et annet eksempel, som er knyttet til det å samarbeide så effektivt som mulig, er også hentet fra *agroteknikkmesse*. Eksempelet er hentet fra Olav og Magnus sitt arbeid med gjerdekomponentene. Olav og Magnus var satt til å starte dette arbeidet med gjerdekomponentene av BA-lærer. Som jeg viste i Utdrag 6-1 og Utdrag 6-2 hadde Olav og Magnus lagd en løsning for hvordan disse kunne produseres i verkstedet, og de hadde lagd den første komponenten. Dermed visste de hvordan de neste komponentene skulle produseres. Idet arbeidet på scenen, som foregikk parallelt på verkstedet, begynte å bli ferdig, kom flere elever til for å bistå Olav og Magnus. De elevene som kom til, ble imidlertid ikke satt til å produsere hver sine gjerdekomponenter. Isteden fikk de i oppdrag av Olav og Magnus å bistå med henting av materialer, kutting osv.

- Olav: Vi som var der [på gjerdeproduksjonen] først [viser til seg selv og Magnus] hadde jo en stor rolle da, når de andre skulle begynne å jobbe med det.
- Christina: Å ja?
- Magnus: For vi måtte bestemme hva de skulle gjøre, hva de skulle hente, hvordan de skulle gjøre det. Ehm... Ja, egentlig det. En sånn sjefsrolle da. (...) Og i hovedsak stod vi og satte dem [gjerdekomponentene] sammen. Også satte vi de andre til å hente ting, lage hver enkelt ting, kappe til sånne mål som gikk igjen.
- Christina: Så dere lot de gjøre rutine...
- Magnus: Grunnarbeidet.
- Christina: Grunnarbeidet, ja. Så dere tok dere av sammensetningen egentlig.

Olav: Ja, for det hadde ikke de vært med på, ikke sant. Det var... Da måtte de begynne å finne gradene...

#### Utdrag 6-15 Intervju med Olav og Magnus 20121109 *agroteknikkmesse*, #13

Her kunne man tenkt seg at en del av det å være kompetent var å kunne lage gjerdekomponenter. Da måtte flest mulig elever deltatt i hele denne prosessen. Isteden så det ut til at det som styrte aktiviteten var å produsere gjerdekomponentene mest mulig effektivt. En del av det å være kompetent var å kunne samarbeide, og selve ansvaret for å produsere et ferdig produkt var distribuert over elevene som hadde ansvaret for produksjonen (Hutchins, 1990). Idet enkelte elever var ferdige med scenen, kunne de bistå Olav og Magnus i produksjonen av gjerdekomponentene. Utdrag 6-15 viser at Olav og Magnus så det som mest hensiktsmessig å gi disse elevene enkle hente-, måle til- og kutteoppdrag for at produksjonen skulle gå så effektivt som mulig, mens de selv satte sammen. Det var ikke slik at hver elev trengte innsikt i hele produksjonsprosessen for gjerdekomponentene. Arbeidet ble distribuert over deltagerne på en slik måte at idet de kom sammen i et større fellesskap, utnyttet man de ressursene de ulike deltagerne hadde der å da til å produsere så effektivt som mulig. Magnus og Olav hadde kompetanse på sammensetning og helhetlig produksjon av gjerdekomponentene, mens de andre elevene som kom til, alle kunne hente, måle til og kutte. Slik frigjorde Magnus og Olav de ressursene de ellers måtte brukt til grunnarbeid til å gjøre det de var ”spesialister på”, mens grunnarbeidet ble delegert til andre som kunne og hadde tid til å gjøre dette. De som kom til trengte dermed ikke sette seg inn i alle detaljer ved gjerdekomponentproduksjonen. Slik gikk produksjonen av de siste gjerdekomponentene effektivt.

I tillegg til at de menneskelige ressursene skulle anvendes så effektivt som mulig, var det videre et gjennomgående tema at materialressurser skulle benyttes sparsomt. BA-læreren forsøkte å bevisstgjøre elevene på materialbruk gjennom at de vanligvis ikke fikk nye materialer om de gjorde et feilkutt eller liknende. At elevene ikke fikk nye materialer, viste jeg i eksempelet med *fuglekasseproduksjon* (drøftet i BA #1-2). Der konkluderte jeg med at en del av det å være kompetent i verkstedet var å lage en plan før igangsetting av praktisk konstruksjon. I nevnte drøfting førte misbruk av materialer som følge av manglende planlegging til at elever fikk avvik sammenliknet med arbeidstegningen, i sitt sluttprodukt. Det neste utdraget gir indikasjoner på at elevene så begrensningen i materialressurser som noe som formet praksisen på verkstedet. I en

samtale med fire av elevene, som meldte seg frivillig, på slutten av skoleåret, spurte jeg om de kunne beskrive forskjellen på matematikk og programfagene. Litt ut i elevenes beskrivelse oppstår følgende dialog:

- Magnus: Også i matten så blir det ikke noe konsekvenser for det du gjør.  
Halvor: Gjør du et mattestykke galt så er det galt..  
Anders: Da er det bare å gjøre det om igjen.  
Halvor: Det kan du ikke på..  
Anders: På verkstedet får du så mye materialer og det skal du lage. Blir det feil, så må det bare bli feil.  
Christina: Fører det.. Jobber dere noe annerledes da? Blir dere mer konsentrert eller mer nøye eller?  
Halvor: Du blir litt mer bevisst på at du er nødt til å gjøre det riktig da, ellers blir det jo.. det blir sånn du lager det.

#### Utdrag 6-16 Intervju Anders, Asgeir, Halvor og Magnus 20130603, #09-10

Elevenes oppfatning av matematikken må granskes ved en senere anledning, og jeg holder meg til fokuset på betydningen av å være kompetent i verkstedet her. I det elevene skulle beskrive forskjeller mellom matematikk og programfag kom altså begrensningen i materialressurser opp som karakteristikk. Anders sa "[p]å verkstedet får du så mye materialer og det du skal lage". Her tolker jeg "så mye materialer" som en tilpasset mengde materialer til det elevene ble satt til å produsere. Anders fulgte opp med å si at "[b]lir det feil, så må det bare bli feil.". Dette var mest sannsynlig en referanse til at hvis elevene gjorde et galt kutt eller ødela materialer så ble de sjelden gitt nye. Dialogen over fortsatte med en diskusjon om en gang Halvor hadde uhell med en gipsplate og ikke fikk ny, og derfor gjør jeg denne fortolkningen.

Anders, Magnus og Halvor karakteriserte altså praksisen i verkstedet med begrenset tilgang til materialressurser, og at de måtte være "bevisst" (Halvors siste uttalelse) i det de gjorde. I eksemplene fra *fuglekasseproduksjon* vist i BA #1-2, viste jeg ett eksempel på at både Anders og Halvor fikk erfaring med at manglende planlegging, gale kutt og begrensede materialressurser gjorde at de fikk sluttprodukter som ikke tilfredstilte kravspesifikasjonen. I utdraget gjengitt over avsluttet Halvor med "[d]u blir mer bevisst på at du er nødt å gjøre det riktig (...)", noe som nettopp kan vise tilbake på at å misbruke materialressurser har konsekvenser. Jeg tolker dette som at elevene ser det å bruke materialressurser sparsomt er en del av det å være en kompetent deltager i verkstedet.

Selv om Halvor brukte sterke ord som at de på verkstedet var ”nødt til å gjøre det riktig”, gir den påfølgende dialogen, gjengitt i Utdrag 6-17, tegn på at elevene likevel så verkstedet som en kontekst der det var tillatt å gjøre feil:

- Halvor: Så har du lært på verkstedet at sånn kan du ikke gjøre det. Her er det lov å gjøre feil, her er det meningen du skal gjøre det, for da...
- Anders: Da lærer du. (...) Gjør du like mange feil ute i arbeidslivet, så må du betale for alle materialene du bruker ekstra. Da må du betale for dem selv.
- Halvor: Også får du sparken til slutt.
- Asgeir: Ja, det spørs.

#### **Utdrag 6-17 Intervju Anders, Asgeir, Halvor og Magnus 20130603, #11**

At Halvor sa det er meningen at du skal gjøre feil i skolens verksted, og at Anders fulgte opp med en kommentar om at det er da du lærer, kan være tegn på at de ser verkstedkonteksten som et sted der elevene skal *lære* å ikke misbruke materialressurser. I fellesskapet i skolens verksted tolker jeg det som at en del av det å være kompetent er å være sparsomme i bruken av materialer. Et resultat av misbruk av materialressurser i skolens verksted ledet til at elevene fikk sluttprodukter med avvik. Slutten av Utdrag 6-17 gir tegn til at de har en forståelse av at de i en virkelig arbeidspraksis, dvs. utenfor skolen, ville kunne hente inn nye materialer, men da til en kostnad. Elevene hadde forestillinger om at det ville være andre konsekvenser av materialmisbruk i en virkelig praksis, enn konsekvenser for sluttproduktet, men at sparsomhet i bruk av materialressurser er viktig i begge kontekster. Dermed kan denne delen av verkstedpraksisen til en viss grad oppleves som autentisk for elevene.

I denne dimensjonen av underkategori BA #2-2 har jeg vist at en del av det å være kompetent i verkstedet er å bidra til effektiv produksjon. Dette innebærer å samarbeide om felles mål og å distribuere oppdraget over personer og miljø, jf. Hutchins (1990) slik at arbeidet gjøres tidseffektivt. Samtidig handler det om å utnytte materialressurser på best mulig måte for få nok materialer til å lage sluttprodukter i henhold til spesifikasjonen i skolekonteksten, men med et primært mål om å opparbeide en forståelse av at sløsing med materialer gir en økonomisk kostnad i det virkelige liv.



### 6.3 BA #3 Å gjøre godt arbeid

Denne hovedkategorien omfatter det som framstår som virksomhetens mål. I matematikk-klasserommet fant jeg at virksomhetens mål framstod som å bestå. Målet framstod som å bestå prøver i de enkelte matematiske temaene for å bestå faget, dvs. få standpunktkarakter, og også å bestå en eventuell eksamen. I programfagene måtte det være vel så viktig å bestå faget og eksamen, men jeg hørte aldri at det ble ytret som et mål. Analysen viste heller at elevene først og fremst var opptatt av å *lage et godt produkt*, men også at læreren i tillegg var opptatt av å støtte elevene i å bli ”skikkelige arbeidsfolk” eller *å bli en god arbeider*. Denne kategorien inneholder ikke så mye nytt materiale, men jeg vil likevel oppsummere de elementene som besvarer hva det betyr å være kompetent, og som samtidig har med virksomhetens mål å gjøre.

#### *Å lage et godt produkt – noen skal bruke det*

Det framstod altså som et viktig mål for virksomheten å lage et godt produkt. Dette kom til uttrykk flere ganger, og ble satt ord på av elevene i et intervju mot slutten av skoleåret. Elevene ble spurt hva de følte seg ansvarlige for i verkstedet:

- Anders: Vi føler jo ansvar. Vi vil jo at det skal bli pent.  
Christina: Ja.. Er det på noen annen måte enn i matten?  
Magnus: Det vises jo ikke på noen andre steder for å si det sånn.  
Halvor: I hallen så er det jo noen som skal bruke det du skal gjøre. Det er jo ingen som skal bruke ..  
Asgeir: Det er jo ingen som sier "fine lister!"  
Halvor: Jo! Si at den døra hadde hengt sånn da, Asgeir. Så ikke jeg hadde fått igjen døra...  
Magnus: Da hadde dem bare mast.  
Anders: "Fiks det, fiks det".  
Halvor: Folk skal faktisk bruke det. Folk skal faktisk bo i det huset du lager.

#### **Utdrag 6-18 Intervju Anders, Asgeir, Halvor og Magnus 20130603, #15**

I Utdrag 6-18 sier Anders at de vil ”at det skal bli pent” når de blir spurt hva de er ansvarlige for på verkstedet. Halvor følger opp med at ”noen skal bruke” det som de lager. Halvor utdyper videre at for eksempel hvis en dør henger, så vil du ikke få igjen døra, og da vil du få klager. Produktet skal være godt nok til at det kan brukes, og det skal være pent.

I oppgaveteksten til *fuglekasseproduksjon* står det formulert et læringsmål: ”Oppgaven skal utføres nøyaktig etter tegning og mål” (20121203 Oppgavetekst *fuglekasse*). Under vurderingskriterier, i samme oppgavetekst, står det ”HMS, bruk av egnede verktøy, nøyaktighet, faglig utførelse, dokumentasjon (rapport).” At sluttproduktet skal være bra vises altså gjennom at elevene skal lære å lage et produkt som stemmer med arbeidstegningen med hensyn på mål (lengder og vinkler) , og at den faglige utførelsen skal være bra.

At produktet skal være bra observerer jeg også gjennom den gjennomgående bruken av vinkel, vater og lodd. Som vist og kommentert i og rundt Loggbok 6-1 fra prosjektet *trappevanger*, var det å sjekke at vinkler var 90° og at produktene var i vater og lodd viktig i all produksjon. ”Vinkel, vater og lodd” var et mantra som gjennomsyret praksisen. I vurderingssamtalene i *fuglekasseproduksjon* ble selve produktets kvalitet vurdert (se for eksempel Utdrag 6-11). Videre viste jeg forbindelse med i prosjektet *agroteknikkmesse* at fokuset var på å bygge en stabil scene, se Oppsummering 6-1, og å bygge stabile og pene gjerdekomponenter, se Utdrag 6-2. Elevenes umiddelbare mål framstod altså som å lage et godt produkt.

### *Å bli en god arbeider*

Selv om det umiddelbare målet ofte framstod som å lage et godt produkt, virket målet til læreren mer overordnet. Han ønsket at elevene skulle bli ”skikkelige arbeidsfolk”. Jeg skal gjøre rede for datamateriale som viser dette.

For det første var læreren tidlig ute med å fortelle at han ikke var mest opptatt av at elevene først og fremst skulle kunne alle innholdselementene i læreplanen, men heller å støtte elevene i å bli ”skikkelige arbeidsfolk”. Han forklarte at han hadde tre overordnede regler i verkstedet. Disse reglene var også skrevet ned som tre punkter som hang på glassdøra inn til verkstedhallen:

1. Kom når du skal.
2. Gjør så godt du kan.
3. Oppfør deg som folk.

**Figur 6-8 Gjengivelse de tre punktene på plakaten inn til verkstedhallen.**

Han mente dette var grunnleggende for å være en god arbeider. Læreren møtte elevene i hallen presist hver dag, og hilste ordentlig på hver enkelt elev i det de var på vei inn i klasserommet. Videre var det kommunisert til elevene at de skulle gjøre så godt de kunne, og oppføre seg ordentlig.

I starten av skoleåret noterte jeg følgende fra BA-læreren tale til elevene i forbindelse med programlærerens introduksjon til programfagene

- [Dere] må avskoleres. Er vant til å bli fortalt hva man skal gjøre. Sitte pent å vente på ny beskjed. Nå - ansvar for egen læring. Sikre framdrift selv. Ikke alt er morsomt bestandig, men jobben må gjøres.
- Viktig å være her, men også å bearbeide i etterkant. Da lærer man.
- Vi må løse problemer – bruke hodet. Løse problemene der å da. Løse problemene selv. Ikke forvent at andre skal løse dem for deg.

**Loggbok 6-4 Observasjon i verkstedet 20120822 BA-læres tale til elevene, *Introduksjon til programfaget***

Læreren tingliggjør her for elevene hva det betyr å være kompetent i verkstedet eller på arbeidsplassen. En del av det er å ta ansvar for framdrift, løse problemer selv og også å bearbeide i etterkant for å lære. Alle disse elementene har jeg vist at har vært synlige og framstått som viktige for betydningen av å være kompetent gjennom de foregående kategoriene. Jeg viste hvordan Halvor tok ansvar for framdrift på vegene av hele gruppa i oppstarten av skiltproduksjonen Utdrag 6-14 og jeg viste hvordan Olav og Magnus sikret effektiv framdrift i produksjon av gjerdekomponentene i Utdrag 6-15. At elevene måtte bidra med egne idéer og dermed forfatte egne løsninger på problemer viste jeg i BA #1 Å tenke selv . I den samme kategorien viste jeg også at det var viktig å bidra med refleksjon over produksjonsprosessen man hadde vært igjennom, og å lære av de feilene man eventuelt hadde gjort.

Litt ut i andre semester hadde jeg en av mine mange mindre samtaler med BA-læreren. Jeg noterte dette i loggen min:

BA-lærer snakker igjen om hva som er viktig. Ikke at man får undervist i de 22 fagområdene - det er ikke mulig å dekke disse skikkelig, men viktig at de lærer å arbeide. Har nå delt elevene endel i grupper - med arbeidsledere. De som er sterke og flinke til å sette i gang får endel ansvar. Magnus er for eksempel leder for et team bestående av han selv, Erik og Nils. Magnus får beskjed om at han ikke kan forvente for mye av Nils, men må motivere han til å delta. Når det gjelder Erik vil han gjerne, men det kan være vanskelig å sette i gang.

#### **Loggbok 6-5 Samtale med BA-lærer 20130207**

Læreren var altså opptatt av at elevene skulle lære å arbeide, og ikke kun at de skulle beherske innholdselementer i det han refererte til som 22 fagområder. Med de 22 fagområdene tenker jeg at han siktet til tømreryrket, maleryrket, rørleggeryrket osv. Det viktigste for læreren var altså at de lærte å jobbe, eller som han sa ved andre anledninger at de skulle bli ”gode fagmenn” eller ”skikkelige arbeidsfolk”.

I denne samtalen var han også inne på det å kunne samhandle og utnytte hverandres ressurser. Her har læreren delt inn i grupper og gitt noen elever lederansvar, igjen noe som kan forberede elevene på selve arbeidslivet.

Jeg tolker det altså som at for elevene framstår målet ofte å lage et godt produkt, mens læreren er opptatt av at elevene skal komme når de skal, gjøre så godt de kan og oppføre seg som folk. Videre er han opptatt av at elevene skal kunne løse problemer selv, lære av egne feil og samhandle med andre og utnytte hverandres ressurser best mulig. Mer i retning av å bli en god arbeider totalt sett.

### **6.4 Konklusjon**

Etter å ha gjort en deskriptiv analyse av verkstedet har jeg kommet fram til følgende konstruksjon av det å være kompetent elev i dette fellesskapet: Først viste jeg at det å være kompetent var knyttet til BA #1 *Å tenke selv*. Denne kategorien viste hvordan idéer entret virksomheten, og hvilken karakter viktige idéer hadde. I dette var det tre dimensjoner. BA #1-1 *Å bidra med idéer og å dele erfaringer* viste det var forventet at elevene skulle bidra i problemløsningen. De ble ikke gitt fullstendige løsninger, men de måtte ofte forfatte løsningene selv. I tillegg var det slik at elever med praksiserfaringer (fra for eksempel tømreryrket, eller rørfaget) fikk dele disse med andre elever i plenum, istedenfor at kunnskapen alltid kom fra læreren. Slik ble eierskapet til kunnskap mer distribuert over fellesskapet. Elevenes idéer var altså

viktige komponenter i produksjonen. Så til idéenes karakter BA #1-2 *Å finne en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet*, viste at viktige idéer var knyttet til å planlegge i forkant av produksjon. BA #1-3 *Å vurdere og å reflektere* viste at andre typer ideer var viktige etter et produksjonssteg eller etter endt produksjon. Det var viktig å kunne vurdere egne løsninger underveis, og å kontrollere sitt eget produkt, for å korrigere eventuelle feil. Denne underkategorien viste også at det var viktig å reflektere etter endt prosjekt. Spesielt med tanke på hva man har lært og hva man eventuelt kunne gjøre annerledes til neste gang. I andre hovedkategori BA #2 *Å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt* viste jeg materiale som hadde med virksomhetens karakter å gjøre. I BA #2-1 *Å utføre praktiske prosjektoppgaver* viste jeg at oppdragene som elevene engasjerte seg i ofte var hele prosjekter med planlegging, gjennomføring, dokumentasjon og vurdering, og at alle prosjektene jeg observerte inneholdt praktisk arbeid. I BA #2-2 *Å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt*, viste jeg hvordan elevene arbeidet med oppdragene. Elevene var blant annet opptatt av å samarbeide for å løse produksjonen så effektivt som mulig og de var opptatt av å utnytte materialressurser best mulig. Den siste hovedkategorien handlet om det som framstod som virksomhetens mål. BA #3 *Å gjøre godt arbeid* viste at virksomhetens mål umiddelbart framstod som godt produkt, men at det å bli en god arbeider, på flere måter, gjennomsyret praksisen.

Jeg har nå gjort rede for casene hver for seg, og jeg vil i det neste kapitlet se de ulike fellesskapene i sammenheng. Videre vil jeg belyse resultatene med relevante teoretiske perspektiver.



## 7. Analyse på tvers av casene

I de to foregående kapitlene ble casene *matematikk-klasserom* og *verksted* presentert. Fokuset var på å utforske hva det betyr å være kompetent i hvert av de to fellesskapene. Casene viste to ulike konstruksjoner av hva det betyr å være kompetent, én konstruksjon for hvert fellesskap. I matematikk-klasserommet var kompetent deltagelse forbundet med å adoptere lærerens idéer, å gjøre mange like oppgaver og å bestå en prøve eller eksamen. I verkstedet var kompetent deltagelse forbundet med å tenke selv, å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt og å gjøre godt arbeid ut fra profesjonelle standarder. Årsakene til forskjellene kan være mange og sammensatte, men for å informere spørsmål om hva det kan bety å gjøre matematikkundervisningen relevant for yrkesfagelevne på bygg- og anleggsteknikk, må disse ulikhetene likevel løftes fram. Skal matematikken gjøres relevant for elevene, må det teoretiske skolematematikkfaget med sine tradisjoner, og den praktiske yrkesfaglige disiplinen sees i sammenheng.

I dette kapitlet oppsummeres resultatene fra de to casene. Videre sammenstilles resultatene og de analyseres teoretisk på tvers av casene. Resultatene fra de to casene er oppsummert i Tabell 7-1:

**Tabell 7-1 Oversikt hovedkategorier fra matematikk-klasserom og verksted**

Delkapittel	Tema i hovedkategorier	Matematikk-klasserom	Verksted
7.1	Hvordan idéene entret fellesskapet og idéenes karakter	MA #1 Å adoptere lærerens metoder	BA #1 Å tenke selv
7.2	Arbeidets karakter	MA #2 Å gjøre mange like oppgaver	BA #2 Å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt
7.3	Mål: Forhandlet virksomhet	MA #3 Å bestå	BA #3 Å gjøre godt arbeid

Kapittel 7 disponeres etter sammenstillingen av to og to hovedkategorier med samme tema, på tvers av casene, slik hver rad i tabellen viser. Imidlertid kommer jeg til å fokusere på de to første radene i Tabell 7-1, dvs. hovedkategori #1 og #2 i hvert

felleskap. Dette fordi det er svært lite datamateriale i den siste kategorien. Resultatene fra hovedkategori #1 og hovedkategori #2 drøftes teoretisk i situative perspektiver med hovedvekt på Wengers (1998) teori om praksisfellesskaper. Forskningsspørsmålet som jeg drøfter er:

*I et situativt perspektiv, hvilke konsekvenser kan kompetansekonstruksjonene ha*

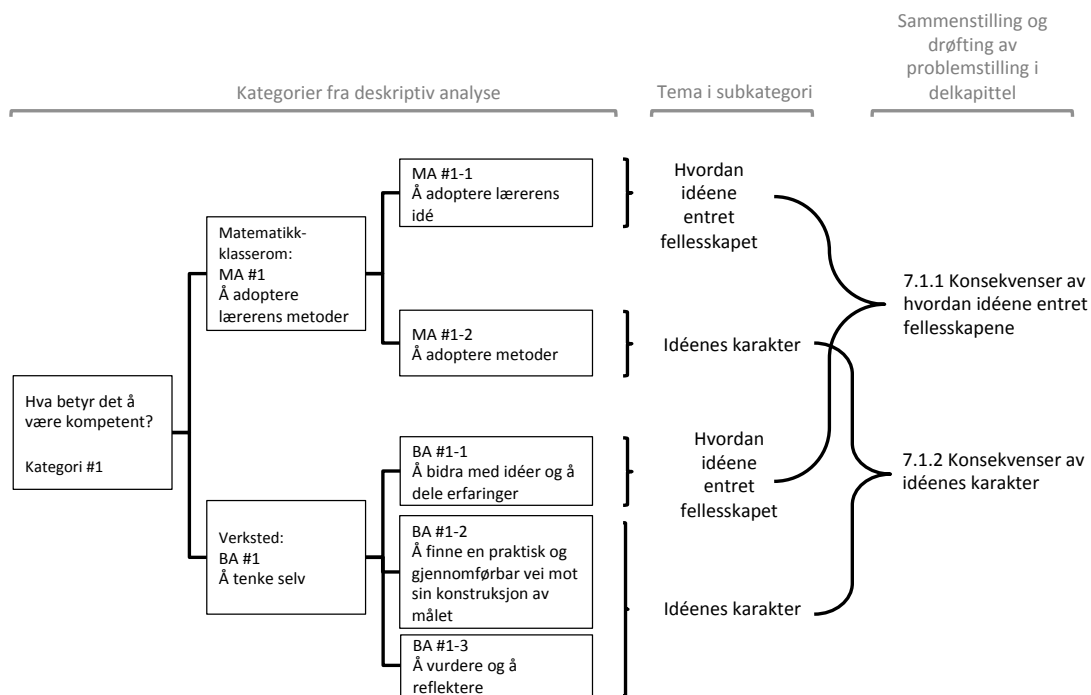
- (i) for elevenes kunnskap og læring, og*
- (ii) for deres identitetsrelasjon til fellesskapene?*

Jeg vil nå drøfte forskningsspørsmålet og de mulige idérelaterte konsekvensene i delkapittel 7.1. Videre vil jeg drøfte forskningsspørsmålet og de mulige konsekvenser av arbeidets karakter i delkapittel 7.2.

## **7.1 Idérelaterte konsekvenser**

Én hovedkategori i hvert fellesskap var idérelatert. Den første hovedkategorien fra matematikk-klasserommet var MA #1 *Å adoptere lærerens metoder*, mens den første hovedkategorien fra verkstedet ble kalt BA #1 *Å tenke selv*. Kategoriene er basert på datamateriale som er strukturert i underkategorier etter *hvordan* idéer entret fellesskapene i henholdsvis matematikk-klasserom og verksted, og hvilken *karakter* disse idéene hadde. I Figur 7-1 vises en oversikt over de første hovedkategoriene i hvert fellesskap med sine underkategorier, tematisk innhold i underkategoriene og hvordan kategoriene sammenstilles i inneværende delkapittel for å drøfte problemstillingen gitt innledningsvis.





**Forsknings spørsmål:**

- I et situativt perspektiv, hvilke konsekvenser kan kompetansekonstruksjonene ha*
- (i) *for elevenes kunnskap og læring, og*
  - (ii) *for deres identitetsrelasjon til fellesskapene?*

**Figur 7-1** Oversikt over hovedkategori #1 fra *matematikk-klasserom* og *verksted*, tema i tilhørende underkategorier, og sammenstillingen som gjøres i delkapittel 7.1. Kategoriene fra deskriptiv analyse er utdrag fra kategorioversikt matematikk-klasserom, Figur 4-4, og kategorioversikt verksted, Figur 4-5.

Oversikten viser at hovedkategori #1 fra matematikk-klasserommet MA #1 *Å adoptere lærerens metoder* er konstituert fra to underkategorier. MA #1-1 *Å adoptere lærerens idé* sa noe om hvordan idéene entret fellesskapet i dette klasserommet, eller mer spesifikt hvem som hadde hovedansvaret for å forfatte idéer her. MA #1-2 *Å adoptere metoder* sa noe om karakterene til idéene i dette fellesskapet. Videre er hovedkategori #1 fra verkstedet BA #1 *Å tenke selv* konstituert av tre underkategorier. BA #1-1 *Å bidra med idéer og å dele erfaringer* ga informasjon om hvordan idéene entret fellesskapet i verkstedet, mens BA #1-2 *Å finne en praktisk og gjennomførbar vei mot sin konstruksjon av målet* og BA #1-3 *Å vurdere og å reflektere* ga informasjon om karakterene til idéene i verkstedet. I delkapittel 7.1.1 tar jeg for meg underkategoriene som hadde med hvordan idéene entret fellesskapene å gjøre, og i delkapittel 7.1.2 tar jeg for meg underkategoriene som hadde med idéenes karakter å gjøre.

### 7.1.1 Konsekvenser av hvordan idéene entret fellesskapene

Jeg vil i dette delkapittelet drøfte mulige konsekvenser av hvordan idéene entret fellesskapene i matematikk-klasserommet og verkstedet. De konsekvensene jeg diskuterer er mulige konsekvenser for (i) kunnskap og læring og for (ii) elevenes identitetsrelasjon til fellesskapene (delene i forskningsspørsmålet). Jeg bruker i hovedsak Wenger (1998) i drøftingen av de mulige konsekvensene. Det tas utgangspunkt i de to underkategoriene MA #1-1 *Å adoptere lærerens idé* og BA #1-1 *Å bidra med idéer og å dele erfaringer* (se Figur 7-1) som har til felles at de viser hvem som hadde ansvaret for å forfatte idéer i de to fellesskapene. Først gis en oppsummering av nevnte underkategorier.

#### *Oppsummering av underkategorier om hvordan idéene entret fellesskapene*

*MA #1-1 Å adoptere lærerens idé:* I matematikk-klasserommet begynte alle observerte timer med en introduksjon av ”lærerens metoder”. Fra timen *prosentregning* viste jeg hvordan elevene ble presentert tre forskjellige metoder for å regne med prosent (*finne delen, finne det hele og finne prosenten*). Utdrag viste at elevene selv bidro med mer uformelle metoder for å regne med prosent (for eksempel dele med to to ganger når de skulle finne 25%) og at de ønsket å bruke tidligere innarbeidede måter å regne på (som for eksempel å multiplisere det hele med prosentsetsatsen og dividere med 100 for å finne den aktuelle delen av tallet). Imidlertid ble elevenes erfaringer og idéer oftest tilsidesatt, og fokuset ble rettet på den metoden læreren presenterte. Videre var mønsteret at dette ble gjort uten at sammenhengen mellom elevenes strategier, som antagelig ga mening for elevene som kommuniserte dem, og lærerens nye metode ble adressert. Jeg konkluderte med at elevene skulle *adoptere lærerens idé* for å ansees som kompetente deltagere i matematikk-klasserommet.

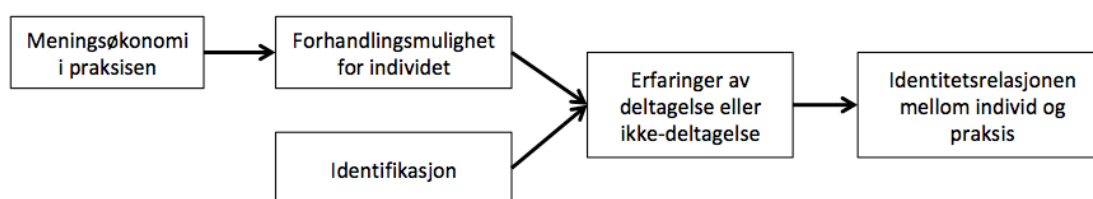
*BA #1-1 Å bidra med idéer og å dele erfaringer:* I verkstedet entret idéene fellesskapet på forskjellige måter. I arbeidet med *agroteknikkmesse* ble for eksempel elevene gruppevis satt til å komme med idéer til hvordan scene og gjerdekomponenter skulle produseres. Selv om mal, bestilling og profesjonelle standarder la føringer for løsningene, ga observasjoner og intervju inntrykk av at elevene opplevde at det var de selv som måtte finne løsninger på hvordan produktene skulle lages. Videre fortalte elever (se Utdrag 6-5) også om at de elevene som hadde praksiserfaringer knyttet til elementer som skulle undervises, fikk ansvaret for å gjennomgå dette for resten av

klassen. Jeg konkluderte med at å være kompetent i verkstedet handlet om å *bidra med idéer og å dele erfaringer*.

### *Teoretiske perspektiver for å belyse konsekvenser av hvordan idéene entret fellesskapene*

Underkategoriene fra de to fellesskapene har altså det til felles at de omhandler hvordan idéene entret fellesskapene og hvem som hadde ansvaret for å forfatte dem. Dette er med på å forme elevenes posisjonering i de to fellesskapene. I Wenger (1998) sitt perspektiv vil deltageres posisjonering i fellesskapene ha konsekvenser både for elevenes læring og deres relasjon til fellesskapene. Jeg bruker mer spesifikt Wengers identitetsbegrep til å belyse mulige konsekvenser som individenes posisjonering til, eller i, fellesskapet har for elevenes umiddelbare læring og for den mer langsiktige identitetsrelasjonen elevene utvikler til fellesskapet (Wenger, 1998, s. 3).

Wenger ser identitetsrelasjonene mellom individ og praksis som formet av erfaringer av deltagelse eller ikke-deltagelse (Wenger, 1998, s. 164-172). Videre vil disse erfaringene konstitueres av to hovedkomponenter, identifikasjon og forhandlingsmulighet. Forhandlingsmuligheten er igjen knyttet til den meningsøkonomien som er forhandlet fram i praksisen (se kapittel 3.2.3 for dypere redegjørelse for begrepene). Jeg har illustrert min bruk av en aktuell del av Wengers identitetsbegrep i Figur 7-2.



**Figur 7-2** Min anvendelse av deler av Wenger (1998) sitt identitetsbegrep.

Figurens øverste gren illustrerer at den meningsøkonomien som forhandles fram, og som til enhver tid eksisterer i fellesskapet, bidrar til å definere elevens forhandlingsmulighet i fellesskapet. Dette gir igjen eleven erfaringer av deltagelse eller ikke-deltagelse, avhengig av om eleven får mulighet til å bidra til å skape og

forme meningene som betyr noe i det sosiale fellesskapet. Disse erfaringene påvirker (styrker eller svekker) identitetsrelasjonen mellom individ og praksis. Figurens nedre gren illustrerer at identifikasjonen som individet har eller opplever med fellesskapet også påvirker erfaringene av deltagelse eller ikke-deltagelse. Identifikasjon er en form for assosierings- eller differensieringserkjennelse. Om individet føler en sterk assosiasjon til et fellesskap eller til en prosess vil det ha betydning for individets identitetsrelasjon til fellesskapet eller prosessen.

Figuren gir et forenklet bilde, men den har hjulpet meg i å strukturere drøftingen av hvordan identitetsrelasjonen påvirkes av elevenes evne til å forhandle mening i fellesskapene, fordi den deskriptive analysen av casene sier noe om *meningsøkonomien* (Wenger, 1998, s. 198-199) i fellesskapet. I følge Wenger konkurrerer ulike meninger om å få definere ulike hendelser, handlinger eller artefakter. Materialet om meningsøkonomien ble et startpunkt for analysen. Datamaterialet sier mindre om identifikasjonen elevene har med fellesskapene. Fokuset blir derfor hovedsakelig på grenen meningsøkonomi og forhandlingsmulighet.

Til nå har jeg fokusert på hvordan meningsøkonomi og forhandlingsmulighet påvirker identitetsrelasjonen til fellesskapet. Forhandlingsmuligheten til elevene i fellesskapet påvirker imidlertid også læring mer direkte (umiddelbar læring) (Wenger, 1998). Jeg vil trekke inn dette inn i drøftingen av de to fellesskapene, når jeg skal drøfte både konsekvenser for (i) elevenes kunnskap og læring og for (ii) deres identitetsrelasjon til fellesskapene.

### *Meningsøkonomi og forhandlingsmulighet i fellesskapene*

Ifølge Wenger (1998, s. 198-199) eksisterer det i enhver sosial konfigurasjon en *meningsøkonomi* der ulike meninger oppnår en bestemt status. I meningsøkonomien i matematikk-klasserommet kan det se ut som at lærerens meninger har høy status, men elevenes har mindre verdi. Dermed vil *eierskapet til mening* (Wenger, s. 200), som defineres som i hvilken grad et individ kan gjøre nytte av, kontrollere eller hevde meningene som forhandles som sine egne, svekkes for elevene. I klasserommet vil en lærer naturlig nok ha en viss status når det gjelder eierskap til mening. I dette klasserommet observerte jeg et mønster i at elevens idéer og forslag til løsninger ble anerkjent kort som riktige. Likevel ble fokuset raskt rettet mot lærerens metoder uten at disse ble satt i sammenheng med elevenes forslag. Dette skiftet eierskapet til mening

ytterligere mot læreren. Her ble lærerens status i fellesskapet, som den som hadde eierskap til mening, styrket, mens elevenes meninger framstod mindre relevante for fellesskapets kompetanse. På verkstedet opplevde elevene ved flere anledninger at deres idéer var viktige for produksjonen. Deres idéer ga grunnlaget for hvordan scene, gjerdekomponenter og skilter skulle produseres. Dette skiftet noe av *eierskapet til mening*, som kanskje i utgangspunktet lå hos læreren som den naturlige autoriteten, over på elevene. Da læreren la opp til at løsningene skulle bygges på elevenes egne idéer, ble *eierskapet til mening* fordelt utover fellesskapet. BA-læreren posisjonerte elevene strukturelt til å være med å forhandle mening i fellesskapet, og deres meninger var viktige for det som utviklet seg til fellesskapets kompetanse tilknyttet prosjektet *agroteknikkmesse*.

Mønstrene fra matematikk-klasserommet og verkstedet knytter jeg videre til forhandlingsmulighet: ”Negotiability refers to the ability, facility, and legitimacy to contribute to, take responsibility for, and shape the meanings that matter within a social configuration” (Wenger, 1998, s. 197). I matematikk-klasserommet, der elevenes forslag sjeldnere ble løftet fram, vil jeg si at elevenes forhandlingsmulighet var noe svekket. I verkstedet derimot, vil jeg hevde at elevenes forhandlingsmulighet ble styrket av at deres idéer og erfaringer var med på å danne grunnlaget for fellesskapets kompetanse. Elevenes forhandlingsmulighet i fellesskapene vil, i Wengers perspektiv, ha to konsekvenser.

When, in a community of practice, the distinction between the production and adoption of meaning reflects enduring patterns of engagement among members, that is, when some always produce and some always adopt – the local economy of meaning yields very uneven ownership of meaning. This situation, when it persists, results in a mutually reinforcing condition of both marginality and inability to learn. (Wenger, 1998, s. 203)

Wenger hevder altså at hvis noen alltid får produsere idéer, mens andre stadig må adoptere dem, så utvikles et skjevt eierskap til mening fellesskapet. Dette kan medføre både at de som stadig må adoptere blir marginalisert i fellesskapet, og også at de hindres i å lære. Individets forhandlingsmulighet, som følge av meningsøkonomien forhandlet fram i fellesskapet, er altså for Wenger viktig både for den mer umiddelbare læringen og for identitetsrelasjonen, som jeg nå skal komme mer inn på.

### *Forskningsspørsmål del (i): Konsekvenser for elevenes kunnskap og læring*

Wenger (1998) hevder at hvis deltagerne settes i en posisjon der de kun skal adoptere lærerens meningsforslag, og ikke får bygge på tidligere erfaringer, så vil dette i seg selv være et hinder for den mer umiddelbare læringen:

I argued in Coda 1 that learning requires an interplay between experience and competence. A split between production and adoption of meaning thus compromises learning because it presents it as a choice between experience and competence: you must choose between your own experience as a resource for the production of meaning and your membership in a community where your competence is determined by your adoption of other's proposals for meaning. In other words, learning depends on our ability to contribute to the collective production of meaning because it is by this process that experience and competence pull each other. (Wenger, 1998, s. 203)

Altså kan elevenes ulike grad av forhandlingsmulighet i de to fellesskapene matematikk-klasserom og verksted ha påvirket elevenes umiddelbare læring i læringssituasjonene de deltok i.

I læringssituasjonene som ble observert i matematikk-klasserommet, kom gjerne elevene med egne tankemønstre og løsningsstrategier på de matematiske problemene. Disse elevinnspillene ble kommunisert både før og etter at læreren hadde presentert sin metode for å løse problemet. Når slike elevinnspill kom, bekreftet læreren ofte at de uformelle eller alternative løsningsstrategiene elevene bidro med var korrekte. Likevel var mønsteret at strategiene ikke ble viet ytterligere oppmerksomhet, og at de heller ikke ble brukt som erfaringsgrunnlag å bygge det som framstod som de nye metodene, på. Videre er det i utdragene som er presentert, sammenhenger mellom elevenes strategier og lærerens, men det er usikkert om elevene kjente disse. Fellesskapet viet ikke disse sammenhengene oppmerksomhet. At fellesskapet sjelden fokuserte på å sette ny kunnskap i sammenheng med de ulike elevinnspillene, kan ha bidratt til å holde elevenes strategier og lærerens metoder adskilt. Wenger hevder i sitatet over at læring er helt avhengig av vår evne til å bidra i den kollektive meningsproduksjonen, fordi det er i denne at erfaringene våre og kompetansen i fellesskapet styrker hverandre. Hvis elevene setter egne erfaringer til side, og kun adopterer nye idéer uten å sette dem i sammenheng med sine egne, hindres læringen i Wengers perspektiv.

I verkstedet var det annerledes. Der var bildet av forhandlingsmuligheten mer nyansert. Gjennom det direkte *gjensidige engasjementet* (Wenger, 1998, s. 202) i

verkstedet ble elevene gitt mulighet til både å produsere og å adoptere ideer i fellesskapet. Gjennom idéfasen i sceneproduksjonen (*agroteknikkmesse*) der elevene skulle komme med forslag først i små grupper, og så legge disse fram i plenum, ble det lagt opp til at mange elevidéer og eleverfaringer entret fellesskapet. Disse dannet grunnlaget for diskusjoner, og forslagene ble utsatt for kritiske kommentarer. Dette samspillet mellom produksjon og adopsjon av mening styrker, i Wengers perspektiv, læring idet elevenes erfaringer og kompetansen i fellesskapet vekselvirker og styrker på hverandre. Wenger (1998, s. 203) hevder at hvis produksjon og adopsjon av mening splittes mellom ulike deltagere, blir deltagerne utsatt for et valg mellom egen erfaring og fellesskapets kompetanse, noe som vil være et hinder for læringen. Måten arbeidet med produksjonen av komponenter til *agroteknikkmesse* startet på, vil jeg si virket motsatt. Elevene behøvde ikke sette sin erfaring til side, men fikk mulighet til å løfte erfaringene sine fram og bygge videre på dem. En del meningsforslag ble selvfølgelig til slutt prioritert bort, men de ble først anerkjent og diskutert. Stor vekt på at elevene skulle adoptere idéer i matematikk-klasserommet kan ha hatt en negativ effekt på elevenes læring. I verkstedet kan introduksjonen til arbeidet med for eksempel *agroteknikkmesse*, der elevene måtte *bidra med idéer og dele erfaringer* (underkategori BA #1-1), ha tilrettelagt for læring, om jeg følger Wenger.

#### *Forskningsspørsmål del (ii): Konsekvenser for elevenes identitetsrelasjon til fellesskapene*

Siden elevene på bygg- og anleggsteknikk hadde valgt denne linjen, antar jeg at de har en forestilling om at de ville bli bygg- og anleggsarbeidere, og at de dermed identifiserte seg med denne bransjen. Identifikasjonen til verkstedet kan derfor ha vært sterkere enn identifikasjonen til matematikk-klasserommet i utgangspunktet. Dette kan ha vært med på å styrke elevenes identitetsrelasjon til verkstedet. Imidlertid gir ikke datamaterialet meg grunnlag til å si noe om identifikasjonen, men det gir meg grunnlag til å si noe om elevenes forhandlingsmulighet i fellesskapene. Wenger argumenterer for at forhandlingsmuligheten til individet i et fellesskap påvirker identitetsrelasjonen sammen med identifikasjon (se Figur 7-2). Hvis forhandlingsmuligheten til elevene i et fellesskap er lav, kan dette lede til erfaringer av ikke-deltagelse, som igjen kan svekke identitetsrelasjonen til fellesskapet:

Members whose contributions are never adopted develop an identity of non-participation that progressively marginalizes them. Their experience becomes irrelevant because it can not be asserted and recognized as competence. (Wenger, 1998, s. 203)

At elevenene i matematikk-klasserommet ofte ble posisjonert til å adoptere andres idéer kan dermed ha hatt konsekvenser for elevenes relasjon til fellesskapet. Wenger peker på at deltagerer som ensidig posisjoneres til kun å adoptere idéer stadig vil oppleve erfaringer av ikke-deltagelse. Disse erfaringene av ikke-deltagelse er videre karakterisert som marginaliserende. Det betyr at de ikke setter elevene videre i stand til å bli mer sentrale deltagerer, men heller bidrar til å holde elevene i en marginal posisjon i fellesskapet. Datamaterialet gir grunn til å anta at elevene i matematikk-klasserommet opplevde at deres erfaringer spilte en mindre rolle i fellesskapet, at de hovedsakelig måtte føye seg etter lærerens strategi. Ifølge Wenger (1998, s. 167) vil blandingen av erfaringer av deltagelse og ikke-deltagelse som former vår personlige identitet, definere og påvirke hvordan vi lokaliserer oss i det sosiale landskapet av praksiser, hva vi bryr oss om, hva vi forsøker å forstå og hva vi neglisjerer. I Wengers perspektiv vil en deltager som holdes i en marginal posisjon og opplever en vedvarende identitet av ikke-deltagelse bli mindre interessert i å rette sin energi mot dette fellesskapet. Deltageren vil etter hvert velge å ikke bry seg, og heller ikke forsøke å forstå elementer i praksisen. Dermed er ikke bare faren i dette fellesskapet at elevenes mulighet til læring, i det øyeblikket deres idéer og tidligere erfaringer ble tilsidesatt, blir svekket. Faren er også at elevene, fordi deres meninger ikke ble ilagt vekt og fordi de ble satt i en posisjon der deres idéer stadig ble tilsidesatt, kan miste interessen for praksisen i fellesskapet. Dette kan gjøre at de velger å distansere seg fra praksisen og velger å engasjere seg mindre i å forhandle mening i den. I Wengers perspektiv kan en slik marginalisering være et hinder for læringsutbyttet i matematikk-klasserommet.

Nå vil jeg drøfte mulige konsekvenser av elevenes forhandlingsmulighet for identitetsrelasjonen til verkstedet. Ifølge Wenger (1998) formes, som nevnt tidligere, identitetsrelasjonen av identifikasjon og forhandlingsmulighet. Enkelt sagt har identifikasjonskomponenten med å gjøre at om en person identifiserer seg sterkt med et fellesskap, så styrkes identitetsrelasjonen. Elevene har valgt studieretningen bygg- og anleggsteknikk. Dermed er det sannsynlig at de identifiserer seg med bygg- og anleggstekniske praksiser gjennom *forestillinger* (Wenger, 1998, s. 193-195). De har kanskje allerede bestemt seg for å bli for eksempel tømrere, rørleggere eller murere, og



de knytter seg til disse praksisene gjennom egne forestillinger om hvordan disse praksisene er. Når elevene knytter seg til disse praksisene gjennom å forestille seg at de i framtiden vil være del av dem, sannsynliggjøres det at elevene vil bry seg om aktiviteten i skolens verksted. Dette fordi den ivaretar læring elevene kanskje gjenkjenner som relevant for de praksisene elevene forestiller seg å være del av i framtiden. Dette kan styrke identifikasjonen med programfagene. Konkrete elementer i datamaterialet knyttet til meningsøkonomien og elevenes forhandlingsmulighet i fellesskapene kan også ha bidratt til å styrke identitetsrelasjonen til verkstedet. Arbeidet med *agroteknikk* ga indikasjoner på at elevene opplevde at deres idéer og meninger betydde noe i konteksten. Det var deres idéer og kritikk som ble grunnlaget for arbeidet videre flere steder i prosjektprosessen. Dette ga elevene deltagelseserfaringer. Deres idéer og kritikk var helt essensielle for produksjonen og levering av ordren. At elevenes oppdrag fikk denne karakteren vil i Wenger sitt perspektiv styrke identitetsrelasjonen til praksisen. Videre var elevene tilknyttet en praksisplass i året jeg observerte dem, slik at alle fikk erfaringer fra yrkespraksiser utenfor skolen. Eleven Magnus hevdet at hvis nytt fagstoff skulle gjennomgå og enkeltelever hadde erfaringer fra praksis knyttet til dette fagstoffet, kunne elevene med erfaring få ansvaret for å gi en innføring til resten av klassen (se Utdrag 6-5). At læreren la til rette for at elevene fikk dele sine erfaringer på denne måten, bidro til å anerkjenne elevenes praktiske erfaringer for fellesskapet. Dette gjorde også at elevenes praksishistorier kunne bli del av fellesskapets *repertoar* (Wenger, 1998, s. 82). Anerkjennelsen av eleverfaringer kan ha vært med på å styrke elevenes posisjon som meningsforhandlere i fellesskapet, og er med på å skifte eierskapet til mening over på elevene. Ifølge Wenger kan dette eierskapsskiftet bidra til å styrke elevenes identitetsrelasjon til fellesskapet, noe som betyr at de vil knytte seg sterkere til praksisen og bry seg mer om å forhandle mening i den, noe som igjen tilrettelegger for læring. Når det er sagt kan elevenes praksisfortellinger også ha gitt andre elever *indirekte erfaringer* (Wenger, 1998, s. 190), idet praksisfortellingene ga andre elever en type tilgang til praksiser de ikke selv har vært del av. Disse indirekte erfaringene kan også ha vært med på å støtte den mer umiddelbare læringen da det ga dem en omverdenskontekst å tenke i.

### *Oppsummering: Konsekvenser av hvordan idéene entret fellesskapene*

Når det gjelder hvordan idéer entret fellesskapet, skiller matematikk-klasserommet og verkstedet seg fra hverandre. I Wengers perspektiv antas ulike konsekvenser for

læringen og for identitetsrelasjonen til fellesskapene. Drøftingen av materialet gir en teoretisk antagelse om at måten idéene entret fellesskapene på, la bedre til rette for umiddelbar læring i verkstedet enn i matematikk-klasserommet. Når det gjelder den mer langsiktige relasjonen til fellesskapet må det nevnes at det er naturlig å anta at elevene i verkstedet, som hadde valgt seg inn på utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk, allerede hadde en relativt sterk identitetsrelasjon til fellesskapet til bygg- og anleggstekniske praksiser gjennom identifikasjon. Likevel indikerer materialet, teoretisk sett, at identitetsrelasjonen kan ha blitt styrket av at elevene opplevde at meningene deres var viktige i verkstedet. At de i høyere grad adopterte metoder og måtte sette sine egne erfaringer til side i matematikk-klasserommet, kan, som diskutert, ha bidratt til å svekke identitetsrelasjonen til matematikken og kan ha gjort elevene mindre interessert i engasjere seg i matematikklæringen.

### 7.1.2 Konsekvenser av idéenes karakter

Jeg vil i dette delkapittelet drøfte hvilke konsekvenser idéenes karakter kan ha (i) for kunnskap og læring og (ii) for identitetsrelasjonen til fellesskapene i et situativt perspektiv (se Figur 7-1). Jeg tar nå utgangspunkt underkategorien MA #1-2 *Å adoptere metoder* fra matematikk-klasserommet. Denne er konstituert fra *Å fokusere på handling og effektive strategier* og *Å sjelden behøve å gi begrunnelser* (se Figur 4-4). Fra verkstedet tar jeg utgangspunkt i BA #1-2 *Å finne en praktisk og gjennomførbar vei mot sin konstruksjon av målet* og BA #1-3 *Å vurdere og å reflektere*. Underkategoriene har til felles at de omfatter idéenes karakter i fellesskapene matematikk-klasserom og verksted. Jeg begynner med en oppsummering av de nevnte underkategoriene.

#### *Oppsummering av underkategorier om idéenes karakter*

MA #1-2 *Å adoptere metoder*: I presentasjonen av denne underkategorien (se kapittel 5.1.2) viste jeg at idéene som entret fellesskapet i matematikk-klasserommet i all hovedsak var metoder som elevene skulle lære seg. I timen *prosentregning* viste jeg hvordan prosentregning ble introdusert som tre ulike metoder (”å finne det hele”, ”å finne delen” og ”å finne prosentsetsen”) med bruk av prosentfaktor. Da for eksempel Halvor ønsket å fremme sin strategi som bygde på å finne delen av et tall ved hjelp av å multiplisere det hele tallet med prosentsetsen, og å dele på 100 (se Utdrag 5-15) ble

strategien raskt tilsidesatt og fokuset vendt tilbake til lærerens metode uten at sammenhengen mellom Halvors strategi og lærerens strategi ble adressert. Også da Asgeir i Utdrag 5-16 introduserte en mer uformell løsningsstrategi (dividere med 2, to ganger for å finne 25 %), ble denne tilsidesatt av læreren med ”jeg tror ikke de andre kommer til å skjønne det” og fokuset ble raskt rettet tilbake på ”måten å gjøre det på”. Oppmerksomhet til sammenheng eller mer begrepsmessige idéer ble kun forsøkt adressert ved to anledninger i mine observasjoner av plenumsgjennomgang (se fra Utdrag 5-20 til og med Utdrag 5-23). Også oppgaveheftene fra timene *prosentregning*, *vekstfaktor* og *formlikhet* viste at idéene elevene arbeidet med i etterkant av fellesgjennomgang i høy grad kunne karakteriseres som handlingsorienterte og at de var effektive strategier. Jeg besvarte altså ”Hva betyr det å være kompetent i matematikk-klasserommet?” med *Å adoptere metoder* (underkategori av hovedkategori #1 *Å adoptere lærerens metoder*, se Figur 7-1). Ideene som ble behandlet som viktige i klasserommet var altså *metoder*. Karakteristisk for disse metodene var at de var handlingsfokuserte (hvordan sette inn tall) og effektive strategier. Videre var det karakteristisk for idéene at de sjelden inneholdt begrunnelser.

I verkstedet viste jeg at det var to typer idéer som var viktige, der en type var knyttet til idégenerering og planlegging *før* konstruksjon. Jeg har kalt idéene av denne typen BA #1-2 *Å finne en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet*. Den andre typen var knyttet til vurdering og refleksjon i *etterkant* av produksjon. Jeg kalte idéene av denne typen for BA #1-3 *Å vurdere og å reflektere*.

BA #1-2 *Å finne en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet*: En viktig del av virksomheten på verkstedet, og dermed en karakteristikk ved å være kompetent deltager, var BA #1-2 *Å finne en praktisk vei til sin konstruksjon av målet*. Jeg hentet eksempler fra *fuglekasseproduksjon* og *agroteknikkmesse* for å illustrere dette. Først viste jeg eksempler fra *fuglekasseproduksjonen* der elevene måtte tolke en todimensjonal arbeidstegning av en fuglekasse, og så produsere fuglekassa ut fra denne. Oppgaven krevde at elevene før produksjon måtte se for seg selve konstruksjonen og delene den bestod av for få til en god løsning på oppgaven. At materialressursen var begrenset, gjorde planleggingsfasen helt nødvendig. Et annet eksempel på *å finne en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet* var produksjon av gjerdekomponenter til *agroteknikkmesse*. Her fikk elevene tildelt en mal (én gjerdekomponent fra bestiller), men måtte lage sin egen konstruksjon av gjerdekomponentene på grunn av lokale begrensinger som for eksempel mangel på

fres og mangel på liknende materialer. Løsningene var dermed distribuert over elevene og det verkstedet de gjennomførte produksjonen i (se Utdrag 6-2). Det at løsningene som ble brukt var vevd sammen med lokale betingelser viste seg både i produksjon av scene, gjerdekomponenter og skilter. Etter produksjon hadde idéene andre karakteristikk.

BA # 1-3 *Å vurdere og å reflektere*: Jeg har vist at i alle observerte oppgaver på verkstedet ble det satt av tid til *å vurdere og å reflektere* etter gjennomført oppgave. Grepet med at elevene alltid måtte skrive rapport, og at det alltid ble gjennomført vurderingssamtale mellom lærer og elev i etterkant av gjennomført produksjon, gjorde at produksjonsprosess og produkt konsekvent ble gjenstand for kritisk vurdering. Elevene fikk gjennom vurderingssamtalene opplæring i hvordan de kunne bli bedre til å vurdere eget produkt (se Utdrag 6-11). Samtidig gjorde rapport og vurderingssamtale også at elevene alltid ble satt i en posisjon der de måtte reflektere over egen arbeidsprosess. De måtte tenke gjennom hva de hadde lært og hva som kunne vært gjort annerledes (se Utdrag 6-12 og Utdrag 6-13). En del av det å være kompetent deltager i verkstedet var altså *å vurdere og å reflektere*.

Jeg kom altså fram til at for å være kompetente i matematikk-klasserommet måtte elevene *adoptere metoder*, mens de i verkstedet måtte *finne en gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet* og i etterkant av produksjonen, *vurdere og reflektere*. Det er store kontraster i materialet fra matematikk-klasserommet sammenliknet med verkstedet når det gjelder idéenes karakter. I matematikk-klasserommet brukte fellesskapet tilnærmet all tid på idéer av prosedyrekarakter – metoder, mens fellesskapet i verkstedet fokuserte mer på fullstendige prosjekter som innebar tolkning av oppdrag, idéfase, produksjon, vurdering og refleksjon. Jeg vil nå drøfte hvordan dette kan påvirke både kunnskap og læring og identitetsrelasjonen til fellesskapet i et situativt perspektiv.

### *Teoretiske perspektiver*

Når jeg nå skal drøfte hvordan idéenes karakterer kan ha formet kunnskapen og læringen i matematikk-klasserom og verksted i et situativt perspektiv, vil jeg benytte meg av Wenger (1998) sitt *meningsbegrep*. Meningsbegrepet brukes også i drøftingen av konsekvenser for identitetsrelasjonene.

Wenger definerer *mening* på følgende måte: ”Meaning [is] our ability to experience the world and our engagement with it as meaningful – it is ultimately what learning is to produce” (Wenger, 1998, s. 4). Når Wenger sier at mening er det læring skal produsere, tolker jeg mening som en form for forståelse i stadig endring. I Wengers perspektiv kan en erfaring bidra til meningsfullhet eller meningsløshet, men uansett involverer erfaring en *meningsforhandling*. Meningsforhandlingen involverer en interaksjon mellom to prosesser som alltid vil være til stede til en viss grad, *deltagelse* og *tingliggjørelse* (Wenger, 1998, s. 52)

I will use the concept of reification very generally to refer to the process of giving form to our experience by producing objects that congeal this experience into thingness (...) A certain understanding is given form. This form becomes the focus for the negotiation of meaning, as people use the law to argue a point, use the procedure to know what to do, or use the tool to perform an action. (Wenger, 1998, s. 58-59)

Altså er en tingliggjøring en forståelse som er gitt en viss form. Som jeg nevnte i kapittel 0, kan det for eksempel dreie seg om at arealet av et rektangel tingliggjøres i form av en matematisk formel. Når formelen brukes, eller deltakere kommer sammen og diskuterer formelen, så forhandles mening gjennom deltagelse. Deltakere deler egne erfaringer og får nye erfaringer når formelen løftes fram, diskuteres og brukes i fellesskapet. Dette kan medføre at en mer felles og mer koordinert mening gradvis fram i fellesskapet.

#### *Forskningsspørsmål del (i): Konsekvenser for kunnskap og læring*

I matematikk-klasserommet viste jeg at lærerens metoder stod sentralt og at disse sjelden ble satt i sammenheng med elevenes idéer eller andre prosedyrer elevene fra før forstod. Lærerens idéer (metoder) framstod dermed nesten som separate kunnskapsenheter som elevene måtte lære seg. Metodene kan sees som det Wenger kaller *tingliggjøringer*.

I timen *prosentregning* kan metodene ”å finne delen”, ”å finne det hele tallet” og ”å finne prosentsetsen” sees som tre slike *tingliggjøringer* som læreren dannet av prosentbegrepet. Disse tingliggjøringene har sannsynligvis formet elevenes erfaring med begrepet *prosent* i fellesskapet, og blitt styrende for hvordan elevene møtte problemer med prosent i fellesskapet senere. Wenger (1998) sier at tingliggjøringer former vår erfaring på helt konkrete måter, og at å ha et verktøy til å utføre en aktivitet, endrer aktivitetens natur (s. 59). De tre metodene kan i Wengers perspektiv

sees som tre ”verktøy” som hjalp elevene til effektivt å håndtere prosentregningsoppgaver i klasserommet (oppgaver som var konstruert til å passe verktøyene). Verktøyene formet altså elevenes måte å omgås problemer om prosent på. Ved å identifisere ”delen”, ”det hele” og ”prosentsatsen” i ulike oppgaver, og så sette tallstørrelsene inn på riktig sted i metodene, kunne oppgaver i fellesskapet løses på tilfredsstillende måte. Akkurat å bruke metodene var relativt enkelt og stilte lave kognitive krav (Stein et al., 2000) til elevene, som jeg var inne på i behandlingen av hovedkategori MA#2 *Å gjøre mange like oppgaver*, delkapittel 5.2. Dermed kunne selve prosentregningen gjennomføres effektivt for alle deltagere i fellesskapet. Meningsforhandling består av en *dualitet* av deltagelse på den ene siden og tingliggjørelse (prosess) og tingliggjøringer (produkt) på den andre siden. Deltagelse og tingliggjørelse/tingliggjøringer alltid kommer som et par (Wenger, 1998, s. 62). I dette fellesskapet vil jeg hevde at det, som følge av metodefokus uten vekt på begrunnelser eller å se sammenheng, var stor fokus på tingliggjøringene, mens deltagelsen framsto mer overfladisk og mindre intens. Jeg vil legge til at denne tilnærmingen kan tolkes å ha fungert i den skolematematiske praktisen isolert sett, da alle elevene bestod matematikkeksamen i slutten av opplæringen.

I verkstedet observerte jeg mer balanse mellom deltagelse og tingliggjørelse/tingliggjøringer i meningsforhandlingen. Da jeg forsøkte å finne svar på hva det betydde å være kompetent i verkstedet fant jeg to dimensjoner knyttet til viktige ideers karakter. En av disse var at elevene skulle kunne finne en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet (BA #1-2). Tidlig i idéfasen av prosjektene hadde elevene en mal, en bestilling eller en arbeidstegning å arbeide ut fra. Dette kan sees som en tingliggjøring av kundens (eller lærerens) tanker og krav til produktet som skulle produseres. Kundens (eller lærerens) tanker og krav var koagulert til tinglighet i malen, bestillingsformuleringen eller arbeidstegningen gjennom en prosess av tingliggjørelse - ”a certain understanding is given form.” (Wenger, 1998, s. 59). Imidlertid måtte tingliggjøringen refortolkes av elevene i verkstedet gjennom deltagelse. Denne fortolkningen ble det brukt en del tid på i forbindelse med arbeidet med scenen (*agroteknikkmesse*), der det var satt av god tid til at elevene i grupper og i fellesskap skulle diskutere hvordan scenen skulle produseres og gis ny form. I forbindelse med gjerdekomponentene i samme prosjekt, viste jeg hvordan også Magnus og Olav brukte mye tid på å reforhandle gjerdekomponentmalen til sitt eget produkt, ut fra sine erfaringer og lokale begrensninger i utstyr og materialer. Jeg har også vist hvordan Halvor og Anders i prosjektet *fuglekasseproduksjon* fikk problemer

under produksjon av egen fuglekasse, kanskje fordi de ikke brukte lang nok tid på å fortolke arbeidstegningen som var gitt. Problemene oppstod fordi elevene ikke deltok intenst nok i fortolkningen til å avdekke at arbeidstegningen av fuglekassa var upresis og tvetydig. De brukte ikke nok tid på å se for seg hvordan komponentene skulle se ut og til sammen bli til romlig form. For å være kompetent i verkstedet (i BA #1-2 *Å finne en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet*) måtte elevene delta mer intenst i forhandlingen av tingliggjøringene enn jeg så i matematikk-klasserommet. I matematikk-klasserommet var den sterke vekten på tingliggjøring, med svakere vekt på deltagelse i meningsforhandlingen, tydelig.

Nå vil jeg drøfte hvilke konsekvenser dette kan ha for kunnskap og læring i et situativt perspektiv. I Wenger (1998) sitt perspektiv er det utfordringer knyttet til for stor vekt på tingliggjøring:

A good tool can reify an activity so as to amplify its effect while making the activity effortless. A procedure can reify a concept so that its application is automatic. A formula can express in a few terms a regularity that pervades the universe.

But the power of reification – its succinctness, its portability, its potential physical persistence, its focusing effect – is also a danger. The politician's slogan can become a substitute for a deep understanding of and commitment to what it stands for. The tool can ossify activity around its inertness. Procedures can hide broader meanings in blind sequences of operations. And the knowledge of a formula can lead to the illusion that one fully understands the processes it describes. (Wenger, 1998, s. 61)

Altså kan større betydning og mening forbli skjult bak operasjonene. Videre kan elevenes kjennskap til formlene og kanskje i dette tilfellet også det at elevene kan bruke dem, føre til en illusjon av at elevene forstår prosentregning. I timen *prosentregning* behøvde ikke elevene å engasjere seg i ”meningen” bak prosedyrene. Det holdt at de adopterte prosedyrene og brukte dem. Wenger skriver så i sitatet over at ”[t]he tool can ossify activity around its inertness”. Jeg tolker dette som at sterkt prosedyreorientert aktivitet kan lede til lite fleksibel kunnskap. En aktivitet der elevene kun må utføre en algoritme på bestemte typer problemer som er lagd for å passe algoritmen, kan føre til at elevene ikke klarer å løse problemer som ser litt annerledes ut og der algoritmen ikke umiddelbart passer. Boaler (1998) har utforsket hvordan kunnskap formes når elever lærer matematikk på forskjellige måter. Hun rapporterte fra én skole som fokuserte på en tradisjonell læreboktilnærming og én skole som fokuserte på å hele tiden bruke åpne aktiviteter i matematikklæringen. Boaler

konkluderte med at de som fulgte en tradisjonell tilnærming utviklet kunnskap som var av begrenset nytte for dem i andre situasjoner enn i læreboksituasjoner:

One important conclusion that I felt able to draw from this analysis is that a traditional, textbook approach that emphasizes computations, rules and procedures, at the expense of depth of understanding, disadvantages students, primarily because it encourages learning that is inflexible, school-bound and of limited use. (Boaler, 1998, s. 61)

Boaler (1998) fant at elever på skolen som brukte det hun kaller tradisjonell læreboktilnærming stoppet å arbeide når de de møtte problemer som var annerledes enn forventet. Dette innebar problemer som de opplevde var uvanlig lette eller vanskelige, som krevde ikke-matematisk tankegang, eller som krevde operasjoner som var annerledes enn de elevene hadde erfaringer med fra før. Også hvis oppgavene manglet ledetrådene elevene forventet om hvilken regel man skulle bruke, ble det vanskelig for mange elever å vite hvordan de skulle gå fram (s. 48). For bygg- og anleggsteknikkelevne i min studie framsto prosentbegrepet som tingliggjort (Wenger, 1998) i tre metoder. Både sammenhenger mellom metodene i undervisningen, og sammenheng mellom nye metoder og elevenes tidligere erfaringer var lite synlig i mine observasjoner av fellesskapet. Basert på Boaler (1998) sine funn kan en slik tilnærming gjøre kunnskapen mindre robust når den skal overføres til oppgaver i andre kontekster enn i matematikk-klasserommet idet tilnærmingen leder til kunnskap som er uflexibel, bundet til skolekonteksten og er av begrenset nytteverdi (se sitatet fra Boaler over). Utenfor matematikk-klasserommet antar jeg det for eksempel er mer naturlig at man må stille opp problemet selv, at man selv må finne hvilke matematiske metoder som vil være hensiktsmessige, bruke de matematiske metodene, og kunne vurdere om resultatet er fornuftig - i tråd med modelleringssykluser, se for eksempel Blum (2015, s. 76). En modelleringssyklus som den beskrevet av Blum, har fellestrekk med den praksisen jeg observerte i verkstedet. Her virket nettopp forberedelsesfasen, vurdering- og refleksjonsfasen vel så viktig som selve produksjonsfasen. En mer autentisk bruk av matematikken med både problemoppstilling og også vurdering av løsninger i etterkant, finnes ikke i det observerte matematikk-klasserommet. Dette kommer jeg tilbake til i drøftingen av neste hovedkategori.



### *Forskningsspørsmål del (ii): Konsekvenser av idéenes karakter for identitetsrelasjonen*

Forholdet mellom tingliggjøringer og deltagelse har i Wenger (1998) sitt perspektiv ikke bare konsekvenser for kunnskap og læring, men også for identitetsrelasjonen til fellesskapene. Wenger hevder at stor vekt på tingliggjøringer kan lede til en svekket identitetsrelasjon til fellesskapet.

Da Halvor beskrev forskjeller på matematikk-klasserommet og verkstedet i Utdrag 6-4 sa han at: ”I matte så får vi det som... alt som ligger mellom fra start til slutt. (...) Mens i programfag så får vi et mål, også skal vi lage vår egen vei til det målet på en måte.” Det at Halvor beskrev at de fikk alt som lå mellom fra start til slutt i matematikk-klasserommet, knytter jeg til at elevene fikk disse effektive metodene, og det de behøvde å gjøre var å bruke dem. De trengte kun å utøve *disiplinær agens* (Pickering, 1995), og det var lite behov for, eller rom for, elevenes erfaringer eller idéer.

Wenger (1998) skriver: ”[T]he pervasive use of standardized reifications to connect to the world, and the organization of the work in terms of narrow procedures all contribute to an experience of non-participation” (s. 169). For høyt fokus på tingliggjøringene (her de tre metodene for å kunne løse prosentregningsproblemer), og at elevene i stor grad måtte utøve *disiplinær agens*, kan altså ha gitt erfaringer av ikke-deltagelse for elevene i matematikklasserommet. Elevenes *klassiske menneskelige agens* (Pickering, 1995) ble gjerne satt til side. Elevene ble forventet å opptre mer maskinelt, og å lære seg prosedyrer. Dette kan ha ledet til at elevene valgte å ikke engasjere seg eller bry seg spesielt om praksisen i matematikk-klasserommet, og at de heller ikke prøvde å ”vite” og ”å forstå” i dette fellesskapet (Wenger, 1998, s. 167). Matematikkpraksisen kan ha blitt mindre viktig for dem som følge av at de ble holdt i en marginal posisjon der de hovedsakelig fikk bruke tingliggjøringer og hovedsakelig fikk utøve disiplinær agens. Det at de kun skulle ”utøve prosedyren” og produsere svar kan altså, hvis jeg følger Wenger, ha hatt konsekvenser for elevenes identitetsrelasjon til fellesskapet.

I verkstedet hadde ikke tingliggjøringene i form av prosedyrer den samme dominerende posisjonen som i matematikk-klasserommet. Mens det i matematikk-klasserommet ble fokusert sterkt på idéer med prosedyrekarakter som kom fra en ekstern kilde, måtte elevene i verkstedet lage sine egne strategier ut fra

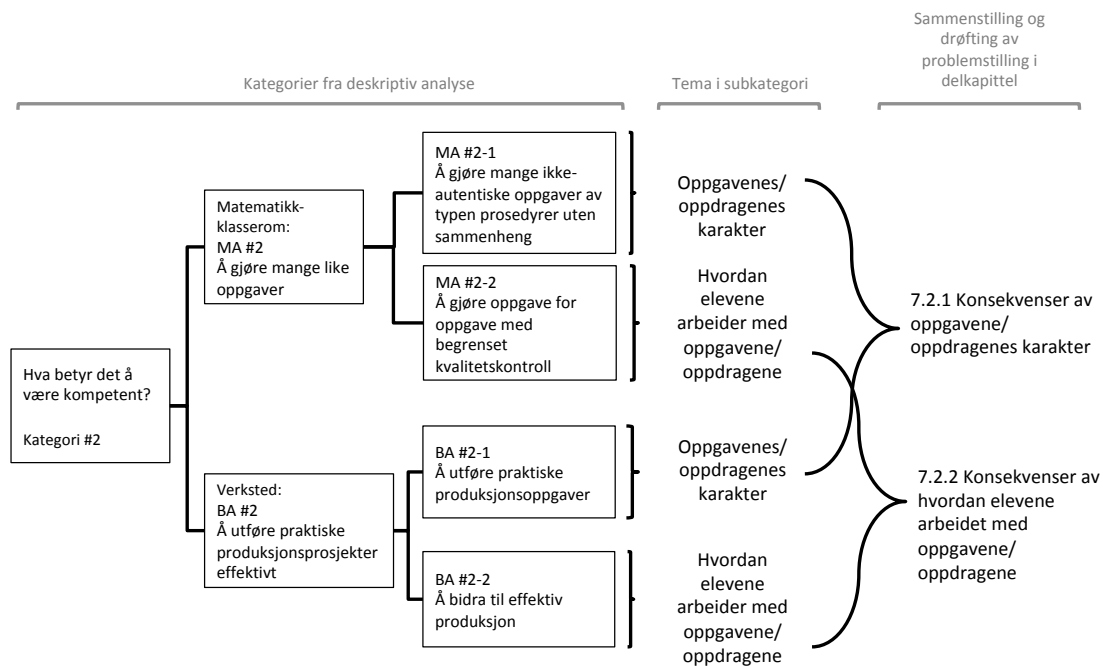
mal/arbeidstegning. Halvor sa det i sin sammenlikning gitt innledningsvis, i verkstedet måtte de ”lage sin egen vei til målet”. Elevene måtte utøve *menneskelig agens* idet de måtte tolke mal/tegning og lage en plan fram mot målet med utgangspunkt i lokale begrensninger, samt at de måtte vurdere og reflektere i etterkant. Fellesskapet hadde behov for elevenes perspektiver og menneskelige agens for å komme videre i produksjonen. Elevene ble dermed mer sentrale deltagere i praksisen i fellesskapet i verkstedet enn i klasserommet, noe som kan ha gitt sterkere identitetsrelasjon til verkstedfellesskapet.

### *Oppsummering: Konsekvenser av idéenes karakter*

Idéenes karakter skiller seg fra hverandre i matematikk-klasserom og verksted. I matematikk-klasserommet var fokuset på prosedyrer eller metoder, mens det i verkstedet var fokus på å finne en praktisk gjennomførbar vei til et mål, og å vurdere og å reflektere. Når det gjelder konsekvenser for kunnskap og læring, brukte jeg Wenger (1998) sitt meningsbegrep og samspillet mellom tingliggjøringer og deltagelse i meningsforhandling til å drøfte dette. I matematikk-klasserommet kan for stor vekt på tingliggjøringer eller metoder ha ledet til lite fleksibel kunnskap, mens verkstedets høyere fokus på deltagende elementer, som for eksempel fortolkning og refleksjon, i samspill med tingliggjøringene, kan ha ledet til mer fleksibel kunnskap. Når det gjelder konsekvenser for identitetsrelasjonen må det igjen nevnes at elevene hadde valgt bygg- og anleggsteknikk og at det er naturlig at identitetsrelasjonen var sterkere til verkstedet enn matematikk-klasserommet i utgangspunktet. Likevel kan også den høye prosedyregraden i matematikk-klasserommet ha gjort at elevene opplevde erfaringer av ikke-deltagelse. Mer fokus på deltagende elementer i meningsforhandlingen i verkstedet kan ha gitt elevene flere erfaringer av deltagelse som kan ha styrket identitetsrelasjonen til verkstedet.

## **7.2 Konsekvenser av arbeidets karakter**

Én hovedkategori fra hvert fellesskap er relatert til kompetent deltagelse observert i elevenes arbeid med oppgaver eller oppdrag. Disse hovedkategoriene er MA #2 *Å gjøre mange like oppgaver* fra matematikk-klasserommet og BA #2 *Å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt* fra verkstedet.



**Forskningsspørsmål:**

- I et situativt perspektiv, hvilke konsekvenser kan kompetansekonstruksjonene ha*
- (i) *for elevenes kunnskap og læring, og*
  - (ii) *for deres identitetsrelasjon til fellesskapene?*

**Figur 7-3** Oversikt over hovedkategori #2 fra matematikk-klasserom og verksted, tema i tilhørende underkategorier, og sammenstillingen som gjøres i delkapittel . Kategoriene fra deskriptiv analyse er utdrag fra kategorioversikten fra matematikk-klasserommet, Figur 4-4, og kategorioversikten fra verkstedet, Figur 4-5.

Oversikten i Figur 7-3 viser hovedkategori #2 fra hvert fellesskap med tilhørende underkategorier. Underkategoriene MA #2-1 *Å gjøre mange like ikke-autentiske oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng* og BA #2-1 *Å utføre praktiske produksjonsoppgaver* har til felles at begge viser karakteren til oppgavene og oppdragene elevene engasjerte seg i. Oppgavens eller oppdragens karakter antas å bidra til å forme hva det betyr å delta kompetent i de to fellesskapene.

Underkategoriene MA #2-2 *Å gjøre oppgave for oppgave med begrenset kvalitetskontroll* og BA #2-2 *Å bidra til effektiv produksjon* har til felles at de viser framtrede elementer av hvordan elevene arbeidet med oppgavene for å sees på som kompetente deltagere i fellesskapene. Karakteristikkene som kommer fram i MA #2-2 og BA #2-2 er mindre styrt av tingliggjorte elementer (Wenger, 1998) i oppdragene, og mer styrt av framforhandlet arbeidspraksis i fellesskapene enn MA #2-1 og BA #2-1.

## 7.2.1 Konsekvenser av oppgavenes/oppdragenes karakter

Jeg vil i dette delkapittelet, fra et teoretisk ståsted, drøfte konsekvenser av oppgavenes/oppdragenes karakter i matematikk-klasserommet og verkstedet. Jeg diskuterer her mulige konsekvenser for (i) kunnskap og læring og for (ii) elevenes identitetsrelasjon til fellesskapene (delene i forskningsspørsmålet). Det tas utgangspunkt i de to underkategoriene MA #2-1 *Å gjøre mange ikke-autentiske oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng* og BA #2-1 *Å utføre praktiske produksjonsoppgaver* (se Figur 7-3) som har til felles at de viser oppgavenes/oppdragenes karakter i de to fellesskapene. Først gis en oppsummering av nevnte underkategorier.

### *Oppsummering av underkategorier om oppgavenes/oppdragenes karakter*

MA #2-1 *Gjøre mange like ikke-autentiske oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng*: Denne kategorien viser fellestrekk for oppgavetyperne som elevene utførte i matematikk-klasserommet. Jeg kom fram til at å være kompetent var forbundet med *å gjøre oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng, å gjøre ikke-autentiske oppgaver og å gjøre mange like oppgaver*.

Datamaterialet som ledet til karakteristikken var blant annet oppgaveheftene som elevene arbeidet med til daglig i matematikklasserommet. Oppgaveheftene utlevert i de tre timene *prosentregning*, *vekstfaktor* og *formlikhet* hadde samme struktur. De første sidene i hvert hefte framstod som å ha innlæring av ulike metoder eller prosedyrer som formål, de refereres heretter til som metodesider. Deretter kommer ”Blandede oppgaver”. Først vil jeg si noe om metodesidene. Et eksempel på en slik side var siden med tittelen ”Å finne ut hvor mye en % er av et tall” (se Utdrag 5-24) fra timen *prosentregning*. Øverst på hver slik metodeside var det et eksempel som viste en bestemt prosedyre. Deretter kom ofte en oppgave eller to med samme struktur som eksempelet og som var delvis forhåndsløst. Regnestykket var satt opp, slik at elevene kun trengte å gjennomføre beregningen ut fra et ferdig oppsatt regnestykke. Til slutt på hver metodeside kom flere oppgaver av samme type som i eksemplet, men der elevene måtte sette opp regnestykket på egen hånd. Elevene kunne da bytte ut tall i eksemplet øverst med tall i den aktuelle oppgaven, men kunne ellers følge samme

prosedyre og føring av oppgaven som beskrevet i eksempelet på toppen av siden. Jeg argumenterte for at oppgavene på metodesidene stilte lave kognitive krav til elevene (Stein & Smith, 1998) og at oppgavene var av typen prosedyrer uten sammenheng (Stein et al., 2000) (se delkapittel 5.2.1). Til slutt i heftene kom det såkalte ”Blandede oppgaver”. I heftet fra timen *prosentregning* kom to sider med blandede oppgaver til slutt i heftet. Fem av sju av disse oppgavene krevde at elevene først selv valgte hensiktsmessig metode, fra de metodene som var presentert på foregående sider i heftet, før de kunne løse oppgaven med valgte metode. Jeg karakteriserte både oppgavene fra metodesidene og sistnevnte type blandede oppgaver, som oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng (Stein et al., 2000). Imidlertid nyanseres bildet noe av de aller siste oppgavene i de ulike heftene - eksempelvis de to siste oppgavene av de blandede oppgavene i heftet fra timen *prosentregning*. Disse krevde at elevene måtte fortolke oppgaveteksten, og oppgavene kunne ikke løses direkte med prosedyrene gitt i metodesidene. Oppgavene stilte høyere kognitive krav til elevene. Analysen av heftene var med å danne grunnlaget for at å være kompetent var forbundet med å *gjøre oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng*. Videre karakteriserte jeg også oppgavene fra heftene gitt i alle timer *prosentregning*, *vekstfaktor* og *formlikhet* som ikke-autentiske da de ikke var hentet fra ordinære praksiser utenfor skolen (J. Brown et al., 1989). Oppgavene kan også sees som ikke-autentiske i A. Brown et al. (1993) sin definisjon av begrepet. For A. Brown et al. handler autentisk arbeid om å lære å tenke, resonnerer og løse problemer i ulike sammenhenger, men da på måter som er mer likt slik man tenker, resonnerer og løser problemer utenfor skolen (se delkapittel 5.2.1). Å være kompetent var altså forbundet med å *gjøre ikke-autentiske oppgaver*. Til slutt var det karakteristisk for heftene at de bestod av mange like oppgaver. Læreren ga bevisst mange like oppgaver for å legge til rette for lavt presterende elever (se Utdrag 5-26). Eksempelvis var det i heftet i timen *prosentregning* fem slike metodesider med mange svært like oppgaver på hver side. 33 av de totalt 40 oppgavene fantes på metodesidene i heftet fra timen *prosentregning*. Et svar på å være kompetent var derfor også *Å gjøre mange like oppgaver*.

BA #2-1 *Å utføre praktiske prosjektoppgaver*: Oppdragene jeg observerte i verkstedet karakteriserte jeg som helhetlige prosjekter og som praktiske. At de var helhetlige prosjekter viste seg i at alle observerte oppdrag involverte fasene planlegging, gjennomføring, rapportering og vurdering. Jeg viste at det i læreplanen for produksjonsfaget var spesifisert at utførelse av arbeidsoppgaver innenfor programfaget skulle inneholde disse fasene. Indikasjoner på at oppdragene var helhetlige prosjekter

er gitt allerede i BA #1 der jeg analyserte idéenes karakter i verkstedet. Gjennom denne kategorien kom det fram at en vesentlig del av idéene som ble lansert var knyttet til fortolkning av oppdraget, og at det var viktig å fremme egne idéer for hvordan oppdraget skulle løses. En annen vesentlig del av idéene var knyttet til vurdering og refleksjon i etterkant av produksjon. Altså var innledende idéfase og avsluttende refleksjonsfase forbundet med helhetlige prosjekter en del av praksisen i verkstedet. Videre var arbeidet på verkstedet praktisk. I dette la jeg at alle prosjektene som ble observert inneholdt praktisk produksjon på verkstedet. Produksjonsprosjektet *agroteknikkmesse* innebar produksjon av scene, skilt og gjerdekomponenter, prosjektet *fuglekasseproduksjon* innebar produksjon av en reell fuglekasse, og prosjektet *trappevanger* involverte praktisk muring av trappevanger. Et element i det praktiske arbeidet på verkstedet, var også at et matematisk problem med blandingsforhold ble løst på en praktisk måte. Blanding av mørtel, som kan knyttes til blandingsforhold som matematisk tema, ble gjort ved å gradvis tilsette mørtel og vann til ønsket konsistens, og konsistensen ble underveis vurdert ved å kaste en del blanding på kanten av bøtta for å se om ”den hang litt”. Et problem som kunne vært løst med en matematisk modell, ble altså løst ved å utnytte miljøet problemet var en del av. Til slutt i denne kategorien viste jeg at elevene i verkstedet ble introdusert for bruk av verktøy og arbeidsteknikker, noe som ikke kom så godt frem av eksemplene i hovedkategori BA #1. I hovedkategori BA #1 var fokuset på idéer, og eksempler var hentet fra *agroteknikkmesse* og *fuglekasseproduksjon* der verktøy og arbeidsteknikker stort sett var kjent fra tidligere. Det kom ikke fram at elevene også i verkstedet lærte ”metoder”, i form av verktøybruk og arbeidsteknikker, i arbeidet med oppdragene. Prosjektet *trappevanger* viste imidlertid dette tydeligere.

Hovedpunkter fra oppsummeringene fra underkategori #2-1 i begge fellesskap er vist i Tabell 7-2.

**Tabell 7-2 Oppsummering av resultater i underkategori #2-1, begge fellesskap**

Tema i underkategori	Matematikk-klasserom	Verksted
MA #2-1 og BA #2-1 Viser oppgavenes eller oppdragenes karakter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng</li> <li>• Ikke-autentiske oppgaver</li> <li>• Mange like oppgaver</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hele prosjekter</li> <li>• Praktiske oppdrag (det vil si oppdrag som involverte praktisk produksjon)</li> </ul>

### *Teoretiske perspektiver*

I Wenger (1998) sitt perspektiv er det som læres når man engasjerer seg i en praksis, selve praksisen. Som deltager i klasserom eller verksted lærer elevene ikke bare et statisk fagstoff, men de lærer hele prosessen med å være engasjert i, og å utvikle, den praksisen de er en del av (Wenger, 1998, s. 95). I drøftingen av hvilke konsekvenser arbeidets karakter (hovedkategorinivå) kan ha for elevenes kunnskap og læring i et situativt perspektiv, vil dermed karakteristikene av arbeidet i fellesskapet (som del av praksisen) gjøre det mulig for meg å si noe om hvilke praksiser elevene ble posisjonert til å lære. Ifølge Wenger er praksisen i et fellesskap spesifikk for fellesskapet, og praksisen holder fellesskapet sammen (skaper koherens i fellesskapet). Dette skjer gjennom tre dimensjoner: Deltagernes gjensidige engasjement, deltagerne forhandling av felles virksomhet (mål) og utviklingen av et delt repertoar. Det følger at et praksisfellesskap agerer som et lokalt forhandlet kompetanseregime, der kunnskap ikke lenger er udefinert (Wenger, 1998, s. 137). Kompetent deltagelse gjenkjennes gjennom de tre dimensjonene av praksis (nevnt over) som holder fellesskapet sammen, og kompetent deltagelse inkluderer:

- (a) *Gjensidighet i engasjement* – blant annet evne til å respondere på andres handlinger og mulighet for å danne relasjoner som gir deltagelsesidentitet,
- (b) *ansvarlighet for virksomheten* – evne til å forstå virksomheten nok til å ta ansvaret for den, og delta i etterfølgingen av den og videreforhandling av den,
- (c) *forhandlingsevne i delt repertoar* – evne til å bruke repertoaret til praksisen og engasjere seg i det og i videreutviklingen av det (Wenger, 1998, s. 137).

Wenger definerer kompetanse som noe som verken er helt individuelt eller fullstendig delt blant alle medlemmer i fellesskapet (s. 136). Kompetansen er ikke individuell fordi den innebærer en forhandlet definisjon av hva fellesskapet er om, og den er heller ikke fullstendig delt, fordi kompetanse erfares og bestemmes av medlemmene gjennom deres eget engasjement i praksis. I drøftingen av mulige konsekvenser oppgavens/oppgavenes karakter har for kunnskap og læring bruker jeg den siste dimensjonen, (c), i listen over til å strukturere drøftingen. Jeg ser altså på mulige konsekvenser for kunnskap og læring gjennom først å belyse hvilket repertoar oppgavene/oppgagene innbyr til å bruke. Når det gjelder konsekvenser for identitetsrelasjonen, benyttes først samme teoretiske rammeverk som i delkapittel 7.1.2

der jeg behandlet idéenes karakter. I 7.1.2 benyttet jeg Wenger sitt meningsbegrep, der meningsforhandling er en interaksjon mellom tingliggjørende og deltagende elementer, og jeg brukte hans argumenter om at fordelingen mellom tingliggjørende og deltagende elementer kan ha konsekvenser for individers erfaring av deltagelse eller ikke-deltagelse. Etter at jeg har brukt Wengers meningsbegrep, vil jeg belyse konsekvenser av at arbeidets praktiske karakter i verkstedet versus den mer teoretiske karakter i matematikk-klasserommet med begrepet *identitetsbaner* (Wenger, 1998, s. 157). Begrepet kan belyse hvordan elevenes tanker om framtiden kan påvirke deres forhandling av nåtiden.

### *Forskningsspørsmål del (i): Konsekvenser av oppgavenes/oppdragenes karakter for kunnskap og læring*

Jeg har tidligere vist at oppgavene i matematikk-klasserommet og oppdragene i verkstedet hadde bestemte karaktertrekk, se Tabell 7-2. Det antas at disse karaktertrekkene har vært med på å forme det som utvikler seg til å bli praksisenes repertoar. Repertoaret til et fellesskap inkluderer, i følge Wenger, blant annet rutiner, ord, verktøy, handlinger eller begreper som fellesskapet har produsert eller adoptert i løpet av sin levetid, og repertoaret inkluderer både tingliggjorte og deltagende aspekter (Wenger, 1998, s. 83). I drøftingen av mulige konsekvenser oppgavenes eller oppdragenes karakter kan ha for elevenes kunnskap og læring, fokuserer jeg på at elevene posisjoneres til å lære repertoaret som produseres eller adopteres i de to fellesskapene ned utgangspunkt i karaktertrekk ved oppgaver og oppdrag.

### **Prosedyrefokuserte oppgaver i matematikk-klasserommet og praktisk arbeid i verkstedet**

I matematikklasserommet var aktiviteten etter fellesgjennomgang i både *prosentregning*, *vekstfaktor* og *formlikhet* sentrert rundt heftene som ble delt ut. Disse heftene var karakteristiske for praksisen i matematikk-klasserommet, og kan i Wengers (1998) perspektiv sees som tingliggjøringer som meningsforhandling koordineres rundt - tingliggjøringer som er med på å forme meningsforhandlingen og det som utvikler seg til å bli praksisens repertoar. I heftet fra timen *prosentregning* var det fem sider med prosedyreinnlæring og to sider med blandede oppgaver. På hver metodeside var det mange tilnærmet like oppgaver. Læreren begrunnet den relativt høye andelen med prosedyreinnlæringsoppgaver med tilrettelegging for svake elever (se Utdrag 5-14) og håpet på at ”de svakeste” skulle komme ”gjennom den første



biten” (som tolkes som metodesidene, de første fem av sju sider). Lærerens uttalelse kan tyde på at han ikke forventet at de lavere presterende elevene (”de svakeste”) skulle komme så langt som til de blandede oppgavene. I så fall arbeidet disse elevene kun med å fylle inn tall i en prosedyre som var gitt øverst på samme side. I et situativt perspektiv kan det antas at elevene lærte å utnytte skjemaet i eksempelet øverst på siden, og å fylle inn tall på tilsvarende måte i oppgavene under (se igjen Utdrag 5-24). Det er usikkert om elevene gjennom arbeidet med heftene kun lærte praksisen med å bytte ut tall når prosedyren var gitt, eller om de også lærte prosentregning slik at kunnskapen også kunne brukes uten eksempelet tilgjengelig. Hvis elevene ikke kom til de blandede oppgavene, ga ikke arbeidet erfaring med å velge hvilken prosedyre som var fornuftig ut fra en situasjon/tekstoppgave. Verken i eksamenssammenheng i skolen eller i praksiser utenfor skolen kan en forvente at prosedyren er eksplisitt gitt. Stein et al. (2000) peker på at for stort fokus på oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng kan lede til manglende evne til å bruke prosedyrer mer generelt og manglende evne til å gjenkjenne når de ulike prosedyrene er passende å bruke. Det kan derfor være problematisk å kun lære den isolerte praksisen med å bruke en gitt prosedyre.

I heftet *prosentregning* under ”Blandede oppgaver” (etter metodesidene) kom først fem oppgaver som kunne løses med prosedyrene fra de foregående sidene, men som stilte noe høyere krav til elevene enn de på metodesidene. Disse oppgavene kunne minne mer om eksamensoppgaver eller situasjoner utenfor skolen på den måten at de ikke eksplisitt hadde referanse til en bestemt prosedyre. De elevene som var ferdige med metodesidene, fikk også erfaring med disse blandede oppgavene og dermed å velge prosedyre. I et situativt perspektiv vil det være positivt å få erfaringer med å velge strategi, men selv om elevene måtte velge prosedyre selv, tilbød også de blandede oppgavene relativt isolert bruk av metodene presentert foran i heftet. De krevde ikke at elevene rettet oppmerksomhet mot for eksempel den generelle sammenhengen bak metodene, eller annen mer begrepsmessig mening. Også disse oppgavene betegnet jeg derfor, i likhet med oppgavene fra metodesidene, som oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng (Stein & Smith, 1998). Elevene ble posisjonert til å lære å bruke prosedyrene, men måtte selv tolke teksten og velge egnet prosedyre for oppgaven.

I heftet fra timen *prosentregning* krevde de to siste av de blandede oppgavene mer av elevene enn bare å velge blant prosedyrene gitt, og så utføre prosedyren (se Utdrag

5-25). I disse to oppgavene måtte elevene finne opprinnelig pris når rabattert pris og rabattens prosentsats var gitt, og prosedyrene på metodesidene kunne ikke brukes direkte. Dermed tilbød læreren elevene også noe mer enn oppgavene som betegnes som oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng. Imidlertid er dette to oppgaver av i alt 40 i heftet. Det var et mønster i at oppgaver av denne typen ble tillagt relativt liten vekt i heftene utdelt i de observerte matematikktimene. Hovedsakelig støttet altså heftene opp om at de ulike metodene, for eksempel de tre metodene for å regne med prosent i timen *prosentregning*, ble del av praksisens repertoar. Gjennom å løse mange like oppgaver der prosedyren var gitt (metodesidene), fikk elevene erfaring i å bruke metodene, men her mest på den måten at de skulle bytte ut tall. I blandede oppgaver var det noen oppgaver der elevene selv måtte velge framgangsmåte og noen få som krevde at elevene tenkte mer kreativt. De elevene som regnet raskt igjennom metodesidene fikk erfaring med noe mer varierte oppgaver.

Oppdragene i verkstedet var av praktisk art og innebar alltid en produksjonsfase med tilvirking av et fysisk produkt. Den praktiske produksjonen innebar alltid bruk av fysiske verktøy og teknikker. I for eksempel *fuglekasseproduksjon* brukte elevene håndsag, drill, tommestokk og vinkel. For å kunne utføre oppgaven og få rene kutt, pene hull, rette vinkler og riktige mål måtte elevene kunne bruke disse verktøyene godt. En del av det å være kompetent deltager i verkstedet, var altså å kunne benytte verkstedets fysiske ressurser, verktøyene. Videre observerte jeg i prosjektet *trappevanger* hvordan elevene ble instruert i pussing av mur. Denne teknikken ble en del av praksisens repertoar, noe det var forventet at elevene etter hvert skulle beherske som kompetente deltagere i praksisen. Teknikker og verktøy som muliggjorde den praktiske produksjonen, var altså essensielle elementer i praksisen. Videre var verktøy og teknikker for kontinuerlig kontroll av produksjonsproduktet også viktige. Det å vinkle, vatre og lodde var en del av praksisens repertoar som stod fram som spesielt karakteristisk i verkstedpraksisen.

Sammenlikner jeg de to fellesskapene kan, med grunnlag i framstillingene over, bruk av ulike verktøy og teknikker sees som en del av begge praksisenes repertoar. Prosedyrene som er presentert øverst på metodesidene matematikkheftene, kan sees som matematiske verktøy, på linje med verktøy og teknikker i verkstedet. Selv om hovedskillet mellom de to praksisenes verktøyer er det kognitive versus det fysiske, skiller også kontrolleringen av produktene i de to fellesskapene seg fra hverandre. Kontrollrutiner underveis i produksjonen var en del av del av praksisens repertoar i

verkstedet. Heftene i matematikk-klasserommet la imidlertid ikke opp til liknende kontroll. Heftene hadde ikke fasit, og det var heller ingen praksis blant elevene for å kontrollere egne beregninger. Jeg kommer tilbake til dette kontrollaspektet i drøftingen av neste underkategori som omhandler elevenes arbeid med oppgaver/oppdrag (se delkapittel 7.2.2).

#### **Ikke-autentiske oppgaver i matematikk-klasserommet og hele prosjekter i verkstedet**

I verkstedet var rammen rundt bruken av verktøy og teknikker, altså fasene før og etter selve produksjonen, framtredd. Karakteristisk var at planlegging, produksjon, rapportskrivning og vurderingssamtale var del av alle prosjekter. Matematikk-klasserommets aktivitet med heftene kan grovt sett sammenliknes med produksjonsfasen i verkstedet. Mer modelleringslike oppgaver som kanskje ville krevd mer planlegging/fortolkning og etterarbeid med for eksempel validering, ble ikke observert i matematikk-klasserommet. Jeg vil gå litt nærmere inn på dette og begynner med verkstedet.

Det å gå fra kundens/lærerens beskrivelse av ønsket sluttprodukt til å lage en lokalt gjennomførbar plan, viste seg som vesentlig både i *agroteknikkmesse*, og i oppdraget med *fuglekasseproduksjon*. I oppdraget *fuglekasseproduksjon* (se BA #1-2 Å finne en praktisk og gjennomførbar vei mot sin konstruksjon av målet) ble elevene satt i en situasjon der planlegging var viktig for å oppnå et godt resultat. Elevene ble tildelt en arbeidstegning som var noe misvisende. I planleggingsarbeidet måtte elevene, som illustrert fra s. 170 og utover, finne en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av fuglekassa. Det viste seg at noen elever tok litt for lett på planleggingen. Det kom fram at manglende planleggingsarbeid førte til gale kapp. Læreren hadde gitt elevene begrenset materialressurs, og der elevene gjorde gale kapp ble det uoverensstemmelser mellom arbeidstegning og ferdigstilte fuglekasser. Siden læreren etter eget utsagn bevisst ga en noe misvisende arbeidstegning, framstod det som om læreren ønsket at elevene skulle lære viktigheten av god planlegging. Jeg tolker det som at han ønsket at planlegging skulle være en del av praksisens repertoar.

I den andre enden av produksjonen på verkstedet var rapportskrivning og vurderingssamtale elementer i avslutningsfasen av alle observerte prosjekter. Rapporteringen ble dermed stadig styrket som en del av praksisens repertoar. Praksisen med rapportskrivning var formet av både tingliggjorte og deltagende

elementer. Krav til rapportene var tingliggjort gjennom rapportmalen (se Utdrag 6-10). Rapportmalen krevde at elevene beskrev prosessen de hadde vært igjennom. De skulle beskrive framgangsmåte, beskrive materialtyper benyttet, liste opp verktøyet som er brukt og vedlikeholdet, og beskrive hvilke HMS-tiltak som er utført. Flere av rapportene framstod også, tilsvarende med kravene i malen, som rene beskrivelser av det som er gjort. Magnus hevdet imidlertid (se drøftingen etter Utdrag 6-10) at hvis man gjorde feil som gjorde at produktet ikke ble som ønsket, kunne man få en god karakter likevel, om man i rapporten reflekterte over hva som kunne ha vært gjort annerledes. Anders reflekterte over mangelfull planlegging i sin rapport fra *fuglekasseproduksjon* (se Utdrag 6-7). Han skrev at neste gang ville han ”bruke mer tid på å studere tegningen og å lage en bedre plan”. Dette indikerer at eleven lærte mer gjennom oppdraget enn praktisk arbeid, nemlig viktigheten av planleggingsfasen i arbeidet. Elevrefleksjonen ble anerkjent i vurderingssamtalen med læreren i etterkant. I vurderingssamtalen, etter en vurdering av selve produktet, leste læreren Anders sin refleksjon høyt og sa ”Nei, men du skriver en grei rapport her med god refleksjon over hva som har gått galt og hva som ikke har gått galt.” Elementer av refleksjon i forbindelse med rapportskrivningen kan gradvis ha blitt en del av praksisens repertoar gjennom elever og læreres gjensidige engasjement (deltagende aspekt) i rapporteringsprosesser, selv om refleksjon ikke er tingliggjort som nødvendig del av rapportene gjennom rapportmalen (tingliggjøringen).

Videre var vurderingssamtalene, som avsluttende del av hvert oppdrag, et karakteristisk trekk ved verkstedpraksisen. I matematikklasserommet foregikk tilsvarende vurdering gjennom skriftlige prøver som avslutning i hvert tema. Jeg har ikke samlet inn datamateriale fra prøvene, noe som gjør at sammenlikningsgrunnlaget av vurderingssituasjonene er begrenset. Vurderingssamtalene som avsluttende fase på oppdragene i verkstedet ble en del av rutinen der, og en del av praksisens repertoar. BA #1-3 Å vurdere og å reflektere (fra s. 179) viste datamateriale fra blant annet vurderingssamtalene. Vurderingssamtalene fra *fuglekasseproduksjon* viste at samtalene kunne deles i tre hoveddeler: vurdering av produkt, vurdering av rapport og sluttvurdering. I prosessene med vurdering av produkt og vurdering av rapport var elevene aktive deltagere i samtalen. Først diskuterte og vurderte lærer og elev selve produktet. Det framstod som at læreren gjennom vurderingssamtalene ønsket å gi elevene ytterligere erfaringer med å kontrollere og vurdere eget produkt. I denne tette dialogen mellom lærer og elev rettet læreren fokuset mot kvalitetskriterier for sluttproduktet og måter å kontrollere produktet på. I så måte ble den delen av

praksisens repertoar som gikk på å kontrollere eget produkt forsterket i vurderingssamtalene. Videre så læreren over rapporten og diskuterte innholdet og elevenes refleksjoner med eleven. Datamaterialet har vist hvordan Anders viste evne til å reflektere over egne feil og hva som kunne vært annerledes i sin rapport, noe som ble verdsatt av læreren i vurderingssamtalen (se Utdrag 6-7 og Utdrag 6-8). Halvor viste på sin side ikke tegn til å reflektere over egne feil i sin rapport. Læreren forsøkte å få til en refleksjon rundt hva som kunne vært gjort annerledes underveis i produksjonen i vurderingssamtalen (se Utdrag 6-13). Dette er tegn på at læreren ønsket at en del av repertoaret i verkstedet skulle være knyttet til egenvurdering og det å lære av sine feil, og at han dermed ønsket å fremme prosesser på metanivå som del av repertoaret. Gjennom vurderingssamtalen, som del av oppdragene, ble rutiner for kontroll av eget produkt styrket som del av praksisens repertoar, samtidig som at refleksjon og det å lære av sine feil, også stadig ble bekreftet som en del av repertoaret.

Matematikken i klasserommet har jeg karakterisert som lite autentisk (se Tabell 7-2). Jeg forholder meg nå til A. Brown et al. (1993) og Putnam og Borko (2000) sin definisjon av begrepet, der autentisk aktivitet innebærer tenkning og problemløsningsferdigheter som er viktige utenfor skolen. Usiskin (2007) argumenterer for at matematisk problemløsning i den virkelige verden minner om matematisk modellering. I delkapittel 7.1.2, der jeg drøftet idéenes karakter i klasserom og verksted, nevnte jeg at verkstedet hadde elementer som kunne likne det som i matematikdidaktisk litteratur kjenner som modellering. Blum (2015) beskriver for eksempel en modelleringsprosess i sju faser som involverer (1) å konstruere mental modell, (2) å forenkle/strukturere, (3) å matematisere, (4) å arbeide matematisk, (5) å fortolke, (6) å validere og (7) å eksponere (Blum, 2015). Sett i lys av dette åpnet ikke oppgavene i heftene i matematikk-klasserommet opp for hele modelleringsprosesser som kanskje kunne ha forberedt elevene mer på praksiser utenfor skolen. Oppgavene fra metodesidene i matematikk-klasserommet handlet stort sett om å sette inn tall og å beregne, som vil falle inn under fase (4) i modelleringsprosessen over. I såkalte ”Blandede oppgaver” kan det ha vært noe mer matematiseringsarbeid, fase (3), siden elevene måtte velge matematisk modell/metode før de (4) arbeidet matematisk. Uansett åpnet oppgavene kun for deler av modelleringsprosessen. De første fasene i prosessen, som handler om å gå fra virkelig situasjon inn i mer ren matematikk, åpnet ikke oppgavene for. De siste fasene som innebærer blant annet fortolkning og validering – en overgang mellom det mer rent matematiske og den virkelige verden, var heller ikke en tingliggjort del av oppgaven. Fokuset er på de matematiske

prosedyrene isolert sett. Oppdragene fra verkstedet ser mer ut til å åpne for prosesser som minner om den matematiske modelleringsprosessen over, selv om det (3) å matematisere og (4) å arbeide matematisk er byttet ut med produksjon. Modellering er løftet fram som et kjerneelement i den nye læreplanen i matematikk som ble innført høsten 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2019). I litteraturen er det argumentert for at anvendelse av matematikk og modellering bør behandles i skolen (se f.eks. Blum, 2015; Palm, 2007). To argumenter er at modelleringsaktivitet først kan legge til rette for at elevene skal forstå og mestre problemløsnings situasjoner som involverer matematikk utenfor skolen (som ofte vil inneholde hele modelleringsprosesser) og videre at modelleringsaktivitet kan vise elevene matematikkens/kunnskapens relevans i verden utenfor skolen. I et situativt perspektiv vil det være problematisk å kun bare lære ren anvendelse av prosedyrer i skolekonteksten, da det kan være vanskelig å fremkalle slik kunnskap i et system som er vesensforskjellig (J. Brown et al., 1989). Blum (2015) viser eksempler på at elever har vansker med å overføre kunnskaper og ferdigheter fra en kontekst til en annen. Han viser videre til PISA-undersøkelsene, og hevder at resultatene fra disse stadig viser at det er vanskelig for elevene å overføre skolematematisk kunnskap til mer virkelighetsnære problemsituasjoner. En mulig konsekvens av det store fokuset på ikke-autentiske oppgaver i matematikk-klasserommet kan være at kunnskapen er av begrenset nytte utenfor skolen.

Oppsummert har jeg antatt at praksisens repertoar i matematikk-klasserommet ble formet av oppgavene i heftene. Disse åpnet i høy grad for isolert bruk av spesifikke metoder. Oftest var metoden også gitt. I verkstedet var det å kunne delta i alle deler av prosjektfasen med planlegging, gjennomføring/kontroll, vurdering/refleksjon og dokumentasjonsarbeid viktig. Det var et skille i praksisene i at elevene i verkstedet lærte å kontrollere egne løsninger, mens tilsvarende kontroll var nesten fraværende i matematikk-klasserommet. I verkstedet lærte de gjennom hele prosjektprosesser å planlegge eget arbeid og å reflektere over prosessen de hadde vært igjennom og å tenke over hva som kunne ha vært gjort annerledes (metaprosesser). Oppdragene i verkstedet kan fremstå som mer autentiske og åpnet for prosjektprosesser som likner mer de utenfor skolen, enn oppgavene som ble observert i matematikk-klasserommet. Resultatet kan ha gjort at kunnskapen i verkstedet i større grad kunne komme til anvendelse utenfor skolen, enn kunnskapen i matematikk-klasserommet, som mer isolert sett fokuserte på prosedyrebruk i den isolerte skolematematiske konteksten.

### *Forskningsspørsmål del (ii): Konsekvenser av oppgavenes/oppdragenes karakter for identitetsrelasjonen*

I delkapittel 7.1.2 drøftet jeg mulige konsekvenser av *idéenes karakter* for identitetsrelasjonen. Når jeg nå skal drøfte mulige konsekvenser av *oppgavene/oppdragenes karakter* for identitetsrelasjonen, gjelder først og fremst noen av de samme argumentene som i delkapittel 7.1.2. Videre er det også tilleggselementer som kan ha hatt betydning for identitetsrelasjonen, som for eksempel arbeidets teoretiske karakter i matematikk-klasserommet og dets praktiske karakter i verkstedet.

Idéene som entret matematikk-klasserommet i fellesgjennomgang hadde metodekarakter, og det samme gjelder for oppgavene i oppgaveheftene som ble delt ut i etterkant av fellesgjennomgangen. Jeg viser derfor tilbake til delkapittel 7.1.2 der jeg konkluderte med at konsekvenser av prosedyreorienteringen i idéentringen i matematikk-klasserommet (stort fokus på tingliggjøringer, som de tre metodene for prosentregning) kan ha gitt erfaringer av ikke-deltagelse på grunn av lite behov for elevenes perspektiver og erfaringer. Heftene bidro heller ikke til å løfte fram elevperspektiver og eleverfaringer, men fortsatte i samme mønster som fellesgjennomgangen, med høyt fokus på prosedyrene. Dette store fokuset på tingliggjøringer kan også i oppgavesammenheng ha hatt svekkende effekt på elevenes identitetsrelasjon til matematikk-klasserommet (se argumentasjonen i 7.1.2). I verkstedet handlet karakteristiske idéer om å finne en praktisk og gjennomførbar vei til sin konstruksjon av målet, og å vurdere og å reflektere (se delkapittel 7.1.2). Dette kan sees som en følge av oppdragenes struktur, noe som er tema i inneværende delkapittel. Verkstedets oppdrag av mer helhetlig prosjektkarakter med planleggings- og idéfase, samt etterarbeid med vurdering og refleksjon, la til rette for mer deltagende elementer i meningsforhandlingen. Dette kan ha ledet til flere erfaringer av deltagelse i verkstedet sammenliknet med matematikk-klasserommet. Elevenes idéer og erfaringer var viktige for verkstedfellesskapet, noe som kan ha styrket identitetsrelasjonen til fellesskapet.

I BA #2-1 ble imidlertid i tillegg oppdragene i verkstedet karakterisert som praktiske. Dette kan ha påvirket identitetsrelasjonen til fellesskapene. Først og fremst virker det som elevene har en positiv tilknytning til praktisk arbeid. Som nevnt innledningsvis i avhandlingen var det store forskjeller på hvordan elevene engasjerte seg i arbeidet i de to fellesskapene matematikk-klasserom og verksted. Da jeg stilte spørsmål om hvorfor det var slik, var det arbeidets praktiske karakter i verkstedet som umiddelbart ble adressert.

- Christina: Kan dere si noe om hvordan dere deltar i undervisningssituasjonen her og der? Føler dere at det er noen forskjell på hvordan dere engasjerer dere, hvor mye dere gjør, hvordan dere deltar i de to undervisningssituasjonene?
- Halvor: Det er mye morsommere å være på verkstedet for der får jeg faktisk jobba og brukt...
- Anders: Det er jo derfor vi går på den linja her.
- Halvor: Vi vil jobbe og vi vil bruke kroppen til å lage ting.

**Utdrag 7-1 Intervju Magnus, Halvor, Asgeir og Anders 20130603, #17**

Elevene sa at det var morsommere å arbeide praktisk enn å delta i aktiviteten i matematikk-klasserommet og oppga dette som grunn til at de har valgt utdanningsprogrammet bygg- og anleggsteknikk. Elevene likte å arbeide praktisk og å lage fysiske objekter, og når verkstedpraksisen oppfylte denne forventningen, er det naturlig å anta at identitetsrelasjonen til verkstedet ble styrket. Dette belyser jeg med Wengers (1998) omtale av identitetsbaner (*trajectories*).

Ifølge Wenger er identitetsdannelse en prosess som pågår kontinuerlig. Når vi som individer deltar i ulike praksisfellesskaper former identitetene våre identitetsbaner. Identitetsbanene knytter sammen knytter nåtid, fortid og framtid. Når elevene ser for seg hvem de vil være, for eksempel tømrer, murer, eller rørlegger, blir dette en del av deres identitetsbane, som vil være med i den kontinuerlige forhandlingen av hva de ser som viktig for dem og hva som er mindre viktig.

We are always simultaneously dealing with specific situations, participating in the histories of certain practices, and involved in becoming certain persons. As trajectories, our identities incorporate the past and the future in the very process of negotiating the present. They give significance to events in relation to time construed as an extension of the self. They provide a context in which to determine what, among all the things that are potentially significant, actually becomes significant learning. A sense of trajectory gives us ways of sorting out what matters and what does not, what contributes to our identity and what remains marginal.  
(Wenger, 1998, s. 155)

Elevenes signal om at de likte praktisk arbeid favoriserte sannsynligvis verkstedpraksisen. De så for seg praktisk arbeid som sitt framtidige virke – de ønsket å bli murere, tømrere, rørleggere osv. Denne framtidsutsikten kan, hvis jeg følger sitatet fra Wenger over, ha vært medvirkende i å sortere ut hva som var viktig læring for



elevene, og hva som ble mindre viktig. Hvis elevene opplevde matematikken som for teoretisk, eller for lite knyttet til deres identitet som framtidige arbeidere, kan identitetsrelasjonen til matematikk-klasserommet ha blitt svekket.

Et annet aspekt som er relevant å kommentere når jeg nå diskuterer konsekvenser av arbeidets karakter for identitetsrelasjonen er at elevene brukte en praktisk tilnærming når de skulle blande mørtel (se Loggbok 6-2, s. 187). Det er et relativt generelt resultat fra forskning på matematikk i yrke (Boistrup & Gustafsson, 2014; Pozzi et al., 1998; Wedege, 2010; J. Williams & Wake, 2007a) at matematiske problem løses på helt kulturspesifikke måter. Jeg observerte ikke arbeid med temaet blandingsforhold i matematikktimene, men regner med at det ble behandlet. Dette fordi blandingsforhold var tema i elevenes matematikkbok og blandingsforhold var et tema på eksamenen som elevene var oppe til:

Ole skal blande betong. Han blandet sement-sand med 1 spade sement og 4 spader sand. Av læreren får han vite at blandingen skal være 1: 3. Hva må han gjøre for å få riktig blanding?

#### **Utdrag 7-2 Matematikkeksamen 1P-Y bygg- og anleggsteknikk lokalgitt (fylkesnivå) 20130117, Oppgave 5**

Det er ikke rom for å gå inn på detaljene i elevbesvarelsene her, men de elevene som løste oppgaven, brukte blandingsforhold slik oppgaven ga informasjon om. I verkstedet observerte jeg at elevene løste en liknende oppgave med å blande mørtel uten å forholde seg til blandingsforholdet gitt på forpakningen. Hvis elevene hadde en sterk identitetsrelasjon til verkstedet, og hvis de opplevde at denne praksisen var viktig for den de ønsket å bli, kan det ha vært uheldig for matematikkpraksisen at praksisene hadde så ulike tilnærminger til samme problem. Spesielt gjelder dette hvis ulikhetene ikke ble adressert og diskutert i de to praksisene. Oppfatningen av at matematikken er viktig i yrke og hverdagsliv kan svekkes hvis elevene ofte opplever at problemene løses med helt andre tilnærminger i verkstedkonteksten eller i yrke, sammenliknet med matematikk-klasserommet.

#### *Oppsummering: Konsekvenser av oppgavenes/oppdragenes karakter*

I dette delkapitlet har jeg diskutert mulige konsekvenser av oppgavenes/oppdragenes karakter. Oppgavene i matematikk-klasserommet ble karakterisert som oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng. De var ikke-autentiske i den forstand at de ikke i spesiell grad støttet opp om mer helhetlige problemløsningsprosesser som er vanlige

utenfor skolen. Jeg argumenterte for at en slik tilnærming kan ha gjort at kunnskapen oppgavene støttet opp om, ble lite fleksibel og av begrenset nytte utenfor skolen. Verkstedet la mer vekt på helhetlige prosjekter, med faser som kan være mer lik arbeidsprosjekter utenfor skolen, med både planlegging før, kontrollering underveis, og etterarbeid etter, produksjon. Når det gjaldt konsekvenser for identitetsrelasjonen repeterte jeg noe av argumentasjonen fra 7.1.2 om at for stor vekt på tingliggjøringer i matematikk-klasserommet og mindre vekt på deltagende elementer kan ha hatt negativ innvirkning på identitetsrelasjonen til matematikk-klasserommet. Deltagende elementer var mer synlig på verkstedet, der elevenes egne idéer og vurderinger var essensielle. Videre trakk jeg fram at oppdragenes praktiske karakter i verkstedet virket å passe med elevenes identitetsbaner. De likte verkstedets praktiske karakter. Det at oppgaven med blanding av mørtel ble løst rent praktisk i verkstedet kan ha ført til svekket identitetsrelasjon til matematikkpraksisen, hvis elevene opplevde at matematikkens tilnærming var unødvendig i yrkespraksisen.

### **7.2.2 Konsekvenser av elevenes arbeid med oppgavene/oppdragene**

Jeg vil i dette delkapittelet drøfte konsekvenser, fra et teoretisk ståsted, av elevenes arbeid med oppgavene i matematikk-klasserommet og oppdragene i verkstedet. Jeg diskuterer her mulige konsekvenser for (i) kunnskap og læring og for (ii) elevenes identitetsrelasjon til fellesskapene. Jeg tar utgangspunkt i de to underkategoriene MA #2-2 *Å gjøre oppgave for oppgave med begrenset kvalitetskontroll* og BA #2-2 *Å bidra til effektiv produksjon* (se Figur 7-3) som har til felles at de viser karaktertrekk ved elevenes arbeid i de to fellesskapene. Først gis en oppsummering av nevnte underkategorier.

#### *Oppsummering av underkategorier om hvordan elevene arbeidet med oppgavene/oppdragene*

MA #2-2 *Å gjøre oppgave for oppgave med begrenset kvalitetskontroll*: Denne underkategorien viste tre aspekter som framstod karakteristiske for arbeidet med oppgaver i matematikklasserommet. Først var det karakteristisk at heftene, og oppgavene i kronologisk rekkefølge, styrte arbeidet etter fellesgjennomgang. Elevene arbeidet hovedsakelig individuelt i oppgaveheftene. Alle elever, også de høyest

presterende, som kanskje i utgangspunktet ikke hadde behov for mange like repetisjoner av prosedyreinnlæringsoppgaver, arbeidet gjennom heftet forfra, og arbeidet så langt de kom. Videre framstod det som viktigere å sammenlikne hvor langt en var kommet i heftet enn om oppgavene var gjort riktig. Heftet hadde ingen fasit, og jeg observerte mangel på kontroll av elevløsninger. Sammenlikning av elevsvar så ut til å dukke opp mer tilfeldig. Tilfeller der elevene sammenliknet svar førte imidlertid til diskusjon om hva som var riktig framgangsmåte og riktig løsning. Et siste aspekt som virket viktig for praksisen i fellesskapet var imidlertid korrekt skriftlig føring av oppgavene. Læreren og elevene viste oppmerksomhet mot dette kvalitetsaspektet i oppgaveløsningen, og læreren var tydelig på at det å bare oppgi svar ikke var godt nok. Datamaterialet viste også at elever rådførte seg med læreren om føring av oppgaver.

BA #2-2 *Å bidra til effektiv produksjon*: Denne underkategorien viste to aspekter ved å delta kompetent i verkstedet som var knyttet til arbeidets karakter. Først var det i verkstedet et fokus på å utføre produksjonsprosjekter tidseffektivt. Dette var synlig spesielt i produksjonsprosjektene knyttet til *agroteknikkmesse*. I dette prosjektet skulle elevene levere produktene til bruk på en messe som skulle avholdes en viss dato utenfor skolen, så det å holde tidsfristen var viktig. Datamaterialet viste at Halvor tok ansvaret for å fortsette videre til neste delprosjekt som var skiltproduksjon, da han selv, en stund ut i arbeidet, vurderte seg selv overflødig på sceneprojektet (se Utdrag 6-14). I arbeidet med gjerdekomponentene arbeidet Magnus og Olav seg fram til en løsning på hvordan gjerdekomponentene kunne produseres i verkstedet. I produksjonen av de neste gjerdekomponentene brukte Magnus og Olav medelever som var ferdige med andre oppdrag til å bidra med henting av materialer, oppmåling og kutteoppdrag. Slik kunne Magnus og Olav, som hadde opparbeidet seg en kompetanse knyttet til produksjon av komponentene, sette sammen komponentene effektivt (se Utdrag 6-15). Det er karakteristisk i dette prosjektet at elevene måtte samarbeide og bidra der det var nødvendig for å få oppdraget levert innen tidsfristen. Det andre aspektet ved arbeidet i verkstedet mer generelt var at elevene i alle de observerte prosjektene var opptatt av å bruke materialressurser sparsommelig. Elevene så det som viktig å gjøre operasjoner riktig, for eksempel ved kapping av materialer, slik at de unngikk å sløse med materialressursene. De hadde en forståelse av at det å gjøre feil i produksjonsvirksomheten knyttet til materialressursen ville koste penger (se Utdrag 6-17), og refererte til arbeidslivet med oppfatningen ”du må betale for materialene du bruker ekstra”. Gjennom oppdraget med *fuglekasseproduksjon* erfarte elevene at de fikk en begrenset materialressurs, og de opplevde dermed å få avvik i sluttprodukt på

grunn av manglende planlegging og gale kapp, uten tilgang på nye materialer. På et relativt åpent spørsmål jeg ga en elevgruppe om forskjeller på matematikk-klasserommet og verkstedet, svarte elevene at det i matematikken ikke hadde noen konsekvens om man gjorde feil – det var bare å gjøre det på nytt (se Utdrag 6-16). I verkstedet opplevde elevene at å gjøre feil hadde konsekvenser. De hevdet at det å gjøre en feil i verkstedet ville ha en konsekvens for økonomi (kostnad for ekstra materialer) eller for produsert produkt (ved materialknapphet).

Hovedpunkter fra oppsummeringene av hovedkategori #2-2 i begge fellesskap er gitt i Tabell 7-3

**Tabell 7-3 Oppsummering av resultater i underkategori #2-2, begge fellesskap**

Tema i underkategori	Matematikk-klasserom	Verksted
MA #2-2 og BA #2-2 Viser hvordan elevene arbeidet med oppgavene eller oppdragene	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Løse oppgaver i heftet kronologisk</li> <li>• Mangel på kontroll av løsninger og svar</li> <li>• Føre oppgavene riktig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samarbeid for tidseffektiv løsning</li> <li>• Benytte materialressurser sparsommelig</li> </ul>

### *Teoretiske perspektiver*

Kategoriene MA #2-2 og BA #2-2 har til felles at de viser noen karakteristiske trekk i elevenes arbeid med oppgavene/oppdragene. I delkapittel 7.2.1 på s. 225, nevnte jeg at ifølge Wenger (1998) gjenkjennes kompetent deltagelse gjennom de tre dimensjonene av praksis som holder fellesskapet sammen, og kompetent deltagelse inkluderer gjensidighet i engasjement, ansvarlighet for virksomheten og forhandlingsevne i delt repertoar. I delkapittel 7.2.1 drøftet jeg også repertoaret til praksisene. Nå vil jeg bruke dimensjonen *ansvarlighet for virksomheten* til å belyse materialet i MA #2-2 og BA #2-2. Karakteristikkene av arbeidet i disse kategoriene kan være et resultat av hva elevene opplevde å *være ansvarlig for* i de to fellesskapene.

Wenger begrepliggjør ansvaret i en praksis med det han kaller et *ansvarlighetsregime*, en felles forståelse av hva som teller i virksomheten, hva som er viktig og hva som er mindre viktig, hva man skal gjøre og ikke gjøre og til slutt hva man skal være oppmerksom på og hva man skal ignorere. Dette ansvarlighetsregimet utvikles over tid. Å handle i tråd med dette ansvarlighetsregimet gjenkjennes som kompetent deltagelse. Når hovedkategoriene viser at kompetent deltagelse involverer å *gjøre*

*mange like oppgaver* i matematikk-klasserommet og *å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt* er det naturlig å anta at dette kommer til syne i mitt datamateriale, fordi elevene opplevde at det var det de var ansvarlige for.

Det å konstruere en framstilling av ansvarlighetsregimet i klasserommet og verkstedet kan gi informasjon om hva elevene blir posisjonert til å lære. Gresalfi et al. (2009) har observert og analysert kompetent deltagelse i ulike matematikk-klasser gjennom hva elever trenger å gjøre eller vite for å bli oppfattet som vellykkede av læreren og andre elever i klasserommet. (For grundigere redegjørelse, se kapittel 0, s. 64.) Gresalfi et al.'s arbeid inkluderer et analytisk rammeverk for å begrepliggjøre kompetansen i et klasserom, noe som nå hjelper meg med å systematisere en framstilling av ansvarlighetsregimet i matematikk-klasserom og verksted. Systemet av kompetanse i et klasserom blir i Gresalfi et al.'s perspektiv konstruert når lærere og elever forhandler fram hvilken *agens* (Pickering, 1995) oppgavene og deltagerstrukturen åpner for, hva elever er *ansvarlige for* å gjøre og hvem de er *ansvarlige overfor* (hvem må de overbevise) for å delta med suksess i klasserommet (se Gresalfi et al. (2009) s. 52).

#### *Forskningsspørsmål del (i): Konsekvenser av elevenes arbeid med oppgavene/oppdragene for kunnskap og læring*

I inneværende sammenstilling av MA #2-2 og BA #2-2 om elevenes arbeid med oppgaver/oppdrag, struktureres drøftingen av hvilke konsekvenser arbeidets karakter kan ha for elevenes kunnskap og læring etter de tre begrepene *agens*, *ansvarlig for* og *ansvarlig overfor*.

*Agens*: Arbeidet i matematikklasserommet var hovedsakelig av individuell karakter. Etter fellesgjennomgang satt elevene og arbeidet individuelt i hvert sitt hefte til timens slutt. Her framsto det som en framforhandlet dimensjon av praksisen at elevenes hovedansvar etter fellesgjennomgang var å gjøre oppgave for oppgave i heftet så langt de kom (se Utdrag 5-29). Heftenes karakter med høy andel prosedyreorienterte oppgaver på metodesidene posisjonerte elevene til hovedsakelig å utøve *disiplinær agens* (bytte ut tall i en gitt metode), men noen utfordrende oppgaver i slutten av heftet krevde mer *menneskelig agens* (se delkapittel 7.2.1). Hefte, og oppgavene i rekkefølge, framstod som styrende for aktiviteten, og det var få tegn til at deltagende

elementer i praksisen søkte å endre på agensmønsteret forbundet med å gjøre oppgave for oppgave. Mer menneskelig agens knyttet til heftet *prosentregning* kunne eksempelvis ha kommet til syne gjennom deltagelsesmønster som for eksempel at elevene vurderte når de hadde forstått mønstrene i prosedyrene godt nok (metakognitive element) til å gå videre til mer komplekse oppgaver istedenfor å gjøre alle i rekkefølge, fokus på hvordan metodene hang sammen med hvordan elevene hadde løst tilsvarende problem før, eller å diskutere sammenheng i de tre ulike prosedyrene. Det var framtrødende hvordan elevene holdt seg til praksisen med å regne oppgave for oppgave forbundet med disiplinær agens.

Det er naturlig å begynne med å se overstående drøfting i sammenheng med resultatene fra verkstedet i hovedkategori BA #1. I 6.1 hevdet jeg at Olav og Magnus, i arbeidet med *agroteknikkmesse*, utøvde høy grad av *menneskelig agens* i planleggingsfasen og produksjon av første gjerdekomponent. De måtte utøve skjønn, gjøre valg og ta beslutninger. Blant annet hadde de ikke fres som kunne frese tilsvarende spor som på malen de hadde fått utdelt (se Utdrag 6-2). De måtte improvisere og finne en egen måte å bygge opp konstruksjonen på. Videre syntes elevene at ferdigkjøpte trykkimpregnerte staur var dyre og ikke pene nok for bruk inne (se Utdrag 6-9). Dermed valgte de å finne en måte å tilvirke staur selv fra andre materialer. Disse fasene innebar høy grad av menneskelig agens. I produksjonsfasen av de siste gjerdekomponentene opplevde Olav og Magnus seg selv som ledere for gjerdekomponentproduksjonen (se Utdrag 6-15). De hadde lagd en gjerdekomponent og visste hvordan de neste skulle produseres. Dette produksjonsarbeidet var preget av *disiplinær agens*. Samlet sett var verkstedpraksisen preget av veksling mellom menneskelig og disiplinær agens. Alle prosjekter innebar planlegging og vurdering/etterarbeid med høy grad av menneskelig agens, mens selve produksjonen gjerne hadde elementer med mer disiplinær agens. Altså ble verkstedpraksisen karakterisert som *dans med agenser* (Pickering, 1995). Et resultat fra kategori BA #2-2 *Å bidra til effektiv produksjon* som støtter opp om denne karakteristikken er eksempelet fra *agroteknikkmesse* (se Utdrag 6-14). Halvor tok ansvaret for å starte med skiltene da han så at arbeidet med scenen var under kontroll. At Halvor løftet blikket og vurderte det som hensiktsmessig for effektivitet og prosjektets framdrift å begynne arbeidet med skiltene viste at han utøvde *menneskelig agens*.

I eksemplene gitt her framstår dermed verkstedet som preget av *dans med agenser* og med et mer komplekst ansvar enn det praksisen i matematikklasserommet tilbød. Jeg

vil imidlertid gjenta at det også var oppdrag i verkstedet som var preget av høy grad av disiplinær agens, og mindre ansvars kompleksitet. Elevene hadde verktøyopplæring og opplæring i teknikk (for eksempel i prosjektet *trappevanger*). Likevel tilbød verkstedkonteksten i tillegg til disse, andre typer oppdrag med betydelig vekt på *menneskelig agens* som jeg ikke observerte i matematikk-klasserommet.

*Ansvarlig for:* For matematikk-klasserommet var en følge av at elevene løste oppgavene kronologisk at elevene fremstod relativt begrenset ansvarlige for å gjøre oppgave for oppgave så langt de kom. Videre framstod de mindre ansvarlige for å vurdere sine svar. Elevene kunne, mer tilfeldig, oppdage at de fikk et annet svar enn sidemannen (se drøfting rundt Utdrag 5-32). Elevene tok kontakt med læreren for avklaring, og tok dermed til en viss grad ansvar for å finne ut hva som var rett og galt. Likevel ble ansvaret for å gjøre selve vurderingen overført til læreren. Blum (2015) hevder i tråd med dette at det å kontrollere korrekthet ofte sees som lærerens ansvar (s. 79). Videre vet jeg at matematikkbøkene for yrkesfag generelt hadde en fasit til gitte oppgaver bakerst i bøkene. Det er nok en relativt utbredt praksis for elever å kontrollere svarene sine opp mot denne når den eksisterer (det er i hvert fall min erfaring som lærer). I delkapittel 7.2.1 viste jeg at oppgaveheftene som ble brukt i dette klasserommet ikke hadde fasit. Dermed var det ikke åpning for denne typen selvkontroll. Selv om kontroll mot fasit er en meget skolematematisk form for kontroll, åpner den for at gale svar blir oppdaget, og at gale løsninger får oppmerksomhet. I det virkelige liv er det imidlertid viktigere å kunne kontrollere sin egen løsning, uten fasit og uten å kunne sammenlikne med andre som har gjort samme oppgave. Videre må man kunne vurdere om svaret er rimelig i den praktiske sammenhengen. Samlet viser resultatene at elevene ikke så det som sitt ansvar å utføre slik kontroll eller vurdering. Dette er ganske annerledes enn i verkstedet der jeg opplevde at både kontroll underveis, og vurdering av sluttprodukt var svært viktige elementer i praksisen. Ser jeg tilbake på datamaterialet fra underkategori BA #2-1 hadde elevene et metaperspektiv på produksjonen. De monitorerte eget arbeid og vurderte kontinuerlig sitt produkt. Som en teknikk og del av praksisens repertoar i seg selv må det som nesten framstår som et mantra i praksisen nevnes, ordene ”vinkel, vater og lodd” (se for eksempel Utdrag 6-11 og Loggbok 6-1). Gjennom den praktiske gjennomføringsfasen var elever og lærer opptatt av å kontrollere det fysiske produktet som ble produsert gjennom rutinen med å vatre, å lodde og å bruke vinkeljern for å kontrollere om vinkel var rett. Denne teknikken for kontinuerlig kontroll av produktet i prosess, gikk igjen i alle observerte produksjoner, og framstod som meget

karakteristisk for den observerte verkstedpraksisen. I matematikklasserommet var altså ansvaret forbundet med å gjøre oppgavene i heftet så langt elevene kom, uten noe utpreget ansvar for å vurdere svar (se s. 144 og utover). I verkstedet var elevene ansvarlige for kontrollering og vurdering av eget produkt underveis i produksjonen og også etter endt produksjon.

Et kvalitetsmål som imidlertid framstod som viktig i matematikk-klasserommet var å føre oppgavene ordentlig og å vise utregning. Dette presiserte og kommenterte læreren ved flere anledninger, og oppgaveheftenes metodesider styrte elevene relativt kraftig i hvordan oppgavene skulle føres. Elevene var absolutt ansvarlige for å føre oppgavene korrekt, og jeg antar at dette var noe de lærte i denne praksisen.

I verkstedet har jeg tidligere vist at elevene var mer ansvarlig for noe mer enn å bruke verkstedets verktøy og teknikker. De var ansvarlige for å levere et fysisk produkt som krevde både planlegging, produksjon, kontroll, vurdering og refleksjon over egen læring. BA #2-2 viser i tillegg at elevene måtte samarbeide for å nå mål. Spesielt i *agroteknikkmesse* der klassen felles måtte levere produkter til en ekstern kunde innen en viss tidsfrist var dette samarbeidet tydelig. Her kom det fram hvordan elevene samarbeidet for å produsere de ulike produktene som skulle leveres til kunden, og jeg observerte tilleggdimensjoner i ansvarlighetsregimet. Læreren hadde hovedansvaret for å styre aktivitetene, men materialet viste også at elevene selv tok ansvar for å bidra der det var behov. Eksempelet der eleven Halvor tok initiativ til å starte opp med skiltene da han så at scenen begynte å bli ferdig, viste at han løftet blikket og tok ansvar for å fellesskapets levering (Utdrag 6-14). I stedet for å vise seg *ansvarlig for* kun å gjøre oppgaven med scenen, som læreren hadde igangsatt, viste Halvor seg *ansvarlig for* oppdraget som helhet (levering av scene, skilt og gjerdekomponenter). I utdraget fortalte Halvor: ”.. men [jeg] sa i hvert fall da at det var lurt å starte med det [skiltprosjektet]. For det kunne jo ta litt tid. Da ga han [BA-læreren] meg ansvaret for det, også tok jeg med meg Asgeir og André, også begynte vi med skiltene”. Hadde læreren avvist Halvors initiativ, kunne det å ta ansvar for prosjektet som helhet blitt sett som utenfor elevens ansvar. Idet læreren ga Halvor ansvaret, ble Halvors initiativ anerkjent som kompetent deltagelse. *Ansvaret for* leveringen som helhet ble distribuert over fellesskapet, istedenfor å være hos læreren alene. Et annet eksempel på utvidelse av ansvarlighetsregimet knyttet til *agroteknikkmesse* finnes i arbeidet med gjerdekomponentene. Olav og Magnus hadde først funnet en løsning på hvordan gjerdekomponentene kunne produseres i skolens verksted under lokale betingelser. I



selve produksjonen som fulgte styrte Olav og Magnus framdriften (Utdrag 6-15). De fortalte at de hadde en sjefsrolle og at de selv satte sammen gjerdekomponentene, mens de fikk medelever til å hente materialer, til å måle opp gitte lengder og til å kappe. Dermed samarbeidet elevene for å gjennomføre produksjonen så effektivt som mulig. Et mulig resultat fra *agroteknikkmesse* samlet kan ha vært at elevene lærte å samhandle, å utnytte hverandres ressurser, og å løfte blikket og se hvor man kunne bidra for å sammen levere produktet til ønsket tid.

Et videre element var at elevene i verkstedet var opptatt av å bruke ressurser sparsommelig. I prosjektet *fuglekasseproduksjon* ga læreren elevene en begrenset mengde materialer, og lot elevene kjenne på konsekvensen av svak planlegging og feilaktige kapp. Dette støttet opp om at elevene lærte viktigheten av å utnytte tildelte materialer godt. I Utdrag 6-17 som er fra et fokusgruppeintervju som ble gjort med elevene helt på slutten av skoleåret, fortalte elevene om hvor viktig det var å ikke sløse med materialer på en arbeidsplass. Jeg konkluderer med at sparsommelig bruk av materialer var noe de lærte.

*Ansvarlig overfor*: I matematikk-klasse rommet viste oppgaveregningssfasen i timene få tegn til at elevene tok *ansvar overfor* fellesskapet som helhet. Arbeidet var stort sett individuelt, og de produserte individuelle produkter (løsningene i oppgaveheftet). Det var få tegn til samarbeid i oppgaveregningen. Videre ble ikke heftene levert inn til lærer, men ble beholdt av elevene etter timen. Dermed framstår det som at elevene stort sett var *ansvarlig overfor* seg selv i dette fellesskapet. Læreren gikk rundt i klasserommet og hjalp elevene. Selv om det ikke ble fanget på mine opptak antar jeg at læreren kan ha oppdaget feil i elevenes regning, og at elevene i disse tilfellene måtte forklare framgangsmåte for lærer. I slike situasjoner ville elevene også være ansvarlige overfor læreren. Arbeidet i verkstedet hadde noen tilsvarende, men også andre, karaktertrekk. I for eksempel arbeidet med *fuglekasseproduksjon* arbeidet elevene individuelt. *Fuglekasseproduksjon* var en avsluttende vurderingssituasjon i høstterminen, og elevene var i høy grad ansvarlige overfor seg selv og lærer. I *agroteknikkmesse* så jeg at elevene tok ansvar for fellesskapet som helhet. Dette viste seg spesielt i arbeidet med gjerdekomponentene. Magnus og Olav tok ansvaret for fellesskapets oppdrag som helhet, mens andre elever bidro som håndlangere i avslutningsfasen for at komponentene kunne produseres så tidseffektivt som mulig. Også Halvors overordnede blick og initiativ til å starte skiltproduksjon når han så at sceneproduksjonen var under kontroll, bidrar til å belyse hvem elevene så seg

ansvarlige overfor. De fremstod å være *ansvarlige overfor* hverandre fordi det var fellesskapet i verkstedet som sammen skulle levere produktene, og de virket *ansvarlige overfor* kunden direkte gjennom at de skulle levere et godt produkt til kunden innen fristen.

Det at enkeltelever trådte ut av den ordinære elevrollen og viste ansvar for leveringingen som helhet i verkstedet og at elevene samarbeidet for å løse oppdraget tidseffektivt likner prosesser utenfor skolen. Wedege (2010) hevder at oppgaver i virkelig arbeid alltid er et felles anliggende, man må samarbeide. Dette leder imidlertid også til at oppdraget distribueres over fellesskapet. Alle elevene deltar ikke i alt, noe som minner om Hutchins (1990) sin beskrivelse av distribuert oppgaveløsning i arbeid. Dermed vil noen elever posisjoneres til å lære noe, mens andre lærer noe annet. Dette er annerledes enn arbeidet i matematikklasserommet der alle blir tilbudt de samme oppgavene.

Ansvarlighetsregimene i fellesskapene oppsummeres i følgende tabell:

**Tabell 7-4 Ansvarlighetsregimer i fellesskapene**

Fellesskap	<i>Agens</i>	<i>Ansvarlig for</i>	<i>Ansvarlig overfor</i>
Matematikk-klasserom	<i>Disiplinær</i> – stor andel oppgaver der prosedyren er gitt	Gjøre oppgave for oppgave så langt man kommer. Før oppgavene riktig. Få krav til kontroll av løsninger.	Seg selv, få tegn til å ta ansvar overfor andre elever.
Verksted	<i>Dans med agenser:</i> <i>Menneskelig agens</i> - fortolkning av mal/arbeidstegning/bestilling, lage strategi for produksjon, vurdering/refleksjon etter produksjon. Overordnet agere for at arbeidet som helhet drives effektivt videre. <i>Disiplinær agens</i> – selve produksjonen, bruk av verktøy og teknikker.	Bidra med idéer til løsninger, produsere et godt og stabilt produkt som tilfredsstillere spesifikasjoner, kontrollere eget produkt (vinkel, vater, lodd), bidra til effektiv produksjon, bruke materialressurser sparsommelig, bidra til å levere oppdraget i tide.	Seg selv, lærer, medelever (i gruppeprosjekter) og i tillegg kunde ( <i>agroteknikkmesse</i> )

Tabell 7-4 viser min oppsummering av praksisenes ansvarlighetsregimer (Wenger, 1998) slik de framstår i kombinasjonen av Gresalfi et al. (2009) sitt begrepsrammeverk og datamateriale hovedsakelig fra hovedkategori BA #2 (om arbeidets karakter). De to ansvarlighetsregimene viser én dimensjon av det Wenger kaller kompetanseregimer. De viser hva elevene må gjøre for å bli gjenkjent som kompetente deltagere i praksisene med hensyn på ansvar. Dermed viser ansvarlighetsregimene også elementer av hva elevene *blir posisjonert til å lære* i de to ulike fellesskapene. Ansvarlighetsregimene, slik de framstår, er formet både av oppgavene/oppdragene og av framforhandlede deltagende elementer. Agensmessig posisjoneres elevene stort sett til å utøve disiplinær agens i matematikk-klasserommet, mens verkstedet er preget av en dans med agenser. Mens de i verkstedet posisjoneres til å lære prosesser med fortolkning av oppdrag, finne løsninger, produsere, vurdere og reflektere, men også til å lære overordnede prosesser som å samarbeide mot felles mål, posisjoneres de i matematikk-klasserommet til å lære den mer begrensede praksisen med å bruke ulike prosedyrer relativt isolert.

*Forskningsspørsmål del (ii): Konsekvenser av arbeidets karakter for elevenes identitetsrelasjon til fellesskapene*

Jeg har tidligere vært inne på at, i Wenger (1998) sitt perspektiv, vil praksisenes karakter ikke kun påvirke kunnskap og læring direkte, men også påvirke deltagelsesidentiteten til elevene i de to fellesskapene. I verkstedet fikk elevene stadig være med i mer helhetlige produksjonsprosesser (fra planlegging, gjennom produksjon, til etterarbeid) som er antatt å likne mer på produksjonsprosesser i arbeidslivet. Hvis elevene allerede gjennom egne *forestillinger* (Wenger, 1998) om bygg- og anleggsbransjen får inntrykk av at verkstedet tilbyr en relativt autentisk praksis, kan dette ha ført til en sterkere deltagelsesidentitet til verkstedet. Da har jeg antatt at elevene er på programmet bygg- og anleggsteknikk fordi de vil ut i denne bransjen og at de dermed ser bransjen som en del av deres framtid og *identitetsbane* (Wenger, 1998, s. 153-154). Elevenes identitetsbaner kan, som Wenger skriver, påvirke hva som betyr noe og hva vi velger å ikke bry oss om. Matematikkpraksisen hadde stort fokus på å gjøre oppgave for oppgave i et hefte uten å vurdere svar, som jeg har antatt er ganske ulik praksiser utenfor skolen. Verkstedpraksisen hadde fokus på mer autentiske produksjonsprosesser. Underkategori BA #2-2 viste at elevene måtte

samarbeide for å levere produkter innen tidsfrist, og at de måtte bruke ressurser sparsommelig, som i praksiser utenfor skolen.

BA-læreren så det som sin viktigste oppgave å gjøre elevene til skikkelige arbeidsfolk, som ble i stand til å løse problemer selv (formidlet til meg ved flere anledninger i uformelle samtaler). Å kunne dra lasset sammen var viktig for å levere produkter bestilt av reell kunde til rett tid i *agroteknikkmesse*. At hver enkelt elev gjorde sin jobb, og bidro i prosjektet, var nødvendig for at fellesskapet skulle få levert sitt produkt. Dermed ble hver elev sentral for leveringen i verkstedet. Ifølge Wenger formes identitet av en erfaring av tilhørighet. Tilhørigheten formes gjennom *engasjement, forestillinger og innordning*. (Wenger, 1998, s. 179). Når det gjelder arbeidet med *agroteknikkmesse* og det at elevene samarbeidet for tidseffektiv løsning, kan tilhørigheten til fellesskapet ha blitt styrket gjennom forestillinger og innordning. I sin framstilling av begrepet *tilhørighet gjennom forestillinger* trekker Wenger fram historien om to steinhuggere (s. 176). Begge blir spurt hva de gjør. Den ene svarer at han hugger stein i perfekt form, den andre sier at han bygger en katedral. Begge gjør samme jobb, men svarene de gir er forskjellig. Erfaringen av hva de gjør og opplevelsen av seg selv i arbeidet skiller seg fra hverandre, en opplevelse som Wenger knytter til forestillinger. Arbeidet med *agroteknikkmesse* kan ha gitt elevene erfaring av å være del av noe større som kan ha styrket tilhørigheten til praksisen. Innordning handler om å koordinere energi, handlinger og praksiser for å nå et felles mål. Slik innordning kan også gi opplevelse av å være del av noe større. Arbeidet med *agroteknikkmesse* og ansvaret elevene tok for å bidra til å levere produktene til kunden på rett tid, kan ha styrket erfaringen av tilhørighet også gjennom innordningen. Den enkelte elevs innsats var nødvendig for leveringen som helhet, dette kan ha gitt individuelle opplevelser av at hver enkeltes innsats var viktig for praksisen noe som kan ha styrket identitetsrelasjonen til verkstedet.

Å ikke bidra i arbeidet kan ha hatt mindre å si i matematikk-klasserommet, der elevene mer var ansvarlige overfor seg selv enn i verkstedet. Oppgavene ble løst kronologisk – om man ble ferdig eller ikke hadde ingen konsekvens for fellesskapet. Kanskje opplevde elevene seg som mer sentrale deltagere i verkstedet enn i matematikk-klasserommet som følge av dette.

## *Oppsummering av konsekvenser av oppgavene/oppdragenes karakter og hvordan elevene arbeidet med oppgavene/oppdragene i et situativt perspektiv*

I drøftingen av konsekvensene av arbeidets karakter for kunnskap og læring i et situativt perspektiv delte jeg drøftingen etter Wenger (1998) dimensjoner av kompetent deltagelse. Jeg brukte mer spesifikt dimensjonene *ansvarlighet for virksomheten* og *forhandlingsmulighet i delt repertoar* til å si noe om hva elevene ble posisjonert til å lære. Jeg sammenfatter nå resultatene av drøftingen. Når det gjelder oppgavene/oppdragenes karakter i de to fellesskapene, er de meget forskjellige. Jeg har argumentert for at dette teoretisk sett kan ha ledet til ulik kunnskap og læring, som ikke kun er relatert til det rent faglige innholdet. Oppgaveheftene i matematikklasserommet koordinerer aktiviteten og var med på å styre det som utviklet seg til å bli praksisens repertoar. Heftene la i høy grad til rette for prosedyreinnlæring, og deler av praksisens repertoar ble sannsynligvis disse prosedyrene. Imidlertid la heftene mindre til rette for problemløsningsprosesser som likner de utenfor skolen. Det var relativt få oppgaver som krevde at elevene måtte fortolke oppgaven, bestemme seg for strategi, beregne og så vurdere om løsningen passer med virkeligheten. I blant de blandede oppgavene fantes det noen oppgaver som krevde at elevene måtte tenke kreativt og bruke kunnskapen mer fleksibelt, men disse utgjør en liten del. Heftene la ikke opp til vurdering og refleksjon over løsninger, og slike vurderinger så heller ikke ut til å bli vektlagt gjennom den deltagende dimensjonen som var med å forme praksisens repertoar. Heftene la dermed til rette for at elevene i høy grad fikk bedrive aktivitet som krevde disiplinær agens, mens mindre vekt ble lagt på arbeid som krevde menneskelig agens (Pickering, 1995). Det er rimelig å anta at både fortolkningsprosesser og vurderingsprosesser er viktige deler av problemløsning utenfor skolen. Aktiviteten i matematikklasserommet kan dermed klassifiseres som ikke-autentisk hvis autentisk aktivitet er definert som aktivitet som fremmer tenkning og problemløsningsferdigheter som er viktige utenfor skolen (A. Brown et al., 1993; Putnam & Borko, 2000). I verkstedet krevde oppdragene det Pickering (1995) kaller dans med agenser, som inkluderer veksling mellom menneskelig agens og disiplinær agens. Elevene måtte i høy grad fortolke oppdragene og bestemme selv materialvalg og prosedyrer for å komme kunne produsere en lokal fortolkning av produktet. De måtte bruke verktøy og teknikker i produksjonen. De måtte vurdere og rapportere, og de ble satt i situasjoner der de måtte reflektere over produksjonsprosessen og læring. De måtte også samarbeide for å nå felles mål. Aktiviteten i verkstedet kan klassifiseres som autentisk i den forstand at aktiviteten søkte å etterligne en produksjonsprosess fra yrke. Datamaterialet og drøftingen sannsynliggjør at elevene lærte matematiske

prosedyrer godt, men i en sammenheng som er meget spesifikk for matematikklasserommet der prosedyrene kunne brukes mer i isolasjon. I verkstedet lærte elevene spesifikk bruk av verktøy og teknikker - men også det å delta i mer helhetlige produksjonsprosjekter mer generelt. Når Wenger (1998) hevder at det en lærer ikke er et statisk fagstoff, men prosessen med å bli engasjert i og delta i en praksis, kan kunnskapen i fra matematikklasserommet få begrenset anvendelse fordi den er så vesensforskjellig fra en virkelig praksis. Boaler (1998) hevder, med bakgrunn i en større studie, at tradisjonell metodisk undervisning kommer til kort i å forberede elever på kravene til problemløsning i den virkelige verden. Kunnskapen blir lite fleksibel, bundet til skolekonteksten og har begrenset nytteverdi ellers (s. 11). Mer prosjektbaserte tilnærminger der elevene må tenke selv, fortolke situasjoner, kombinere og bruke ulike prosedyrer, mer lik situasjoner utenfor skolen, vil ifølge Boaler, forberede elevene bedre. Til slutt har jeg antydnet at en konsekvens av høy grad av disiplinær agens i matematikk-klasserommet kan ha bidratt til å svekke identitetsrelasjonen til dette fellesskapet. I verkstedet kan det at elevene så seg selv som fremtidige bygg- og anleggsarbeidere ha gjort identitetsrelasjonen til verkstedet sterkere. Videre kan de helhetlige prosjektene som liknet mer på prosjekter utenfor skolen, og det at læreren forsøkte å støtte opp om elevenes identitet som selvstendige arbeidere, ha styrket elevenes identitetsrelasjon til dette fellesskapet ytterligere.

## **8. Hva kan det bety å gjøre matematikkundervisningen relevant for elever på bygg- og anleggsteknikk?**

Dette spørsmålet var utgangspunktet og skapte motivasjonen for min studie. På hvilke måter kan jeg besvare dette spørsmålet nå? Hva vet jeg som jeg kan bruke for å gjøre undervisningen mer relevant for elever på bygg- og anleggsteknikk, hvis jeg skal undervise en slik klasse igjen?

Som nevnt tidligere i avhandlingen (se delkapittel 1.2) hadde jeg som utgangspunkt at jeg ønsket å finne hvilke matematiske ressurser som var i bruk i verkstedet, som jeg kunne identifisere som nyttige å trekke inn i matematikkundervisningen. Samtidig så jeg for meg å kunne identifisere problemstillinger i verkstedet der matematikk kunne være til hjelp. I møtet med praksisfeltet ble imidlertid elevenes vesensforskjellige deltagelse i fellesskapene så tydelig, at dette måtte beskrives. Slik er det ofte i en casestudie. Ved å delta i et ukjent fellesskap over en viss tid, er det naturlig at en finner noe man ikke forventer. Selv om elevenes deltagelse ble fokus for avhandlingen, har jeg også oppdaget muligheter for mer innholdsmessig yrkesretting av matematikkfaget. I dette kapittelet benytter jeg anledningen til å løfte fram noen muligheter og utfordringer knyttet til yrkesretting av matematikkfaget i innhold, sammen med muligheter for relevant undervisning som er knyttet mer direkte til analysen tidligere i avhandlingen.

### **8.1 Yrkesretting i innhold – utfordringer og muligheter**

Noe av det første jeg lærte i møtet med praksisfeltet var at undervisningen i produksjonsfaget i verkstedet var relativt lokalt konstruert. Dette vil jeg si gjelder generelt i Norge. Først og fremst er første året på bygg- og anleggsteknikk, altså Vg1, utgangspunktet for rundt 20 ulike yrkesveier. Det gjør at elever som vil bli rørleggere, murere, tømrere, malere, anleggsgartnere, renholdsoperatører osv. har felles første år i utdanningsløpet. De spesialiserer seg ikke mer før i Vg2, som er andre året i utdanningsløpet. I den perioden jeg samlet datamaterialet, bestod læreplanen i produksjonsfaget for Vg1 (Utdanningsdirektoratet, 2006a) av kompetansemål som var ganske åpne med tanke på hvilken yrkespraksis de var tilknyttet. Det første

kompetansemålet var for eksempel ”Mål for opplæringen er at elevene skal kunne velge egnede verktøy og maskiner knyttet til enkle arbeidsoppgaver innenfor bygg- og anleggsteknikk” (s. 3). Det andre kompetansemålet var at elevene skal kunne ”velge, bruke og bearbeide materialer som brukes i enkle konstruksjoner innenfor bygg og anleggsteknikk” (s. 4). I ny og gjeldende læreplan (Utdanningsdirektoratet, 2020), er målene endret, men de er fortsatt åpne når det gjelder yrkestilhørighet. I praksisen jeg studerte var programfaglæreren tidligere murer. Når læreplanmålene er så åpne, er det naturlig å anta at en tidligere murer kanskje vil velge flere eksempler og teknikker fra murerfaget som utgangspunkt i undervisningssituasjoner, mens en som er tidligere tømrer kanskje velger flere eksempler fra tømrerfaget. Det var ingen eksamen i noen av programfagene (Produksjon og Tegning og bransjelære) i læreplanen som var gjeldende under min datainnsamling (Utdanningsdirektoratet, 2006a). Elevene skulle kun ha standpunkt karakterer, som ble gitt av faglærer. Det samme er videreført i nye læreplaner for programfagene (Utdanningsdirektoratet, 2020). Både åpenheten i læreplanmålene og at det ikke eksisterer en sentralgitt eksamen vil jeg tro kan bidra til store lokale forskjeller i hvordan læreplanen i programfagene tolkes og realiseres på ulike skoler. Dette er annerledes enn i matematikkfaget, der det var, og fortsatt er, åpent for at elevene kan trekkes opp til eksamen. Under min datainnsamling kunne elevene trekkes ut til både muntlig og skriftlig eksamen i matematikk. Eventuell muntlig eksamen ble utarbeidet lokalt på skolene, mens skriftlig eksamen ble utviklet regionalt på fylkesnivå (Utdanningsdirektoratet, 2006b). Etter ny læreplan for Fagfornyelsen kan elevene per i dag trekkes ut til en skriftlig eksamen i matematikk som blir utarbeidet og sensurert sentralt (altså på nasjonalt nivå). Elevene kan imidlertid også trekkes opp i muntlig-praktisk eksamen med forberedelsesdel. Denne blir utarbeidet og sensurert lokalt, altså på skolene (Utdanningsdirektoratet, 2019).

I startfasen av FYR-prosjektet<sup>13</sup> (Utdanningsdirektoratet, 2014) var det et fokus på å lage yrkesrettede prosjekter i matematikk, og disse ble lagt ut på et nasjonalt nettsted. Her fantes flere gode prosjekter, men en erfaring var at oppgavene ofte var lokalt forankret og ikke uten videre passet på andre skoler. Brukte matematikklærere disse oppgavene uten videre, risikerte de at elevene ikke hadde referanser fra den gitte byggfaglige konteksten, og konteksten i oppgaven kunne dermed forvirre mer enn å gi eleven en kjent omverdenskontekst å tenke i. Dette gjorde at fokuset i FYR etter hvert ble mer på lokalt samarbeid mellom programfaglærer og fellesfaglærer på den enkelte

---

<sup>13</sup> Nasjonalt prosjekt for å øke relevansen i fellesfagene engelsk, norsk og matematikk for yrkesfagelever.



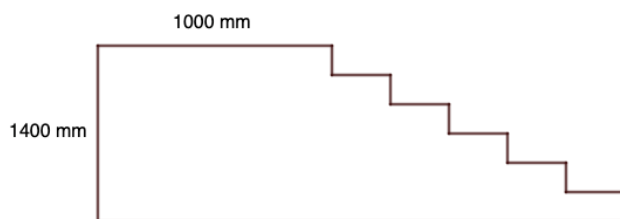
skole. Skal en matematikklærer yrkesrette matematikken er det viktig å samarbeide med programfaglærerne på samme skole, slik at elevene opplever sammenhenger mellom fagene. Videre er et element som utfordrer yrkesretting av innholdet, at elevene har liten erfaring med byggfagene tidlig i utdanningsløpet. All matematikkundervisning for elevene er lagt til Vg1. I Vg1 har ikke elevene formelt valgt yrkesspesialisering, og de har ingen eller liten praktisk erfaring. Jeg observerte at mye av tiden i verkstedet i høstsemesteret i Vg1 gikk med til å lære HMS (helse, miljø og sikkerhet) og enkel verktøybruk. Dermed ser jeg det igjen som viktig at lærerne samarbeider lokalt for at elevene skal oppleve relevans. Dersom en matematikklærer forsøker å tilby en praktisk byggfaglig kontekst å lære matematikk i uten at elevene kjenner denne praktiske konteksten, kan den praktiske konteksten i noen tilfeller forvirre mer enn å skape omverdenskontekst. Jeg vil gi et eksempel på dette fra observasjonene mine. Jeg har tidligere nevnt at alle elevene jeg observerte ble trukket opp til eksamen i matematikk. Denne eksamen var utarbeidet på regionsnivå (altså utenfor skolen). På dette tidspunktet var det et krav om at en del av eksamen skulle være yrkesrettet. En av oppgavene som elevene fikk var oppgaven gjengitt i Figur 8-1, der bruk av trappeformelen var sentral:

**Oppgave 14 (8p)**

Bruk trappeformelen  $i + 2 \cdot o = 630$  mm, i oppgavene under.

- a) Beregn inntrinnet ( $i$ ) når opptrinnet ( $o$ ) skal være 140 mm.
- b) Beregn opptrinnet ( $o$ ) når inntrinnet ( $i$ ) skal være 290 mm.

Skissen under viser en trapp med repos på 1000 mm. Repos er det store trinnet øverst i trappa. Trappehøyden skal være 1400 mm.



- c) Regn ut hvor mange trinn det blir i trappa dersom vi ønsker at opptrinnet skal være ca. 155 mm.
- d) Hvor lang blir trappe hvis vi tar med repos?

**Figur 8-1 Eksamen i matematikk 1P-Y for Bygg- og anleggsteknikk (regional), 20130117, oppgave 14**

Det viste seg at det var kun én av de 13 elevene som viste forsøk på å besvare denne oppgaven i sitt eksamenssvar. Jeg stusset litt over dette da jeg fikk informasjonen, og

snakket med programfaglæreren. Han informerte om at trappeformelen og konstruksjon av trapp var pensum i Vg2 for tømrere. Dermed hadde ikke elevene jobbet med konstruksjon av trapp i Vg1. Konteksten var ukjent, noe som kan ha bidratt til å øke vanskegraden i oppgaven framfor å gi kjente praktiske referanser. Selv om yrkesretting av eksamensoppgaven her kanskje var feilslått, åpner trapper muligheter for yrkesretting. Trappeformelen kan være utgangspunktet for et samarbeid mellom programfagene og matematikkfaget, et samarbeid som kan legge til rette for opplevd relevans. I læreplanen i matematikk som var gjeldende den gangen (Utdanningsdirektoratet, 2010) og i ny og gjeldende læreplan (Utdanningsdirektoratet, 2019) innført høsten 2020, eksisterer eksakt det samme kompetansemålet: ”Mål for opplæringa er at eleven skal kunne tolke og bruke formler som gjeld dagligliv og yrkesliv.” I dag er det ulike kompetansemål i matematikk for de ti ulike yrkesfaglige studieprogrammene på Vg1. Imidlertid er akkurat det nevnte kompetansemålet videreført for alle yrkesfaglige studieprogram. I læreverket Mønster (Bækkevar et al., 2020), som jeg er medforfatter i og som er utarbeidet til nye og gjeldende læreplaner i matematikk for videregående skole, hadde jeg hovedansvaret for blant annet yrkesretting i boka for bygg- og anleggsteknikk. Erfaringene mine fra forskningsarbeidet var viktige for yrkesrettingen av boka. I teorikapitlet om formler viet jeg ett delkapittel til trappeformelen. Jeg utarbeidet også flere oppgaver og mer praktiske aktiviteter knyttet til trappeformelen. Dette åpner for at trappeformelen kan bli kjent for flere elever gjennom matematikken. Matematikklærere blir også gjennom dette grepet eksponert for trappeformelen og kanskje kan denne, samt tilhørende oppgaver og aktiviteter som jeg utarbeidet, skape utgangspunkt for lokalt samarbeid mellom programfagene og matematikkfaget på ulike skoler. Jeg har tidligere vist til eksempelet med muring av trappevanger som ble utført på skolen jeg observerte, et prosjekt som ble gjennomført etter elevenes matematikkeksamen. Dette prosjektet kunne vært utgangspunkt for et samarbeid om trapp, noe som også kunne involvert trappeformelen som et matematisk tema. Hvis programfaglærer og matematikklærer kommuniserer om sine prosjekter og sine mål, vil jeg anta at flere byggfaglige prosjekter kan tilpasses noe, slik at de også trekker inn matematikk som elevene skal lære i matematikkfaget. Slik kan matematikken vise seg fram som relevant og av nytte for elevene i yrkesutøvelsen. Å koble matematikk og programfag sammen på en slik måte trekkes fram som engasjerende og viktig i tidligere forskning (Dalby, 2013; Dalby & Noyes, 2015, 2016; Muhrman & Frejd, 2018; Sundtjønn, 2013; Utvik, 2012).

Jeg har nevnt tidligere at elevene skulle blande mørtel, og at de brukte en prøv og tilpass-metode for å finne riktig konsistens, istedenfor å bruke blandingsforhold som involverer beregninger. Det er selvfølgelig viktig for elevene å ha kunnskap om blandingsforhold rent matematisk. Skal elevene for eksempel blande større mengder, eller blande ut væske fra konsentrat, er kompetanse om blandingsforhold helt nødvendig. Hvis programfaglærer og matematikklærer hadde kommunisert med hverandre, er dette også en praktisk kontekst som kan være med å støtte læringen av matematikk, en matematikk som antagelig vil styrke elevene i sin framtidige profesjonsutøvelse. Hvis programfaglærerne, med hjelp fra matematikklæreren, viser elevene i hvilke praktiske situasjoner det er nødvendig å forstå blandingsforhold, tror jeg elevene vil oppleve blandingsforhold som mer relevant for seg. Dermed kan matematikkundervisningen oppleves mer relevant og kanskje til og med mer interessant? Samtidig er det viktig at matematikklæreren kjenner til at elevene i verkstedet også bruker andre og mer praktiske måter og blande på, at disse anerkjennes, samtidig som de praktiske metodenes begrensninger løftes fram. I noen tilfeller er de praktiske og kulturelt utviklede framgangsmåtene meget effektive (Carragher et al., 1985; Pozzi et al., 1998), men i andre tilfeller har man behov for de matematiske og generelle tilnærmingene.

Et siste eksempel jeg vil trekke fram, er målestokk. I forbindelse med en observasjon på skolen året før jeg startet den egentlige datainnsamlingen, observerte jeg BA-elever i en programfagtime. De arbeidet med målestokk i et vanlig klasserom. Dette kunne nesten vært en matematikktime. De satt i klasserommet og tegnet plantegninger av rom i ulike målestokker. Jeg vet også at de brukte tid på å tegne fasadetegninger i gitte målestokker. Imidlertid var ikke matematikklæreren som underviste denne klassen på noen måte tilknyttet målestokkundervisningen i programfaget. Han hadde undervist målestokk mer generelt fra matematikkboka tidligere i semesteret. Målestokk var en stor del av faget Tegning og bransjelære (ett av de to programfagene) og er igjen et utmerket utgangspunkt for samarbeid mellom programfaget og matematikkfaget. Et eksempel på praksisrelatert matematikk i Tegning og bransjelære og samarbeid mellom matematikk og programfag er utforsket av Utvik (2012).

Selv om fokuset i min avhandling er på hva det betyr å delta kompetent, benyttet jeg flere slike opplevd uutnyttede muligheter for å bringe matematikk og programfag tettere sammen, som utgangspunkt for teori, oppgaver og praktiske aktiviteter i boka Mønster bygg- og anleggsteknikk (Bækkevar et al., 2020). Jeg må presisere at jeg ser

den lokale dialogen mellom matematikkfaglærer og programfaglærer på den enkelte skole som essensiell i arbeidet med å sikre opplevd relevans. Dalby og Noyes (2016) observerte matematikkundervisning for yrkesfaglige studieprogram. De observerte at der lærerne tilrettela for at timene representerte autentisk bruk av matematikk med passende og presise kontekstuelle detaljer så opplevde elevene matematikken som relevant og nyttig. Et poeng i Dalby og Noyes sin studie er også at de matematikklærerne som fikk dette til, er plassert på skolens yrkesfagavdelinger, og deler for eksempel arbeidsrom med yrkesfaglæreren. Et slikt grep kan nok tilrettelegge for bedret samarbeid mellom matematikklærer og programfaglærer. Samtidig er det utfordringer ved dette også. Flere matematikere har sin identitet knyttet til matematikken, og vil kanskje kvie seg for å svekke tilhørigheten til egen realistseksjon.

Jeg observerte videre at programfaglæreren hadde en naturlig autoritet hos elevene, kanskje siden han representerte praksisfeltet elevene skulle bli en del av. Jeg tror det er viktig at programfaglærere er bevisst på å vise når og hvordan matematikk er viktig i yrkesutøvelsen slik at elevene virkelig skal forstå dette, og for at de skal tro på det. Temaet berøres også av Frejd og Muhrman (2022). De observerte to tverrfaglige undervisningsøkter der programfaglærer og matematikklærer sammen utarbeidet og gjennomførte. I den ene økten, der fokuset er på budsjetter og merverdiavgift, sier programfaglæreren innledningsvis foran klassen at merverdiavgift er vanskelig, og at han derfor brukte en revisor til å sette opp budsjett i egen frisørvirksomhet. I denne undervisningsøkten var elevene lite engasjert, og forskerne indikerer at programfaglærerens utsagn om revisoren, kan ha gitt elevene inntrykk av at merverdiavgiftberegninger ikke vil være en virkelig del av deres framtidige yrke.

Matematikklæreren må være grundig og varsom i arbeidet med yrkesretting av aktiviteter og oppgaver, og spille på lag med programfaglæreren. For eksempel observerte jeg i undervisningsøkten *formlikhet* at matematikken ble knyttet til å lage et tilbygg på en måte som ikke opplevdes autentisk. Yrkesrettingen av matematikkfaget må oppleves som troverdig for elevene, og ikke som kunstig oppkonstruert av matematikklæreren alene. Dialog lærerne imellom er viktig for å sikre mer samsvar. Med det mener jeg ikke at all matematikk skal være kontekstualisert, men at når slike referanser skapes, så bør de være så korrekte og virkelighetsnære som mulig. Viktigheten av at oppgavene virkelig oppleves troverdig autentiske nevnes av for eksempel Frejd og Muhrman (2022), Muhrman og Frejd (2018) og Dalby (2013).

## 8.2 Yrkesretting i form av prosesser

I arbeidet med avhandlingen har ikke hovedfokuset vært på disse innholdsmessige mulighetene for tverrfaglig samarbeid, men heller på hva det betød å være kompetent i de to forskjellige fellesskapene. Det var så tydelig at elevenes måter å delta på var forskjellige, at dette måtte analyseres og beskrives. Liknende observasjoner beskrives også av Dalby og Noyes (2015) som oppdaget store forskjeller i læringskulturen i tradisjonelt underviste matematikkfag sammenliknet med programfagene. Min egen analyse viste at det å være kompetent i verkstedet og i matematikk-klasse rommet kunne beskrives gjennom tre hovedkategorier: *hovedkategori #1* som omhandler hvordan idéer entret fellesskapene, *hovedkategori #2* som omhandler hvordan elevene arbeidet med oppgaver og oppdrag og *hovedkategori #3* som omhandler hva som framstod som målene for de to fellesskapene.

*Hovedkategori #1* er knyttet til hvordan idéer entret fellesskapene og hvilken karakter idéene hadde. Her er det å være kompetent i verkstedet knyttet til å tenke selv. Jeg observerte at elevene måtte bidra med idéer og dele erfaringer, de måtte finne mulige veier til sin konstruksjon av målet, og en innarbeidet del av praksisen var å vurdere og reflektere både underveis og i etterkant av endt produksjon. Noe tilsvarende skriver Dalby og Noyes (2015) at elevene på programfag forventes å ta større ansvar for egen læring, at de utøvde agens og at de hadde større frihet i læringssituasjonene. Frejd og Muhrman (2022) rapporterer blant annet fra en undervisningsøkt gjennomført i skolens frisørsalong, der matematikkoppgaver er bakt inn i et yrkesfaglig prosjekt. Når elevene jobbet i frisørsalongen samarbeidet de mer, diskuterte de mer, og tok mer ansvar for å hjelpe hverandre enn i en annen observert tverrfaglig økt i matematikk-klasse rommet. Forskerne observerte også at den ledende rollen skiftet mer mellom lærer og elev i frisørsalongen enn i klasse rommet, noe som så ut til å stimulere utviklingen av selvtillit. I matematikk-klasse rommet derimot, observerte forskerne mer tradisjonell klasse romsdeltagelse, der elevene arbeidet individuelt, og ventet på læreren om de stod fast – noe forskerne mente førte til lavt engasjement. Jeg observerte tilsvarende ensidig lærerautoritet i matematikk-klasse rommet. I matematikk-klasse rommet ble nye idéer, og gjerne det læreren kalte metoder, introdusert av læreren selv. Elevene viste seg kompetente ved å adoptere lærerens idé, som gjerne var av metodekarakter. Det var påfallende hvordan elevenes egne idéer og mer uformelle strategier ble tilsidesatt, og marginalisert i fellesskapets meningsdannelse. Som jeg har skrevet i analysen hevder

Wenger (1998) at læring er avhengig av den lærendes deltagelse i den kollektive meningsproduksjonen. Det å stadig måtte sette sine egne idéer til side er i Wengers perspektiv et hinder for læring. For Wenger er imidlertid ikke elevenes rolle i meningsproduksjonen bare viktig for umiddelbar læring, men også for den mer langsiktige tilknytningen til læringsfellesskapet. I min studie er det sannsynlig at en opplevelse av at egne idéer var viktige i meningsproduksjonen i verkstedet knyttet elevene sterkere til denne praksisen også identifikasjonsmessig. Her fremstod det som at elevenes idéer, kunnskap og diskurser var det som drev praksisen videre, og gjorde at verkstedfellesskapet kunne produsere og levere. Dette kan ha gjort at elevene følte seg viktigere for praksisen og som mer sentrale deltagere i praksisen i verkstedet enn i matematikk-klasserommet.

At elevene i matematikk-klasserommet i stedet mer ensidig adopterte andres idéer og satte sine egne til side, kan ha gjort at de distanserte seg mer fra matematikken. Om en elev deltok aktivt eller ikke, spilte ikke så stor rolle for dette fellesskapet samlet sett. Som resultat av min analyse *vil jeg foreslå å i større grad ta hensyn til elevers idéer og la disse være med å danne grunnlag for meningsproduksjonen i matematikk-klasserommet*. Dette både for å sikre mer umiddelbar læring forbundet med Wenger (1998) og relasjonell forståelse (Skemp, 1987), men også for å knytte elevene sterkere til fellesskapet i matematikk-klasserommet. Blir elevenes idéer viktige, vil elevene sannsynligvis oppleve seg selv som mer sentrale deltagere.

Kilpatrick et al. (2001) bruker begrepet ”productive disposition” om blant annet personers evne til å se meningen med matematikk og det å oppfatte seg selv som en effektiv utøver av matematikk. De hevder at for at elever skal utvikle seg matematisk må elevene tro på at matematikken er forståelig, ikke tilfeldig, og de må tro på at de selv er i stand til å finne ut av problemer. Jeg antar at mer fokus på elevenes idéer og det å la disse danne grunnlaget for videre meningsproduksjon i matematikk-klasserommet, kan styrke denne produktive disposisjonen hos elevene. Kanskje vil de i større grad opparbeide en forståelse av at matematisk kunnskap er meningsfull og sosialt konstruert istedenfor gitt av en ytre autoritet (Povey et al., 1999)? Kanskje kan dette gjøre at elevene i større grad opparbeider en tro på at de selv kan løse matematiske problemer i sitt framtidige yrke og at de opplever seg selv som effektive matematiske utøvere? Med grunnlag i mine observasjoner, analyse og de nevnte teoretiske perspektiver vil jeg altså fremme et forslag om å styrke elevidéenes rolle i matematikk-klasserommet. Jeg antar at en slik tilnærming kan gjøre elevene tryggere

på seg selv som matematiske problemløserne. Jeg vet at det er mye matematikk i bygg- og anleggsteknikk, og jeg er overbevist om at det å styrke elevene som matematiske problemløserne også vil styrke elevene som utøvere i sin framtidige profesjon. Dermed vil jeg foreslå at det å løfte elevidéenes status i klasserommet kan være del av det å gjøre undervisningen relevant for elevene på bygg- og anleggsteknikk.

I *hovedkategori #2* beskrev jeg elevenes oppdrag og oppgaver og hvordan de arbeidet med dem i de ulike fellesskapene. Også her viste fellesskapene en ulik konstruksjon av det å være kompetent. I verkstedet var fokuset på å gjøre praktiske produksjonsprosjekter effektivt. Fokuset var ofte på helhetlige praktiske prosjekter med idéfase, planlegging, produksjon, kontroll og refleksjon over gjennomført prosjekt. Elevene måtte i flere prosjekter samarbeide for å oppnå effektiv produksjon, og for å levere produkt til rett tid. I matematikk-klasserommet beskrev jeg at elevene arbeidet med ikke-autentiske oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng og at de løste mange like oppgaver. Her kom det også fram at elevene var lite opptatt av å kontrollere egne løsninger. De gjorde gjerne oppgave for oppgave uten noen form for kvalitetskontroll. I min analyse argumenterte jeg for at i begge praksiser ble bruk av verktøy og teknikker en del av praksisenes repertoar. Imidlertid framstod det som at det utviklet seg mer bredde i repertoaret i verkstedet. Her ble også evne til å gjennomføre hele prosjektfaser del av repertoaret. Videre ble elevene vant til å kontrollere seg selv underveis i arbeidet. Til sist var det innarbeidet at det å se tilbake på produksjonen, tenke over hva som kunne vært gjort annerledes og bedre og å lære av dette, en innarbeidet del av alle prosjekter. I lys av denne kategorien vil jeg slutte at *det å gjøre undervisningen relevant for elever på bygg- og anleggsteknikk også kan innebære å la elevene få muligheten til å arbeide mer med matematisk problemløsning i praktiske sammenhenger. Kanskje kan det bety flere læringssituasjoner der elevene samhandler med hverandre og der de i en praktisk kontekst selv skal forstå og formulere problemet, hente fram egnet verktøy fra sin matematiske verktøykasse, løse problemet og vurdere om løsningen er fornuftig i den praktiske sammenhengen.*

Modellering er et kjerneelement i de nye læreplanene i matematikk (Utdanningsdirektoratet, 2019), så elevene skal nå jobbe mer med slike typer problemer. Denne typen læringssituasjoner vil være mer autentiske. Det er nok sjeldnere i det virkelige liv at problemet er forhåndsformulert og metodene som skal brukes er oppgitt, slik det oftest var i matematikk-klasserommet som jeg har analysert. Skal det være mulig å få til en undervisningspraksis der elevene får møte matematiske

problemer i relevante praktiske sammenhenger, tror jeg igjen det er nødvendig med godt lokalt samarbeid mellom programfaglærer og matematikklærer.

### **8.3 Faktorer som kan styre lærernes prioriteringer**

*Hovedkategori #3* var knyttet til målet med undervisningen. Her framstod det som at målet i matematikk-klasserommet var at elevene skulle bestå faget og eksamen. I verkstedet framstod elevenes mål stort sett som å lage et godt produkt som noen kanskje skulle bruke, og lærerens mål virket rettet mot å forme gode arbeidere. Kandidater som blant annet tenker selv, oppfører seg bra, samarbeider godt, løser problemer selvstendig, holder orden rundt seg osv. Hvorfor er det slik i matematikkfaget at det å bestå overskygger det å gjøre matematikkundervisningen relevant for elevene?

Jeg opplever at en utfordring med lokal yrkesretting er at eksamen er styrende for matematikken. Læreplanen i produksjonsfaget for bygg- og anleggsteknikk gir stor lokal frihet for tilpasning til ulike yrker. På den annen side har matematikkfaget en sentralgitt eksamen, og jeg vil anta at den sentralgitte eksamensformen kan være et hinder for lokal yrkesretting av matematikken. Velger man som lærer å bruke tid på et lokalt tilpasset prosjekt, vil dette gå på bekostning av å bruke tid på å forberede elevene til den sentralgitte eksamen. Gjeldende læreplan i matematikk gir elevene mye å gape over i løpet av de 84 timene faget skal gå over (offest gitt som tre undervisningsøkter hver på 45 min i løpet av ett skoleår). Da vi skrev matematikklæreboka "Mønster for bygg- og anleggsteknikk" (Bækkevar et al., 2020) utgitt av Gyldendal Norsk Forlag, ble denne boka den mest omfangsrike av de yrkesrettede matematikklærebøkene, med sine omlag 400 sider. Det er omfangsrikt for et lite matematikkfag. De som skal utarbeide sentralgitte eksamensoppgaver i matematikk vil nok se til læreverkene fra de store forlagene (Gyldendal, Cappelen Damm og Aschehoug) når eksamensoppgavene skal utarbeides. Dermed vil nok en del lærere føle på at de bør dekke så mye som mulig av det teoretiske innholdet i bøkene gjennom undervisningen. I Mønster lagde vi flere aktiviteter til hvert emne ment for å inspirere til tverrfaglig samarbeid mellom programfag og matematikk. Men alt krever tid, og jeg tror det er viktig å være bevisst på at den sentralgitte eksamen vil være styrende for lærernes prioriteringer. Kanskje er det de tverrfaglige aktivitetene som først settes til side når lærerne må prioritere? I så fall kan lokalt samarbeid på tvers av



programfag og matematikkfag marginaliseres som følge av den sterke posisjonen til den sentralgitte matematikkeksamenen i Norge.

Jeg har fått informasjon om at det historisk sett har vært dispensasjoner fra sentralgitt eksamen i matematikk. Ved Lilje videregående skole vet jeg at det over noen år ble gjennomført lokale praktisk-muntlige matematikkeksamener på dispensasjon, istedenfor sentralgitt skriftlig. Skolens bygg- og anleggstekniske verksted ble benyttet som arena for eksamen i matematikk. Et praktisk byggteknisk oppdrag ble benyttet som utgangspunkt for vurderingen av matematisk kompetanse. For eksempel ble konstruksjon av en pipehatt utgangspunktet for beregninger knyttet til målestokk, lengder, vinkler, areal og volum. Jeg vet også at det var et mer utstrakt samarbeid mellom matematikklærere og programfaglærere i denne perioden. Matematikklærerne utarbeidet eget materiale tilpasset bygg- og anleggstekniske fag, og jeg fikk noe innsikt i prosjekter gjennomført på tvers av arenaene matematikk-klasserom og verksted. Jeg tror slike tverrfaglige prosjekter kan bidra til at elevene får bruke matematikk i en praktisk setting, med flere av fasene knyttet til problemløsning som er lik de utenfor skolen, istedenfor den mer ensidige innlæringen av metoder som jeg observerte i matematikk-klasserommet i min studie. Sentralgitt eksamen har sine fordeler, men jeg antar også at den kan være et hinder for lokal tilpasning og yrkesretting.

## **8.4 Konklusjon**

For å oppsummere hva det betyr å gjøre matematikkundervisningen relevant med utgangspunkt i de erfaringene jeg har fått gjennom arbeidet med avhandlingen, vil si følgende:

- Vi må være oppmerksomme på at det er store lokale forskjeller i hvordan læreplanen realiseres i programfagene på ulike skoler. Umiddelbar oppnådd relevans kan oppnås ved at matematikken tar utgangspunkt praktiske problemstillinger som er kjent fra skolens verksted. Et godt lokalt samarbeid mellom klassens programfaglærer og matematikklærer er en viktig forutsetning for å sikre opplevd relevans for elevene. Dette støttes også av tidligere forskning (Bakker, 2014; Dalby, 2013; Dalby & Noyes, 2015, 2016; Frejd & Muhrman, 2022; Muhrman & Frejd, 2018)

- Et slikt lokalt samarbeid kan også bidra til at yrkesretting av matematikk i innhold ikke oppleves som kunstig konstruert for matematikkens skyld. Det finnes eksempler på at en tilsynelatende yrkeskontekst forkastes av læreren så fort som mulig, for så å utforske mer rene matematiske problemstillinger, se for eksempel drøftingen rundt Utdrag 5-8 fra *formlikhet* eller i annen forskning Boistrup og Keogh (2017). Et godt lokalt samarbeid der lærerne identifiserer matematiske problem som stammer fra reelle yrkesmessige kontekster, og der matematikken bidrar til å løse yrkesfaglige problemer effektivt kan bidra til økt relevans. Som jeg har vært inne på tidligere, mener jeg det bør være et gjensidig ansvar her. Det er både matematikklærerens og programfaglærerens ansvar at elevene opplever relevans.
- Det å styrke elevidéenes rolle i matematikk-klasserommet kan gjøre at elevene blir tryggere og mer effektive utøvere av matematikk. Det kan gjøre at de i større grad tror på at de selv kan løse problem av matematisk art og at de blir mer utholdende i problemløsningssituasjonen.
- Å gjøre undervisningen relevant kan handle om at elevene får delta i mer realistiske fullverdige problemløsningssituasjoner i praktiske sammenhenger. I dette legger jeg at elevene får trening i å forstå problemet i den praktiske sammenhengen, formulere det matematisk, løse det uten å få tildelt forhåndsgitte matematiske verktøy og å vurdere om løsningen kan passe. Dette legges det til rette for i de nye læreplanene i matematikk, der modellering et kjerneelement (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Selv om matematikkfaget skal være allmenndannende, er nå læreplanene mer yrkesrettede enn da jeg gjennomførte mine observasjoner. Jeg tror likevel vi må fortsette å arbeide for at matematikkundervisningen skal bli enda bedre tilpasset elevgruppen. Imidlertid mener jeg det er viktig at vi ikke overlater dette til matematikklærerne alene. Først tror jeg det vil hjelpe om yrkesfaglærere spiller på lag med matematikklærerne, og støtter matematikklærerne i å vise elevene at matematikken er relevant i verkstedet. Videre må lærerne få oppleve at også skolens administrasjon og hele systemet rundt legger til rette for yrkesretting, om yrkesretting er ønskelig. For eksempel kan det dreie seg om å gi lærere tid og rom for samarbeid, å la matematikklærere undervise for samme studieprogram over tid for å bygge en relasjon til yrkespraksisen og yrkesfaglærerne, og ikke minst bidra med samarbeidsarenaer på tvers av skoler for å gjøre det lettere å dele gode praksiser. Mer sentralt kan det være det kan gjøres pilotprosjekter på lokalgitte

matematikkeksamener, og utforske effekter av dette. Lærerne har en travel hverdag, og tid og ressurser må settes av for å støtte lærerne i å gi mer relevant undervisning til yrkesfagelevne. Samtidig må mer sentrale rammebetingelser, som eksamensform, gjøre at lærerne faktisk opplever det som praktisk mulig å yrkesrette matematikken om dette skal være et hovedmål.

Jeg vil avslutte med at jeg fortsatt har et stort ønske om at elever på bygg- og anleggsteknikk skal få oppleve at matematikk virkelig er relevant for dem. Jeg håper at de i framtiden i større grad enn det jeg opplevde gjennom min studie, kan føle eierskap til matematikken og at de kan se seg som mer aktive utviklere av den. Jeg ønsker de skal oppleve at matematikk er meningsfull og nyttig. Jeg håper at framtidens matematikkundervisning utruker elevene enda bedre med matematiske kompetanser som de virkelig kan ha glede av, og som styrker dem i profesjonsutøvelsen videre i livet.



## 9. Diskusjon

I dette avsluttende kapittelet vil jeg kort diskutere valgte teorier og metoder, og deres begrensninger. Videre vil jeg relatere egen forskning til tidligere forskning, og plassere avhandlingens bidrag inn i forskningsfeltet. Til slutt vil jeg beskrive avhandlingens bidrag til praksisfeltet og skolens undervisning mer direkte.

### 9.1 Teori og metodevalg

Som nevnt tidlig i avhandlingen brukte jeg lang tid på valg av teori. I prosjektbeskrivelsen brukte jeg Engeströms aktivitetsteori (Engeström, 2000, 2001; Engeström et al., 1999) som teoretisk fundament. Dette fundamentet ble også brukt av J. Williams, Wake, og Boreham (2001) for å analysere elevers vansker med å bruke skolematematikk til å løse et problem som involverte grafer i en laboratoriesetting. Laboratoriet og matematikk i skolen portretteres som to ulike aktivitetssystem og forskjeller vises. Jeg planla å se matematikk-klasserommet og skolens verksted som to aktivitetssystem på samme måte. I nyere forskning har Frejd og Muhrman (2022) benyttet aktivitetsteorien tilsvarende i sin analyse av tverrfaglig matematikkundervisning gjennomført i henholdsvis matematikk-klasserom og skolens frisørsalong. Undervisningen i klasserommet og i frisørsalongen er modellert ryddig av forskerne som to ulike aktivitetssystem, og likheter og ulikheter i arbeidsdeling, verktøy, regler, fellesskap som elementer i Engeströms modell drøftes. Gjennom modellene fikk forskerne fram ulikheter i hva som teller som legitim undervisningspraksis og som kunnskap i og mellom aktivitetssystemene, og konkluderer med at ulikhetene kan føre til spenninger og motsetninger når deltagerne beveger seg mellom dem. Jeg kunne beholdt dette teoretiske rammeverket i egen studie, men opplevde den gangen at jeg ikke fikk belyst elevenes identitetsrelasjoner med fellesskapene matematikk-klasserom og verksted i stor nok grad. Jeg vurderte også Holland et al. (2003) sin "Identity and agency in cultural worlds" og Lave (1988) sitt tidligere arbeid "Cognition in practice", men det var først da jeg leste Wenger (1998) sin "Communities of practice" at jeg opplevde å møte et begrepsapparat som gjorde at jeg kunne begepliggjøre og fortolke mine egne observasjoner og funn spesielt knyttet til elevenes identitetsrelasjoner til de ulike praksisene. Så ligger det noen begrensninger i dette valget. Når en teori velges, får man noe, men mister kanskje noe annet. For eksempel har jeg gjennom å bruke Wenger fokusert på en mer overordnet

analyse av fellesskapene, og fokusert mindre på grundig analyse av for eksempel matematiske dialoger og matematisk innhold. Hadde jeg brukt mer spesifikk matematikkdiraktisk teori som linse, kunne nok flere aspekter ved matematikken kommet fram. I nyere forskning innenfor fagfeltet rundt yrkesretting av matematikk, ser jeg at Bernsteins teorier og modeller brukes i analyse (Bellander et al., 2017; Boistrup & Henningsen, 2016; Boistrup & Keogh, 2017; Brantlinger, 2022; FitzSimons & Boistrup, 2017; Muhrman & Frejd, 2018). Jeg kjenner ikke teoriene til Bernstein annet enn gjennom oversikten over tidligere forskning, men observerer at Bernsteins begreper kanskje kunne egnet seg til å beskrive og analysere egenskaper ved matematikkfaget og programfaget som disipliner. Kanskje kunne dette belyst spenninger mellom disiplinene?

Mine metodiske valg gir begrensninger. Jeg har gjort en casestudie av en BA-klasse med 15 elever og to av deres lærere. Det er et meget begrenset utvalg. Jeg valgte en stor videregående skole som jeg hadde nærhet til og som tilbød studieprogrammet Bygg- og anleggsteknikk som lokasjon for datainnsamling. Samtidig antok jeg at skolen var ganske ordinær. Likevel vet jeg ikke med sikkerhet hvor representativ mitt utvalg var for slik utdanning i Norge generelt. Det må man anerkjenne når man gjør en casestudie. Flyvbjerg (2011) skriver at universalier ikke finnes i studier av menneskelige anliggende (s. 304) og at ethvert eksempel er spesielt i sosialvitenskap. En vanlig kritikk av casestudien har vært at man ikke kan generalisere fra den (Bryman, 2008). Casestudiens styrker er heller at den for eksempel kan gi en dybdebeskrivelse av en case, at den kan bidra til å forstå konteksten man undersøker, og samtidig kan den fostre nye hypoteser og nye forskningsspørsmål. Flyvbjerg (2011) skriver at casestudien og statistiske metoder komplementerer hverandre godt. For egen del kunne en forlengelse av studien vært å bruke statistiske metoder for å finne ut hvor utbredt resultatene mine er. En videre begrensning knyttet til metode er mengden data fra de to fellesskapene. Jeg opplevde å observere så mye som jeg hadde mulighet for, men det er klart at mer data fra både matematikk-klasserom og verksted kunne bidratt til å styrke troverdigheten til resultatene. Det kunne for eksempel vært å observere flere undervisningsøkter, gjort flere intervju osv., men det kunne også vært knyttet til å hente inn data på flere måter i undervisningen som jeg observerte. Som jeg har nevnt før, hadde jeg nok foretrukket å hente lydopptak også fra det praktiske arbeidet i verkstedet. Dette var ikke mulig med mine ressurser på grunn av at elevene hele tiden forflyttet seg på større områder, og at det var mye støy i verkstedet. Lydopptak hadde gitt rikere datamateriale fra dette fellesskapet, og kunne supplert notatføring, bilder,

elevrappporter og lydopptak fra vurderingssituasjoner eller intervjuer når jeg skulle gjøre analysen. Så må jeg også anerkjenne at jeg som forsker er en begrensning. Det er min fortolkning som ligger til grunn, og fortolkningen vil til en viss grad være subjektiv. Videre har jeg vært en novise i alle deler av dette forskningsarbeidet. Spesielt med tanke på datainnsamling kunne jeg ha hatt nytte av mer erfaring. Mens jeg i annet arbeid med for eksempel teori og analyse har kunnet prøve en tilnærming for så å gå tilbake og prøve på nytt, var det vanskelig i datainnsamling. Innsamlet datamateriale har vært en endelig masse, med de kvalitetene og manglene denne massen har hatt. Et av målene mine har vært å få mer kjennskap til virkelige praksiser i matematikk-klasserom og byggfag, og jeg opplever at observasjonene mine og den deskriptive analysen ga meg mye. Flyvbjerg (2011) skriver blant annet at casestudiens nærhet til virkelige situasjoner og dens overflod av detaljer er viktig blant annet for å få utvikle et nyansert syn på virkeligheten (s. 303). Jeg håper at studien har gitt leseren og forskningsfeltet en indirekte erfaring med hvordan matematikkundervisning og programfagundervisning på bygg- og anleggsteknikk i Norge *kan* være.

## **9.2 Avhandlingens bidrag til forskningsfeltet**

I min studie av hva det betød å være kompetent i matematikk-klasserommet og verksted fant jeg ut at dette var relatert til tre kategorier i hvert fellesskap. Jeg vil nå se resultatene i sammenheng med tidligere forskning. Jeg fokuserer spesielt på mine to første hovedkategorier, slik jeg gjorde i analysen på tvers av casene, da det er disse kategoriene jeg har mest materiale fra. Til sist vil jeg beskrive avhandlingens bidrag til forskningsfeltet.

De første kategoriene MA #1 og BA #1 handlet om idéenes karakter og hvordan disse idéene entret de to fellesskapene. For matematikk-klasserommet fant jeg at kompetent deltagelse var forbundet med å adoptere lærerens metoder. Elevene var i høy grad forventet å adoptere lærerens idé, og disse idéene hadde gjerne metodekarakter. For verkstedet fant jeg at elevene måtte tenke selv. Mer spesifikt måtte de bidra med idéer og dele erfaringer med hverandre, de måtte finne praktiske og gjennomførbare måter å konstruere på, og de måtte vurdere og reflektere eget produkt både underveis og i etterkant av produksjonen. Den type undervisning som jeg observerte i matematikk-klasserommet kan karakteriseres som tradisjonell. Dalby og Noyes (2015) fant at i slik tradisjonell matematikk for yrkesutdanning så var det læreren som ledet og

kontrollerte læringsprosessen. Undervisning ble nøye planlagt av lærer, og matematisk kunnskap ble ”levert” til elevene. Dette samsvarer med mitt resultat fra matematikk-klasserommet, at det å være kompetent blant annet er forbundet med å adoptere lærerens idéer. Frejd og Muhrman (2022) rapporterer fra et samarbeid mellom en matematikklærer og en programfaglærer på frisørutdanning. Det rapporteres fra en tverrfaglig økt i matematikk-klasserommet og en i skolens frisørsalong. Forskerne fant at i skolens frisørsalong så var normene nærmere de vi har i arbeidslivet. De arbeidet praktisk, levde seg inn i oppgaven, arbeidet med høyt engasjement, beveget seg rundt i rommet, diskuterte og hjalp hverandre med både matematiske og mer praktiske oppgaver. Dette er helt i samsvar med observasjonene mine fra verkstedet. I Frejd og Muhrman sin studie hadde lærerne en ledende rolle i starten av undervisningsøkten med å introdusere oppgaven, men så tok elevene den ledende rollen. Også dette er i samsvar med mine observasjoner, se for eksempel drøftingen rund konstruksjon av gjerdekomponenter i *agroteknikkmesse*. Frejd og Muhrman kommenterer videre at dette skiftet i roller så ut til å stimulere til økt selvtillit. I undervisningsøkten i klasserommet så ikke forskerne den samme distribueringen. Når elevene hadde problemer med å løse en oppgave der, hjalp de ikke hverandre, men satt stille og ventet på læreren. Dette minner om forskjellene jeg opplevde knyttet til hvem som eide idéene i klasserom og verksted. Videre viser Frejd og Muhrman hvordan elevene får behov for å kontrollere sine egne løsninger i det praktiske arbeidet i frisørsalongen. Dette stemmer med mine observasjoner. Vurdering og kontroll var en viktig del av elevenes aktivitet i verkstedet, men omtrent fraværende i matematikk-klasserommet.

Når det gjelder idéenes karakter, fremmet matematikk-læreren i min egen studie generelle strategier som ”måten å gjøre det på”, mens andre mer uformelle strategier raskt ble satt til side uten å få for mye oppmerksomhet. I Utdrag 5-6 viste jeg hvordan Asgeir fant hvor mange prosent 30 epler var av 200 ved å ”dele begge på to”, og i Utdrag 5-16 fant Asgeir merverdiavgiften (25 %) til en TV som kostet 10 000 eksklusive merverdiavgift, ved å dele 10 000 på 2 to ganger. I dialogen med epler, devaluerer læreren Asgeir sin løsning ved å si at det er bare for enkle tall det er mulig. I den andre dialogen sier læreren at ”Jeg tror ikke vi kommer til å lære de andre det, for jeg tror ikke de kommer til å skjønne det”. I begge episoder dras oppmerksomheten tilbake på lærerens generelle og effektive måte å løse problemene på. Tilsvarende observasjoner er gjort av Boistrup og Keogh (2017) der læreren avfeier en uformell strategi for å beregne medisindosering. Læreren sier til elevene at metoden fungerte for at tallene var lette, og fokuserer så på den generelle metoden med å løse problemet



som et likningssett. Dette er annerledes enn observasjonene mine fra verkstedet, der det viktigste er at elevene tenker selv og kommer med egne løsninger. Hvis løsningene fungerer er de gode nok. For matematikkens del blir vurderingen av slike episoder som eplene, merverdiavgiftberegningen og medisindoseringen et spørsmål om hva som er målet med undervisningen. Kanskje er det plass for både generelle tilnærminger og de som drar nytte av fleksibel tallforståelse og kontekstuelle elementer – spesielt for elever på yrkesforberedende program. Matematikk i arbeid er jo preget av å være situasjonsspesifikk, se for eksempel Naresh (2015) og Pozzi et al. (1998). Mer overordnet ser jeg både i Frejd og Muhrman (2022) sin forskning og i min egen at eierskapet til kunnskap og ideer skiftes når man beveger seg fra matematikk-klasserom til yrkesfagrom. I klasserommet ligger eierskapet hos læreren og kunnskapen tilhører en ekstern autoritet, mens i yrkesfagrommet er eierskapet mer distribuert og lokalt konstruert.

De andre hovedkategoriene i foreliggende studie var MA #2 og BA #2 som var knyttet til elevenes arbeid med oppdragene i fellesskapene. I matematikk-klasserommet viste jeg at kompetent deltagelse var forbundet med å gjøre mange like oppgaver. Mer spesifikt handlet det om å gjøre mange like oppgaver av typen prosedyrer uten sammenheng og å gjøre oppgave for oppgave med begrenset kvalitetskontroll. I verkstedet var kompetent deltagelse knyttet til å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt. Tilbake til matematikk-klasserommet satt elevene individuelt og gjorde mange mindre oppgaver på ulike oppgaveark. Oppgavearkene var preget av at det var mange like oppgaver av hver type, og det var også vanligst at den metoden som skulle brukes til å løse oppgaven var vist øverst på siden. Å vurdere egne svar eller løsninger framstod ikke som en etablert del av praksisen, men oppstod sporadisk. Liknende resultater finnes hos flere. Dalby og Noyes (2015) viser til eksempler fra det de kaller en formell og tradisjonell tilnærming til å undervise matematikk for yrkesfag. De viser at det her er fokus på individuelt arbeid, utdelte arbeidsark og skriftlige løsninger. Oppgavene beskrives som korte. Frejd og Muhrman (2022) rapporterer fra tverrfaglig undervisning, men viser hvordan normene i matematikk-klasserommet skiller seg fra programfagrommet likevel. I timen i matematikk-klasserommet, jobber elevene individuelt i et kompendium med oppgaver knyttet til regneark. Både Dalby og Noyes og Frejd og Muhrman rapporterer om lavt engasjement i disse timene. Frejd og Muhrman rapporterer om langt høyere engasjement i undervisningen som foregår i frisørsalongen, der utgangspunktet er en praktisk oppgave. Dette er konsistent med det jeg observerte i egen studie, der engasjementet i verkstedet var høyt sammenliknet

med i matematikk-klasserommet. Her må det også nevnes at elevene nok har valgt bygg- og anlegg fordi de trives med praktisk arbeid. I et fokusgruppeintervju jeg gjennomførte med fire elver på slutten av skoleåret, gjentok elevene flere ganger at de trives best med praktisk arbeid og at de lærer best praktisk. Dette er samsvarende med Bellander et al. (2017) der elever hevder de lærer best praktisk, og at det er morsommere å anvende matematikk ute i verkstedet, for da forstår de mer og ser hvordan man skal regne (s. 71). Dette gir i seg selv en indikasjon på at det kan være lurt å knytte matematikken til det praktiske når det er mulig.

I verkstedet i egen studie var kompetent deltagelse knyttet til å utføre praktiske produksjonsprosjekter effektivt. Det handlet om å arbeide med hele prosjekter fra planleggingsarbeid til rapportering, og det handlet om å utføre prosjektene effektivt og utnytte ressurser så godt som mulig. Dette minner om virkelig arbeid slik som er beskrevet hos for eksempel Saló i Nevado og Pehkonen (2018) som utvikler for eksempel bord, og bordene skal designes og produseres. I egen studie viste jeg eksempel fra *fuglekasseproduksjon og agroteknikkmesse* som innebar hele prosjekter fra planlegging til rapportering. I forbindelse med *agroteknikkmesse*, der elever skulle lage gjerdekomponenter etter en mal stod de i en situasjon der de måtte produsere noe de aldri hadde produsert før, og brukte lang tid på å finne ut hvordan de skal lage første gjerdekomponent med de begrensinger som fantes i miljøet rundt dem. Saló i Nevado og Pehkonen beskrev at møbelsnekkerne i deres studie stadig stod overfor problemer de aldri har løst før, de måtte tenke kreativt spesielt i innledende fase. Tid og effektivitet var viktige også i møbelsnekkernes arbeid. Effektivitet og tid som styrende for problemløsningsprosesser og arbeidsprosesser trekkes fram også av Boistrup og Gustafsson (2014) og Masingila (1994). At prosjektene elevene utførte i timene framstår relativt autentiske, kan nok gjøre at elevene opplever denne undervisningen som relevant for seg og sin framtid. Dette gjelder altså ikke bare i innhold, men i måten å arbeide på.

Når det gjelder de tredje hovedkategoriene, MA #3 og BA #3, så var disse knyttet til målene i fellesskapet. I matematikk-klasserommet var det å være kompetent til sist knyttet til å bestå prøver, faget som helhet og til sist eksamen. I verkstedet var det heller å gjøre godt arbeid. Også her er verkstedet likere virkelig arbeidspraksis. Aktiviteten i arbeid er knyttet til å få gjort jobben, eller produsert varen, godt nok innen riktig tid og med begrenset ressursbruk. Dette sees for eksempel hos Saló i Nevado og Pehkonen (2018), Boistrup og Gustafsson (2014), Magajna og Monaghan

(2003), Pozzi et al. (1998) og Masingila (1994) i deres beskrivelse av ulike virkelige arbeidspraksiser.

Hovedkategoriene som viser egenskaper ved de ulike fellesskapene er ser altså ut til å passe inn i tidligere forskning. Et bidrag min studie gir til forskningsfeltet er en tykk beskrivelse av matematikk og programfag for en klasse elever på bygg- og anleggsteknikk i Norge. Den viser at elevene har ulik agens, arbeider forskjellig og de arbeider under ulike mål i de to fellesskapene. Og få løftet fram disse ulikhetene og spenningene kan danne utgangspunkt for videre studier. En mulighet er å undersøke med statistiske metoder hvor utbredt disse karakteristikene er i Norge. Videre kan studien sammen med tidligere forskning på matematikk og yrkesfag, være et grunnlag for å stille nye spørsmål og kanskje forme aksjonsforskningsprosjekt i skolene med mål å skape mer relevant undervisning for elever på bygg- og anleggsteknikk. Mer teoretisk viser studien hvordan Wenger (1998) sitt rammeverk kan brukes for å drøfte hvordan de ulike fellesskapenes karakter kan innvirke på elevenes identitetsrelasjon til fellesskapene. Den *teoretiske drøftingen* indikerer at den observerte måten matematikkundervisningen i studien er gjennomført på, ikke bidrar til å styrke elevenes motivasjon i matematikk-klasserommet. Den bidrar også med å synliggjøre klasseromsnormer fra verkstedet som i ulik grad *kan* trekkes inn i matematikkfellesskapet og som kanskje bidra til mer identifikasjon med matematikkfaget og opplevelse av relevans.

### **9.3 Avhandlingens bidrag til praksisfeltet**

Avhandlingens mest direkte bidrag til praksisfeltet kommer gjennom mitt vesentlige arbeid i utvikling av læreverket Mønster (se for eksempel Bækkevar et al. (2020)). Jeg har vært tungt inne i konseptutvikling, skrivearbeid, oppgaveutvikling, aktivitetsutvikling og realisering av dette læreverket gjennom mange år. Læreverket består av ni ulike lærebøker for de ulike yrkesfaglige programområdene i videregående skole i Norge og er nyutviklet for Fagfornyelsen (Utdanningsdirektoratet, 2019). Dette er det eneste norske læreverket som har laget spesifikke bøker til hvert programområde. Både min oversikt over tidligere forskning, mine observasjoner fra praksisfeltet og resultater fra analysen har kontinuerlig bidratt inn i lærebokutviklingen og formet læreverket. Jeg har lagt ned betydelig arbeid i å bidra til at forskningen skulle komme *elevene* til gode. Læreverket har store markedsandeler og har blitt godt

mottatt av elever og lærere. Et fokus for læreverket har vært å ta elevenes yrkesfag på alvor. Læreverket er gjennomsyret av oppgaver, aktiviteter og illustrasjoner fra yrkesområdet hver bok er skrevet for. Videre begynner for eksempel hvert kapittel med en side der det matematiske temaet for kapitlet blir aktualisert i form av en yrkesfaglig kontekstualisert oppgave. I slutten av hvert kapittel, er den kontekstualiserte oppgaven utformet som en tverrfaglig aktivitet, som elevene nå, med de matematiske temaene de har arbeidet med i kapitlet, er ment å kunne gjennomføre. Videre er teoristoffet i hvert kapittel flettet sammen med eksempler med yrkesfaglig kontekst og illustrasjoner for å vise sammenheng og relevans. Oppgavene til hvert delkapittel er enten hverdagslige eller yrkesrettet mot aktuelt yrke, ofte med illustrasjoner fra yrke. Videre finnes det i slutten av hvert kapittel en aktivitetsseksjon med tverrfaglige aktiviteter som ofte kan gjennomføres i skolens programfagrom. Et annet grep vi har gjort for å støtte lærere i samarbeidet med programfagene er at vi i hver bok har utformet et gjennomgående tverrfaglig prosjekt. For bygg- og anlegg er prosjektet knyttet til å produsere en miljøstasjon (skur med takoverbygg for søppelkasser). I hvert kapittel drives prosjektet framover av at elevene må bruke matematisk innhold fra kapitlet for å komme videre i produksjonen. Grep som er tatt i boken er ment å vise elevene at vi tar deres yrkesvalg på alvor, og at matematikkfaget nå er tenkt å styrke dem i framtidig yrke. Samtidig har det vært viktig også å støtte matematikklærere som ikke har erfaringer fra yrke de underviser for, til å se sammenhenger mellom matematikk og programfag slik at de kan det med inn i lokalt tverrfaglig arbeid på skolene.

På grunn av de store markedsandelene opplever jeg selv at flere elementer fra min forskning har nådd ut til praksisfeltet. Det har kostet mye arbeid og energi, men jeg tror og håper at bidraget gjør at flere elever opplever matematikken som meningsfull og nyttig for seg og sin framtid.

## 10. Litteraturliste

- Bakker, A. (2014). Characterising and developing vocational mathematics knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 151-156.
- Bakker, A., & Akkerman, S. F. (2014). A boundary-crossing approach to support students' integration of statistical and work-related knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 223-237.
- Bauersfeld, H. (1995). The structuring of structures: Development and function of mathematizing as a social practice. I L. P. Streffe & J. Gale (Red.), *Constructivism in education* (s. 137-159). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bellander, E., Blaesild, M., & Boistrup, L. B. (2017). Matematik i yrkesprogram - en modell för två ämnens relationer med varandra. *Forskning om undervisning og lärande*, 5(2), 52-77.
- Bessot, A. (2000). Geometry at work. Examples from the building industry. I A. Bessot & J. Ridgway (Red.), *Education for mathematics in the workplace* (s. 143-157). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Blum, W. (2015). *Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do?* Cham: Springer.
- Boaler, J. (1993). The role of contexts in the mathematics classroom: Do they make mathematics more 'real'? *For The Learning of Mathematics*, 13(2), 12-17.
- Boaler, J. (1998). Open and closed mathematics approaches: Students' experiences and understandings. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 41-62.
- Boaler, J. (2000). Exploring situated insights into research and learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 113-119.
- Boaler, J., & Greeno, G. (2000). Identity, agency, and knowing in mathematics worlds. I J. Boaler (Red.), *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning* (s. 171-200). Westport, CT: Ablex.
- Boistrup, L. B., & Gustafsson, L. (2014). Construing mathematics-containing activities in adults' workplace competences: Analysis of institutional and multimodal aspects. *Adults Learning Mathematics: An International Journal*, 9(1), 7-23.
- Boistrup, L. B., & Henningsen, I. (2016). What can a re-analysis of PIAAC data tell us about adults and mathematics in working life? I J. Häggström, E. Norén, J. van Bommel, J. Sayers, O. Helenius & Y. Liljekvist (Red.), *ICT in mathematics education: the future and the realities. Proceedings of MADIF 10, The tenth research seminar of the Swedish Society for Research in Mathematics Education, Karlstad January 26-27, 2016* (s. 67-76). Göteborg: Svensk Förening för MatematikDidaktisk Forskning.
- Boistrup, L. B., & Keogh, J. (2017). The context of workplaces as part of mathematics education in vocational studies: Institutional norms and (lack of) authenticity. I T. Dooley & G. Gueudet (Red.), *CERME 10 Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (s. 1457-1464). Dublin, Ireland: Institute of Education, Dublin City University.
- Brantlinger, A. (2022). Critical and vocational mathematics: Authentic problems for students from historically marginalized groups. *Journal for Research in Mathematics Education*, 53(2), 154-172.
- Brown, A., Ash, D., Rutherford, M., Nakagawa, K., Gordon, A., & Campione, J. (1993). Distributed expertise in the classroom. I G. Salomon (Red.), *Distributed cognition. Psychological and educational considerations* (s. 190-201). Cambridge: Cambridge University Press.

- Brown, J., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Bryman, A. (2008). *Social research methods* (3. utg.). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Burrell, G., & Morgan, G. (1979). *Sociological paradigms and organisational analysis*. London: Heinemann Educational Books.
- Bækkevar, I., Jensen, A.-M., Jensen, C. B., Lindstad, J. W., & Saxebøl, A. (2020). *Mønster, Matematikk 1P-Y, bygg- og anleggsteknikk*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Carraher, T. N., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3(1), 21-29.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6. utg.). London: Routledge.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research* (3. utg.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry & research design*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Dalby, D. (2013). The connections and contradictions of contextualised tasks. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 33(2), 19-24.
- Dalby, D., & Noyes, A. (2015). Connecting mathematics teaching with vocational learning. *Adults Learning Mathematics: An International Journal*, 10(1), 40-49.
- Dalby, D., & Noyes, A. (2016). Locating mathematics within post-16 vocational education in England. *Journal of Vocational Education & Training*, 66(1), 70-86.
- Delanty, G., & Strydom, P. (Red.). (2003). *Philosophies of social science. The classic and contemporary readings*. Maidenhead: Open University Press.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Dysthe, O. (2001). Sosiokulturelle teoriperspektiv på kunnskap og læring. I O. Dyste (Red.), *Dialog, samspel og læring* (s. 33-72). Oslo: Abstrakt Forlag AS.
- Endr i opplæringsforskrifter. (2010). *Forskrift om endring i forskrift til opplæringslova og forskrift til privatskolelova*. (FOR-2010-07-07-1081). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2010-07-07-1081>.
- Engeström, Y. (2000). Comment on Blackler et al. Activity Theory and the Social Construction of Knowledge. A Story of Four Umpires. *Organization*, 7(2), 301-310.
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- Engeström, Y., Mietinen, R., & Punamäki, R.-L. (Red.). (1999). *Perspectives on activity theory*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Evans, J. (2000). The transfer of mathematics learning from school to work not straightforward but not impossible either! I A. Bessot & J. Ridgway (Red.), *Education for mathematics in the workplace* (s. 5-15). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Falch, T., & Nyhus, O. H. (2009). *Frafall fra videregående opplæring og arbeidsmarkedstilknytning for unge voksne.*: Hentet fra [http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/rapporter\\_planer/rapporter/2010/frafa-ii-fra-videregaende-opplaring-og-ar.html?Id=589824](http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/rapporter_planer/rapporter/2010/frafa-ii-fra-videregaende-opplaring-og-ar.html?Id=589824).
- FitzSimons, G. (2013). Doing mathematics in the workplace. A brief review of selected literature. *Adults Learning Mathematics International Journal*, 8(1), 7-19.
- FitzSimons, G. (2014). Commentary on vocational mathematics education: Where mathematics education confronts the realities of people's work. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 291-305.

- FitzSimons, G., & Boistrup, L. B. (2017). In the workplace mathematics does not announce itself: towards overcoming the hiatus between mathematics education and work. *Educational Studies in Mathematics*, 95, 329-349.
- Flyvbjerg, B. (2011). Case study. I N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Red.), *The SAGE handbook of qualitative research* (4. utg., s. 301-316). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Forskrift til opplæringslova. (2006). *Forskrift til opplæringslova §3-1*. (FOR-2006-06-23-724). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-23-724>.
- Frejd, P., & Muhrman, K. (2022). Is the mathematics classroom a suitable space for making workplace mathematics visible? - An analysis of a subject integrated team-teaching approach applied in different learning spaces. *Journal of Vocational Education & Training*, 74(2), 331-351.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Chicago, IL: Aldine.
- Goodchild, S., & English, L. (Red.). (2005). *Researching mathematics classrooms. A critical examination of methodology*. Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Greeno, J. (2006). Learning in activity. I R. K. Sawyers (Red.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (s. 79-96). New York, NY: Cambridge University Press.
- Greeno, J., Collins, A., & Resnick, L. (1996). Cognition and learning. I D. Berliner & R. Calfee (Red.), *Handbook of educational psychology* (s. 15-46). New York, NY: Macmillan.
- Greeno, J., & MMAP. (1998). The situativity of knowing, learning and research. *The American Psychologist*, 53, 5-26.
- Gresalfi, M., Martin, T., Hand, V., & Greeno, J. (2009). Constructing competence: An analysis of student participation in the activity systems of mathematics classrooms. *Educational Studies in Mathematics*, 70(1), 49-70.
- Guba, E., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. I N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Red.), *Handbook of qualitative research* (s. 105-117). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. I J. Hiebert (Red.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (s. 1-27). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Holland, D., Lachiotte Jr., W., Skinner, D., & Cain, C. (2003). *Identity and agency in cultural worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hutchins, E. (1990). The technology of team navigation. I J. Galegher, R. E. Kraut & C. Egido (Red.), *Intellectual teamwork: Social and technological foundation of cooperative work* (s. 191-220). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Iversen, J. M. V., Haugset, A. S., Wendelborg, C., Martinsen, A., Røe, M., Nossun, G., & Stene, M. (2014). *Yrkesretting og relevans i fellesfagene. Hovedrapport med sammenstillinger og analyser*. Steinkjer: Trøndelag Forskning og Utvikling.
- Keogh, J., Maguire, T., & O'Donoghue, J. (2015). 'Don't ask me about maths - I only drive a van'. I A. Hector-Mason & S. Beeli-Zimmermann (Red.), *Adults learning mathematics - inside and outside the classroom. Proceedings of the 21st International Conference of Adults Learning Mathematics: A Research Forum (ALM)*.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Red.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Kunnskapsdepartementet. (2009). *Utdanningslinja (Meld. St. 44 (2008-2009))*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/>.

- Kunnskapsdepartementet. (2016). *Fag - Fordypning - Forståelse. En fornyelse av Kunnskapsløftet (Meld. St. 28 (2015-2016))*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/>.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Lerman, S. (1994). Changing focus in the mathematics classroom. I S. Lerman (Red.), *Cultural perspectives on the mathematics classroom* (s. 191-213). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.
- Magajna, Z., & Monaghan, J. (2003). Advanced mathematical thinking in a technological workplace. *Educational Studies in Mathematics*, 52(2), 101-122.
- Markussen, E., Lødding, B., Sandberg, N., & Vibe, N. (2006). *Forskjell på folk - hva gjør skolen? Valg, bortvalg og kompetanseoppnåelse i videregående opplæring blant 9749 ungdommer som gikk ut av grunnskolen på Østlandet våren 2002. Hovedfunn, konklusjoner og implikasjoner tre og et halvt år etter*. (NIFU STEP-rapport 3-2006). Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/275569>.
- Masingila, J. (1994). Mathematics practice in carpet laying. *Anthropology & Education Quarterly*, 25(4), 430-462.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research. A guide to design and implementation*. San Fransisco, CA: Jossey-Bass.
- Mertens, D. (2005). *Research and evaluation in education and psychology* (2. utg.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Mertens, D. (2014). *Research and evaluation in education and psychology* (4. utg.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Muhrman, K., & Frejd, P. (2018). Elevers erfaringer kring ett prosjekt om matematik med yrkesinriktning. I J. Häggström, Y. Liljekvist, M. Bergman Ärleback, M. Fahlgren & O. Olande (Red.), *Perspectives on Professional Development og Mathematics Teachers: Preceedings of Madif 11, The eleventh research seminar of the Sweedish Society for Research in Mathematics Education, Karlstad, January 23-24, 2018* (s. 161-170). Göteborg: Svensk Förening för MatematikDidaktisk Forskning.
- Naresh, N. (2015). A stone or a sculpture? It is all in your perception. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(6), 1567-1588.
- Niss, M., & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og matematikklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. København: Undervisningsministeriets forlag.
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). The visibility of meanings: Modelling the mathematics of banking. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 3-31.
- Palm, T. (2007). Features and impact of the authenticity of applied mathematical school tasks. I W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Red.), *Modelling and applications in mathematics education. The 14th ICMI Study* (s. 201-208). Boston, MA: Springer
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (Kindle edition utg.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Pickering, A. (1995). *The mangle of practice*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode. En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforlaget.



- Povey, H., Burton, L., Angier, C., & Boylan, M. (1999). Learners as authors in the mathematics classroom. I L. Burton (Red.), *Learning mathematics: From hierarchies to networks* (s. 232-245). London, UK: Falmer Press.
- Pozzi, S., Noss, R., & Hoyles, C. (1998). Tools in practice, mathematics in use. *Educational Studies in Mathematics*, 36(2), 105-122.
- Putnam, R., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15.
- Resnick, L. (1987). The 1987 presidential address: Learning in school and out. *Educational Researcher*, 16(9), 13-20.
- Resnick, L. (1991). Shared cognition: Thinking as a social practice. I L. Resnick, J. M. Levine & S. D. Teasley (Red.), *Perspectives on socially shared cognition* (s. 1-20). Washington, DC: American Psychological Association.
- Saló i Nevado, L., & Pehkonen, L. (2018). Cabinetmakers' workplace mathematics and problem solving. *Vocations and Learning*, 11, 475-496.
- Skemp, R. R. (1987). *The psychology of learning mathematics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, inc.
- Smith, J. P. (2002). Everyday mathematical activity in automobile production work. I M. Brenner & J. N. Moschkovich (Red.), *Everyday and academic mathematics in the classroom, JRME Monograph* (Vol. 11, s. 93-110). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Solheim, T. (2009). Opplæring i yrkesfag. *Bedre Skole*(4-2009), 27-30.
- Stake, R. E. (1994). Case studies. I N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Red.), *Handbook of qualitative research* (s. 236-247). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Stake, R. E. (2006). *Multiple case study analysis*. New York, NY: The Guilford Press.
- Stein, M. K., & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(4), 268-275.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M. A., & Silver, E. A. (2000). *Implementing standards-based mathematics instruction. A casebook for professional development*. New York, NY: Teachers College Press.
- Straesser, R. (2000). Conclusion. I A. Bessot & J. Ridgway (Red.), *Education for mathematics in the workplace* (s. 241-246). Dordrecht: Kluwer.
- Straesser, R. (2002). On the disappearance of mathematics from society's perception. I H.-G. Weigand, N. Neill, A. Peter-Koop, K. Reiss, G. Törner & B. Wollring (Red.), *Developments in mathematics education in German-speaking countries. Selected papers from the Annual Conference on Didactics of Mathematics, Bern, 1999* (s. 124-133). Hildesheim: Franzbecker.
- Sundtjønn, T. (2013). Students' discussion on a workplace related task. I B. Ubuz, C. Haser & M. A. Mariotti (Red.), *Proceedings of the Eight Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. Applications and modeling* (s. 1117-1126). Ankara: European Society for Research in Mathematics Education.
- Swanson, D., & Williams, J. (2014). Making abstract mathematics concrete in and out of school. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 193-209.
- Säljö, R. (2001). *Læring i praksis: Et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: Cappelen Akademisk.
- Usiskin, Z. (2007). The arithmetic operations as mathematical models. I W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Red.), *Modelling and applications in mathematics education. The 14th ICMI Study* (s. 257-264). New York, NY: Springer.
- Utdanningsdirektoratet. (2006a). *Læreplan i felles programfag i VG1 bygg- og anleggsteknikk (BAT1-01)*. Hentet fra <http://data.udir.no/kl06/BAT1-01.pdf>.
- Utdanningsdirektoratet. (2006b). *Læreplan i matematikk (MAT1-01)*. Hentet fra <https://www.udir.no/kl06/MAT1-01>.

- Utdanningsdirektoratet. (2010). *Læreplan i matematikk fellesfag*. (MAT1-03). Hentet fra <http://www.udir.no/kl06/MAT1-03/>.
- Utdanningsdirektoratet. (2014). *Rammeverk for FYR-prosjektet (2014-2016)*. <http://www.udir.no/globalassets/upload/fyr/rammeverk-fyr.pdf>.
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Læreplan i matematikk fellesfag Vgl praktisk*. (MAT08-01). Hentet fra <https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/MAT08-01.pdf?lang=nno>.
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i Vgl bygg- og anleggsteknikk (BAT01-03)*. Hentet fra <https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/BAT01-03.pdf?lang=nob>.
- Utvik, L. W. (2012). *Matematikk i programfaget Tegning og bransjelære for studieprogrammet Bygg- og anleggsteknikk*. (Upublisert masteroppgave), NTNU, Trondheim.
- Vos, P. (2011). What is 'authentic' in the teaching and learning of mathematical modelling? I G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Red.), *Trends in teaching and learning mathematical modelling. International perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (Vol. 1, s. 713-722). Dordrecht: Springer.
- Wake, G. (2014). Making sense of and with mathematics. The interface between academic mathematics and mathematics in practice. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 271-290.
- Wasenden, W. (1999). *Matematikkens plass i yrkesutdanningen innenfor håndverk og industri: fra allmenn til yrkesrettet matematikkundervisning*. (PhD-avhandling), Universitetet i Oslo, Oslo.
- Wedge, T. (2010). People's mathematics in working life: Why is it invisible? *Adults Learning Mathematics International Journal*, 5(1), 89-97.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning and identity*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Wenger, E. (2000). Communities of practice and social learning systems. *Organization*, 7, 225-246.
- Wenger, E. (2004). *Praksisfællesskaber; læring, mening og identitet* (B. Nake, overs.). København: Hans Reizels Forlag.
- Wenger, E. (2010). Communities of practice and social learning systems: The career of a concept. I C. Blackmore (Red.), *Social learning systems and communities of practice* (s. 179-198). London: Springer.
- Williams, J., & Wake, G. (2007a). Black boxes in workplace mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 64(3), 317-343.
- Williams, J., & Wake, G. (2007b). Metaphors and models in translation between college and workplace mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 64(3), 345-371.
- Williams, J., Wake, G., & Boreham, N. (2001). School or College Mathematics and Workplace Practice: An Activity Theory Perspective. *Research in Mathematics Education*, 3(1), 69-83.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research, design and methods* (4. utg.). Thousand Oaks, CA: SAGE, Inc.





## **11. Vedlegg**

Vedlegg 1: Oppgavehefte Prosent Magnus

Vedlegg 2: Oppgavehefte Vekstfaktor Anders

Vedlegg 3: Oppgavehefte Formlikhet

## Vedlegg 1: Oppgavehefte Prosent Magnus

### Å finne prosentfaktoren

**Eksempel:** Skal finne prosentfaktoren til 17 %.

$$17 \% = \frac{17}{100} = \underline{0,17}$$

#### Oppgave 1. Finn prosentfaktoren

a)  $45 \% = \frac{45}{100} = 0,45$

b)  $19 \% = \frac{19}{100} = 0,19$

c)  $12 \% = 0,12$

d)  $6 \% = 0,06$

e)  $3 \% = 0,03$

f)  $23,5 \% = 0,235$

g)  $1,9 \% = 0,019$

h)  $67,9 \% = 0,679$

## Å finne prosenten når prosentfaktoren er kjent

**Eksempel:** Finn prosenten når prosentfaktoren er 0,22

$$0,22 = 0,22 \cdot 100 \% = \underline{22 \%}$$

### Oppgave 2. Finn prosenten

a)  $0,25 = 0,25 \cdot 100 \% = 25\%$

b)  $0,37 = 0,37 \cdot 100 \% = 37\%$

c)  $0,44 = 44\%$

d)  $0,72 = 72\%$

e)  $0,04 = 4\%$

f)  $0,13 = 13\%$

g)  $0,08 = 8\%$

h)  $0,532 = 53,2\%$

## Å finne ut hvor mye en % er av et tall

**Eksempel:** Hvor mye er 20% av 200 kr?

Først finner vi prosentfaktoren:  $20\% = \frac{20}{100} = 0,22$

Så finner vi hvor mye 20% er av 200kr:  $0,22 \cdot 200kr = \underline{\underline{40kr}}$

### Oppgave 3. Finn delen

a) Hvor mye er 35% av 350kr?

Prosentfaktoren til 35%:  $35\% = \frac{35}{100} = \underline{0,35}$

35% av 350kr:  $\underline{0,35} \cdot 350kr = \underline{\underline{122,5}}$

b) Hvor mye er 62% av 800kr?

Prosentfaktoren til 62%:  $62\% = \frac{62}{100} = \underline{0,62}$

62 % av 800kr:  $\underline{0,62} \cdot 800kr = \underline{\underline{504}}$

c) Hvor mye er 18 % av 5 400kr?  $972$

$0,18 \cdot 5400$

d) Hvor mye er 87 % av 1044?  $908,28$

$0,87 \cdot 1044$

e) Hvor mye er 2 % av 1700?  $34$

$0,02 \cdot 1700$

f) Hvor mye er 14,5 % av 230 000?  $33350$

$0,145 \cdot 230000$



## Å finne prosenten

**Eksempel:** Hvor mange prosent er 5 elever av en klasse på 15 elever?

Først finner vi prosentfaktoren:  $\frac{\text{delen}}{\text{hele tallet}} = \frac{5}{15} = 0,333$

Så finner vi prosenten:  $0,333 \cdot 100 = \underline{\underline{33,3\%}}$

### Oppgave 4. Finn prosenten

a) Hvor mange prosent er 42 poteter av en sekk med 336 poteter?

Først finner vi prosentfaktoren:  $\frac{\text{delen}}{\text{hele tallet}} = \frac{42}{336} = \underline{0,125}$

Så finner vi prosenten:  $\underline{0,125} \cdot 100 = \underline{\underline{12,5\%}}$

b) Hvor mange prosent er 4 300kr av 774 000kr ?

Først finner vi prosentfaktoren:  $\frac{\text{delen}}{\text{hele tallet}} = \frac{4300}{774000} = \underline{0,0055}$

Så finner vi prosenten:  $\underline{0,0055} \cdot 100 = \underline{\underline{0,55\%}}$

c) Hvor mange prosent er 23 av 368?

$$\frac{23}{368} \cdot 100 = \underline{\underline{6,25\%}}$$

d) Hvor mange prosent er 879 av 1028

$$\frac{879}{1028} \cdot 100 = \underline{\underline{85,5\%}}$$

e) Hvor mange prosent er 100kr av 400kr?

$$\frac{100}{400} \cdot 100 = \underline{\underline{25\%}}$$

f) Hvor mange prosent er 9989 av 220 456?

$$\frac{9989}{220456} \cdot 100 = \underline{\underline{4,5\%}}$$

## Å finne hele tallet

**Eksempel:** Hvor mange penger satte du i banken hvis du etter ett år får 492 kr i rente når renten er på 6 %?

Først finner vi prosentfaktoren:  $6\% = \frac{6}{100} = 0,06$

Så finner vi hele tallet:  $\frac{\text{Delen}}{\text{Prosentfaktoren}} = \frac{492}{0,06} = \underline{\underline{8200kr}}$

### Oppgave 4. Finn hele tallet

- a) Hvor mange penger satte du i banken hvis du etter ett år får 375 kr i rente når renten er på 3 %?

Først finner vi prosentfaktoren:  $3\% = \frac{3}{100} = 0,03$

Så finner vi hele tallet:  $\frac{375}{0,03} = \underline{\underline{6250 kr}}$

- b) Hvor mange penger satte du i banken hvis du etter ett år får 20 800kr i rente når renten er på 4 %?

Først finner vi prosentfaktoren:  $4\% = \frac{4}{100} = 0,04$

Så finner vi hele tallet:  $\frac{20800}{0,04} = \underline{\underline{520000 kr}}$

- c) Du kan få 6 % avslag i prisen på en bil. Avslaget er på 16 500kr. Hvor mye koster bilen?

$$\frac{6}{100} = 0,06 \quad \frac{16500}{0,06} = 275000$$

- d) Lasse selger bildekk. Han får 15 % av salgssummen i lønn. En uke fikk Lasse 4200kr i lønn. Hvor mye solgte han for denne uken

$$\frac{15}{100} = 0,15 \quad \frac{4200}{0,15} = 28000$$

- e) Johan skal slakte 14 sauer denne høsten. Dette utgjør 25 % av alle saucene han har. Hvor mange sauer har Johan?

$$\frac{25}{100} = 0,25 \quad \frac{14}{0,25} = 56$$

## Blanda oppgaver

### 1.3.15

Mary Ann og Niels Henrik skal dele en pizza. Pizzaen er delt i 9 like store stykker. Niels Henrik spiser 5 pizzastykker og Mary Ann spiser 4 stykker.



- a) Hvor mange prosent av pizzaen spiser Niels Henrik?  
b) Hvor mange prosent av pizzaen spiser Mary Ann?

$$A \quad \frac{5}{9} = 0,55 \quad 0,55 \cdot 100 = 55\%$$

$$B \quad \frac{4}{9} \cdot 100 = 44\%$$

### 1.3.16

Kåre selger ved. Et år øker han prisen på et mål ved fra 1 500 kr til 1 800 kr. Hvor stor er prisøkningen i prosent?

$$\frac{300}{1500} \cdot 100 = 20$$

= 20%

### 1.3.17

Kathinka har deltidsjobb og betaler 15 % av lønnen i skatt. Hvor mye må Kathinka betale i skatt når hun tjener 50 000 kr?

$$50000 \cdot 0,15 = 7500$$

### 1.3.18

En genser koster 240 kr. Det er salg, og genseren settes ned med 30 %. Hva blir salgsprisen på genseren?

$$240 \cdot 0,7 = 168$$

**1.3.19**

Et par joggesko er satt ned fra 990 kr til 490 kr.  
Hvor stort er avslaget i prosent?

$$\frac{990}{490} \cdot 100 = 50,5\%$$

**1.3.20**

En dress selges med 30 % rabatt til 1 400 kr.  
Hva var den opprinnelige prisen?

$$1400 \cdot 1,3 = 1820$$

**1.3.21**

En sykkel selges med 25 % rabatt til 2 490 kr.  
Hva var den opprinnelige prisen?

~~$$2490 \cdot 1,25 = 3237,5$$~~

$$\frac{2490}{0,75} = 3320$$

**Ferdig?**

Jobb med oppgaver i boka:

2.130, 2.131, .....2.145 side 207 (lette)

2.230, 2.231, ..... 2.243 side 212 (vanskelige)

## Vedlegg 2: Oppgavehefte Vekstfaktor Anders

### Å finne vekstfaktoren ved prosentvis økning

Eksempel : Finn vekstfaktoren ved en økning på 25 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 + \frac{25}{100} = 1 + 0,25 = \underline{1,25}$$

#### Oppgave 1. Finn vekstfaktoren

a) Ved en økning på 23 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 + \frac{23}{100} = 1 + 0,23 = 1,23$$

b) Ved en økning på 8 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 + \frac{8}{100} = 1 + 0,08 = 1,08$$

c) Ved en økning på 39 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 + \frac{39}{100} = 1 + 0,39 = 1,39$$

d) Ved en økning på 62 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 + \frac{62}{100} = 1 + 0,62 = 1,62$$

e) Ved en økning på 12 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 + \frac{12}{100} = 1 + 0,12 = 1,12$$

## Å finne vekstfaktoren ved prosentvis nedgang

Eksempel : Finn vekstfaktoren ved en nedgang på 25 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 - \frac{25}{100} = 1 - 0,25 = \underline{0,75}$$

### Oppgave 2. Finn vekstfaktoren

a) Ved en nedgang på 23 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 - \frac{23}{100} = 1 - 0,23 = 0,77$$

b) Ved en nedgang på 8 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 - \frac{8}{100} = 1 - 0,08 = 0,92$$

c) Ved en nedgang på 3 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 - \frac{3}{100} = 1 - 0,03 = 0,97$$

d) Ved en nedgang på 34 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 - \frac{34}{100} = 1 - 0,34 = 0,66$$

e) Ved en nedgang på 42,8 %.

$$\text{Vekstfaktoren} = 1 - \frac{42,8}{100} = 1 - 0,428 = 0,572$$

## Å legge til en prosent (for eksempel merverdiavgift)

**Eksempel :** Matvarene koster 1800 kr uten merverdiavgift. Hvor mye koster de med merverdiavgift? (merverdiavgiften er 14 % på matvarer)

$$\text{Vekstfaktoren: } 1 + \frac{14}{100} = 1 + 0,14 = 1,14$$

$$\text{Pris med merverdiavgiften : } 1800 \text{ kr} \cdot 1,14 = \underline{2052 \text{ kr}}$$

### Oppgaver

- 1) En togbillett koster 87 kr uten merverdiavgift. Hvor mye koster togbilletten med merverdiavgift? (merverdiavgiften er 8 % på persontransport)

$$1 + \frac{8}{100} = 1,08 \quad 87 \cdot 1,08 = \underline{93,96 \text{ kr}}$$

- 2) Ei handlekorg med mat koster 982 kr uten merverdiavgift. Hvor mye koster matvarene med merverdiavgift?

$$1 + \frac{14}{100} = 1,14 \quad 982 \cdot 1,14 = \underline{1119,48 \text{ kr}}$$

- 3) En ny sofa koster 6500 kr uten merverdiavgift. Hvor mye koster sofaen med merverdiavgift? (merverdiavgiften er 25 % på andre varer)

$$1 + \frac{25}{100} = 1,25 \quad 6500 \cdot 1,25 = \underline{8125 \text{ kr}}$$

- 4) Regningen fra rørleggeren er på 1250 kr uten merverdiavgift. Hvor stor er regningen med merverdiavgift?

$$1 + \frac{25}{100} = 1,25 \quad 1250 \cdot 1,25 = \underline{1562,5 \text{ kr}}$$

- 5) Lotte kjøper ei bukse til 400 kr uten merverdiavgift. Hvor mye koster buksa med merverdiavgift?

$$1 + \frac{25}{100} = 1,25 \quad 400 \cdot 1,25 = \underline{500 \text{ kr}}$$

- 6) Eirik skal betale 4100 kr uten merverdiavgift til elektrikerens. Hvor mye koster elektrikerjobben med merverdiavgift?

$$1 + \frac{25}{100} = 1,25 \quad 4100 \cdot 1,25 = \underline{5125 \text{ kr}}$$

## Å trekke fra en prosent

**Eksempel :** En bukse koster 2000 kr. På salg settes prisen ned 30 %. Hvor mye koster buksa på salg?

$$\text{Vekstfaktoren: } 1 - \frac{30}{100} = 1 - 0,30 = 0,70$$

$$\text{Pris for buksa på salg: } 2000 \text{ kr} \cdot 0,70 = \underline{1400 \text{ kr}}$$

### Oppgaver

1

En vare koster 500 kr.

Hva koster varen når prisen settes ned med 25 %?

$$1 - \frac{25}{100} = 1 - 0,25 = 0,75$$

$$500 \cdot 0,75 = \underline{375 \text{ kr}}$$

2

En vare koster 500 kr.

Hva koster varen når prisen settes ned med 15 %?

$$1 - \frac{15}{100} = 1 - 0,15 = 0,85$$

$$500 \cdot 0,85 = \underline{425 \text{ kr}}$$

3

En jakke til 3499 kr selges med 20 % avslag. Hvor mye koster jakken?

$$1 - \frac{20}{100} = 1 - 0,20 = 0,80$$

$$3499 \cdot 0,80 = \underline{2799,2 \text{ kr}}$$

4

En ny bil koster 350 000 kr. Verdien på bilen synker 18 % det første året. Hvor mye er bilen verdt etter ett år?

$$1 - \frac{18}{100} = 1 - 0,18 = 0,82$$

$$350000 \cdot 0,82 = \underline{287000 \text{ kr}}$$



### Utfordrende oppgaver

#### 1.3.30

En vare som kostet 1 500 kr blir først satt opp med 12 %, for så å bli satt ned med 20 %.  
Finn ny pris.

$$1 - \frac{12}{100} = 1 - 0,12 = 0,88$$

$$1500 \cdot 0,88 = \underline{1320 \text{ kr}}$$

$$1 + \frac{20}{100} = 1 + 0,20 = 1,20$$

$$1320 \cdot 1,20 = \underline{1584 \text{ kr}}$$

#### 1.3.31

Et beløp på 5 000 kr står i banken til en fast rente på 3 % per år.  
Hvor mye vokser beløpet til dersom det står 10 år i banken?

$$1 + \frac{3}{100} = 1 + 0,03 = 1,03$$

$$5000 \cdot 1,03^{10} = \underline{6720 \text{ kr}}$$

#### 1.3.32

Prisen for en vare som kostet 1 500 kr blir først satt ned med 12 %, for så å bli satt opp med 20 %.

a) Finn ny pris.

b) Hvor mange prosent har prisen blitt satt opp i alt?

$$a) 1 - \frac{12}{100} = 1 - 0,12 = 0,88$$

$$1500 \cdot 0,88 = \underline{1320 \text{ kr}}$$

$$1 + \frac{20}{100} = 1 + 0,20 = 1,20$$

$$1320 \cdot 1,20 = \underline{1584 \text{ kr}}$$

#### 1.3.33

Prisen for en vare som kostet 900 kr blir først satt ned med 10 %, for så å bli satt ned med ytterligere 5 %.

a) Finn ny pris.

b) Hvor mange prosent har prisen blitt satt ned i alt?

$$a) 1 - \frac{10}{100} = 1 - 0,10 = 0,90 \quad 900 \cdot 0,90 = \underline{810 \text{ kr}}$$

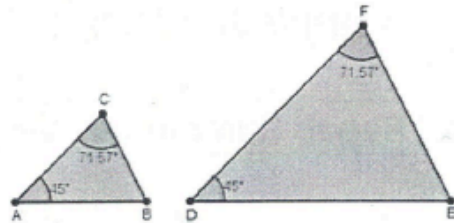
$$1 - \frac{5}{100} = 1 - 0,05 = 0,95 \quad 810 \cdot 0,95 = \underline{769,5 \text{ kr}}$$

$$b) \begin{array}{r} 900 \\ - 769,5 \\ \hline = 130,5 \text{ kr} \end{array}$$

$$\frac{130,5}{900} = 0,145$$

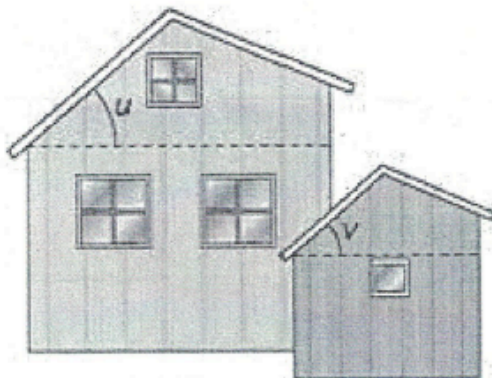
$$100 \cdot 0,145 = \underline{14,5\%}$$

# Formlikhet



Ofte når man skal sette opp hus, så ønsker man at garasjen skal ha samme form som huset, eller at takvinkelen skal være lik på huset og garasjen, eller på huset og tilbygget. For å få til dette kan vi bruke noe som heter formlikhet i matematikken.

Det at to figurer er formlike, betyr at de har samme form (vinklene er like), men ofte har de ulik størrelse.



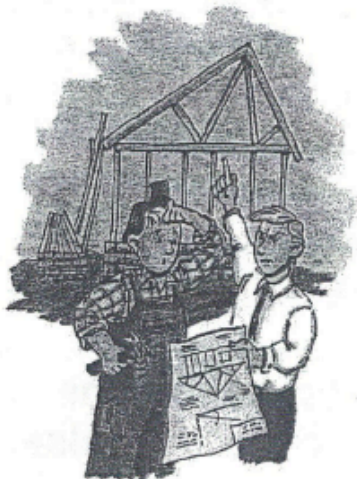
De to bygningene har samme form, og vi sier da at de er formlike. Alle samsvarende vinkler vil da være like store ( $u = v$ ).

Vi kan bruke formlikhet til å finne vinkler og til å finne lengder. Det skal vi jobbe med i dette heftet.

## Å finne den tredje vinkelen i en trekant

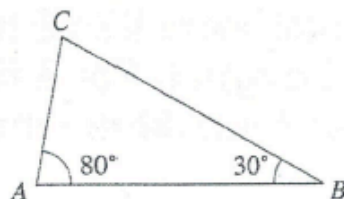
**Regel: Summen av de tre vinklene i en trekant er alltid  $180^\circ$ .**

Regn ut den vinkelen som mangler i trekanten ABC:



Eksempel:

Regn ut  $\angle C$ .

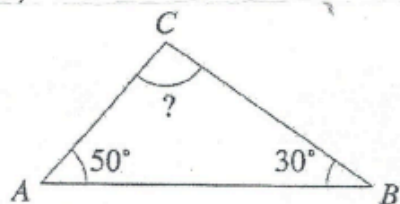


$$\angle A + \angle B = 80^\circ + 30^\circ = 110^\circ$$

$$\angle C = 180^\circ - 110^\circ = 70^\circ$$

### Oppgaver

a)

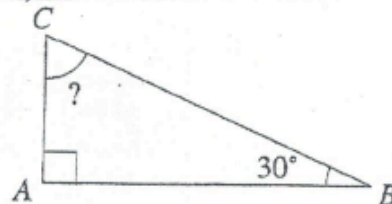



---



---

b)

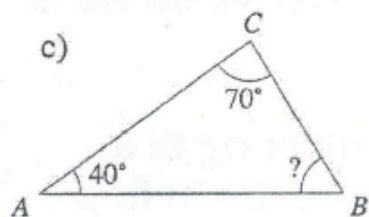



---



---

c)

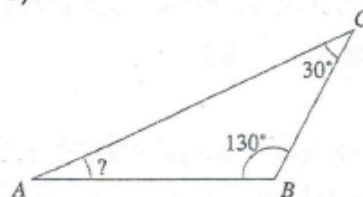



---



---

d)




---



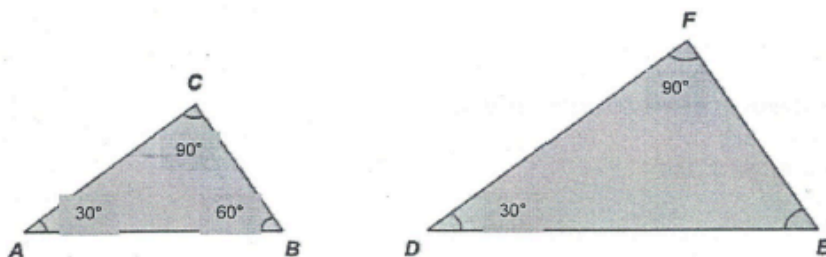
---

## Vinkler i formlike trekanter

Hvis vi forstørrer eller forminsker en trekant, får vi en formlik trekant.

**Regel :** I to formlike trekanter er samsvarende vinkler alltid like store.

Eksempel :  $\triangle ABC$  og  $\triangle DEF$  er formlike. Finn  $\angle E$ .

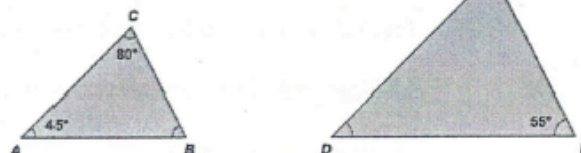


$\angle E$  er samsvarende med  $\angle B$ .

$$\angle E = \angle B = \underline{60^\circ}$$

### Oppgaver

a)  $\triangle ABC$  og  $\triangle DEF$  er formlike.



Hvilken vinkel er samsvarende med  $\angle B$  :

Hvor stor er da  $\angle B$  :

Hvilken vinkel er samsvarende med  $\angle D$  :

Hvor stor er da  $\angle D$  :

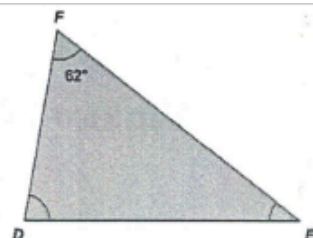
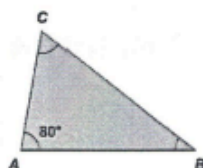
Hvilken vinkel er samsvarende med  $\angle F$  :

Hvor stor er da  $\angle F$  :

Skriv  
vinklene  
på trekantene  
etter hvert  
som du  
regner dem  
ut.



b)  $\triangle ABC$  og  $\triangle DEF$  er formlike.



Hvilken vinkel er samsvarende med  $\angle C$  :

Hvor stor er da  $\angle C$  :

Hvor stor er summen av de tre vinklene i  $\triangle ABC$ :

Regn ut  $\angle B$  :

Skriv  
vinklene  
på trekantene  
etter hvert  
som du  
regner dem  
ut.



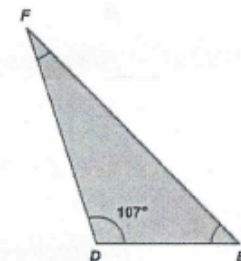
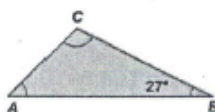
Hvilken vinkel er samsvarende med  $\angle D$  :

Hvor stor er da  $\angle D$  :

Hvilken vinkel er samsvarende med  $\angle E$  :

Hvor stor er da  $\angle E$  :

c)  $\triangle ABC$  og  $\triangle DEF$  er formlike.



Hvilken vinkel er samsvarende med  $\angle A$  :

Hvilken vinkel er samsvarende med  $\angle B$  :

Hvilken vinkel er samsvarende med  $\angle C$  :

Hvor stor er  $\angle C$  :

Hvor stor er  $\angle F$  :

Regn ut  $\angle A$  :

Skriv  
vinklene  
på trekantene  
etter hvert  
som du  
regner dem  
ut.



Hvor stor er  $\angle E$  :

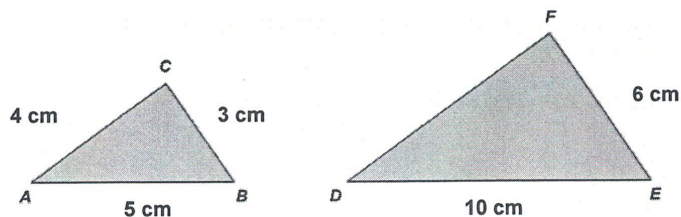
## Lengder i formlike trekkanter

Dersom to trekkanter er formlike, er to og to sider i trekantene samsvarende.

**Regel :**

Alle sidene i den store trekanten er forstørret like mange ganger i forhold den store trekanten

Eks.

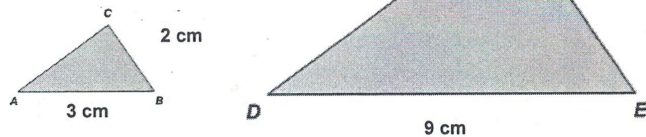


Side DE er 2 ganger større enn side AB.  
Da er side DF 2 ganger større enn side AC.

$$\text{Side DF} = 2 \cdot 4 \text{ cm} = \underline{8 \text{ cm}}$$

### Oppgaver

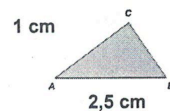
- a) Side DE er 3 ganger større enn side AB.



Hvor mange ganger større er side EF enn BC?

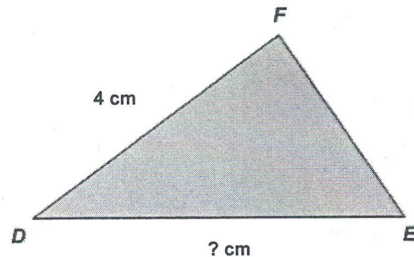
Hvor stor er side EF?

- b) Side DF er 4 ganger større enn side AC.



Hvor mange ganger større er side DE enn AB?

Hvor stor er side DE?



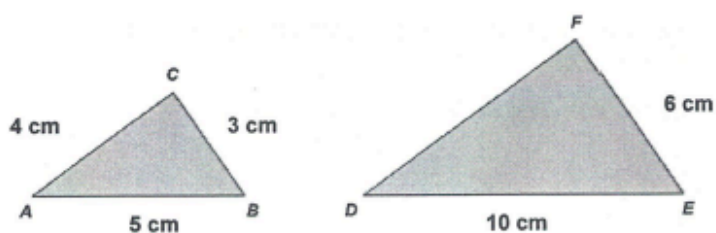
## Lengder i formlike trekanter

Dersom to trekanter er formlike, er to og to sider i trekantene samsvarende.

Regel :

Alle sidene i den store trekanten er forstørret like mange ganger i forhold den store trekanten

Eks.

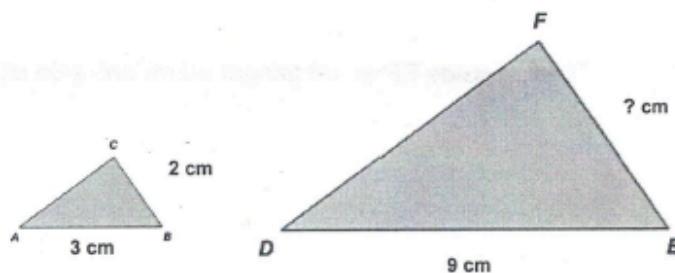


Side DE er 2 ganger større enn side AB.  
Da er side DF 2 ganger større enn side AC.

$$\text{Side DF} = 2 \cdot 4 \text{ cm} = \underline{8 \text{ cm}}$$

### Oppgaver

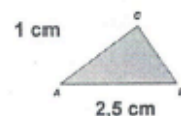
- a) Side DE er 3 ganger større enn side AB.



Hvor mange ganger større er side EF enn BC?

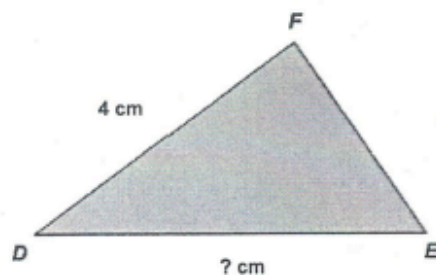
Hvor stor er side EF?

- b) Side DF er 4 ganger større enn side AC.

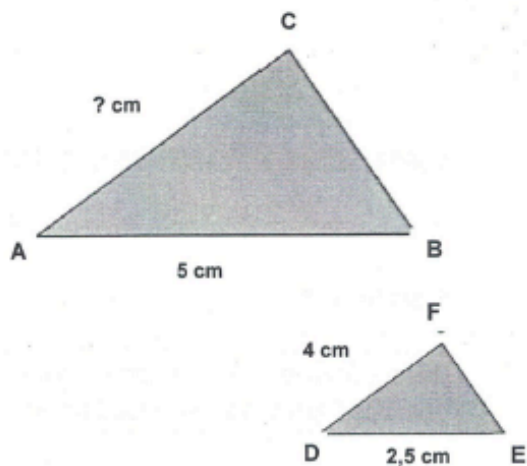


Hvor mange ganger større er side DE enn AB?

Hvor stor er side DE?



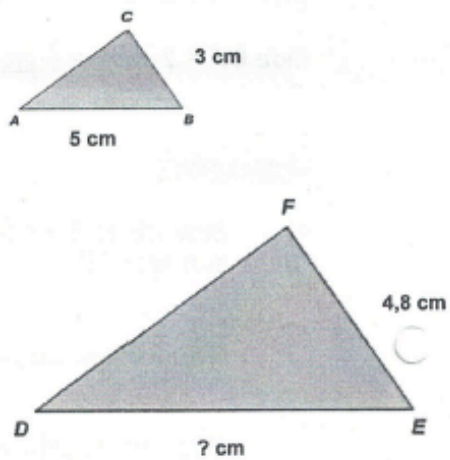
- c) Side AB er 2 ganger større enn side DE.



Hvor mange ganger større er side AC enn side DF?

Hvor stor er side AC?

- d) Side EF er 1,6 ganger større enn side BC.



Hvor mange ganger større er side DE enn side AB?

Hvor stor er side DE?

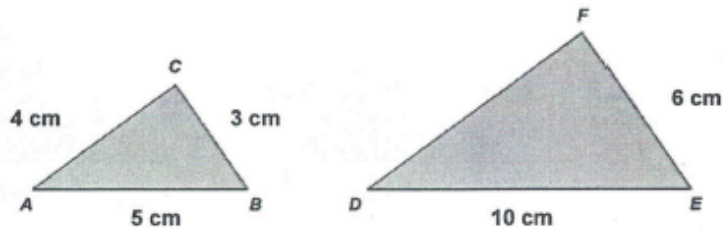


## Forstørrelsesfaktor

Hvis sidene i den ene trekanten er 3 ganger større enn i den formlike trekanten, sier vi at forstørrelsesfaktoren er 3.

**Å finne forstørrelsesfaktoren :**  $\frac{\text{Side i stor trekant}}{\text{Side i liten trekant}} = \text{Forstørrelsesfaktor}$

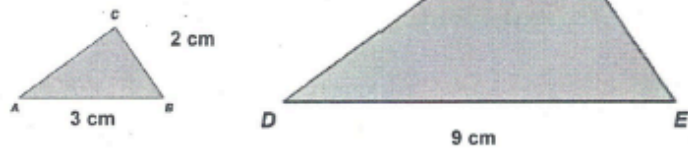
Eks.



$$\text{Forstørrelsesfaktoren} = \frac{DE}{AB} = \frac{10 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 2$$

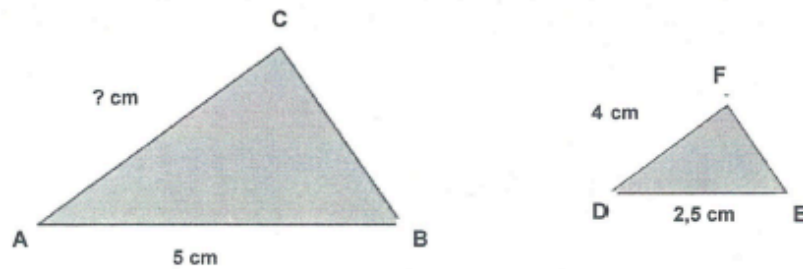
### Oppgaver

a)



$$\text{Forstørrelsesfaktoren} = \frac{\text{Side i stor trekant}}{\text{Side i liten trekant}} =$$

b)

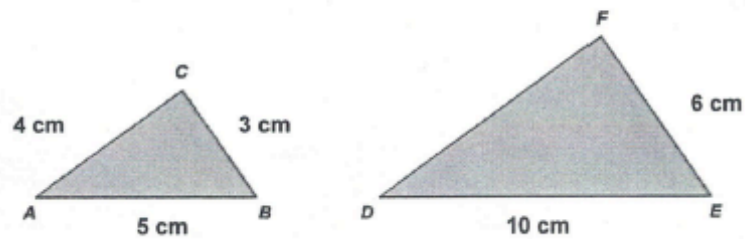


$$\text{Forstørrelsesfaktoren} = \frac{\text{Side i stor trekant}}{\text{Side i liten trekant}} =$$

## Å finne ei side i den store trekanten ved hjelp av forstørrelsesfaktor

**Regel :**  $Side\ i\ stor\ trekant = Side\ i\ liten\ trekant \cdot Forstørrelsesfaktor$

Eksempel :

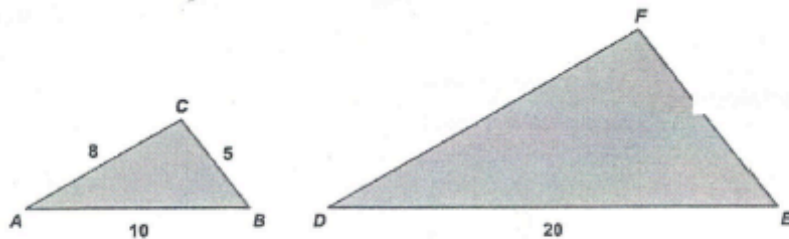


$$\text{Forstørrelsesfaktoren} = \frac{DE}{AB} = \frac{10\text{ cm}}{5\text{ cm}} = 2$$

$$\text{Sida } DF = AC \cdot 2 = 4\text{ cm} \cdot 2 = \underline{8\text{ cm}}$$

### Oppgaver

a)

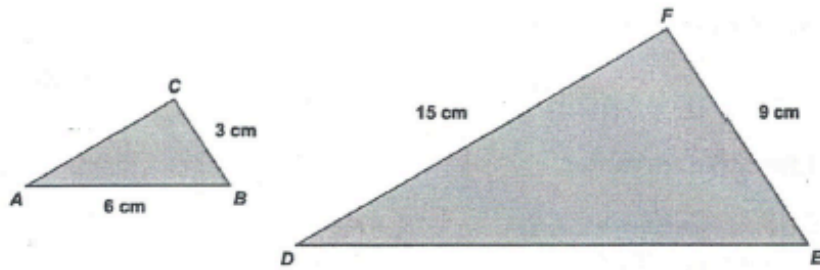


Finn forstørrelsesfaktoren :

Regn ut lengden av side EF :

Regn ut lengden av side DF :

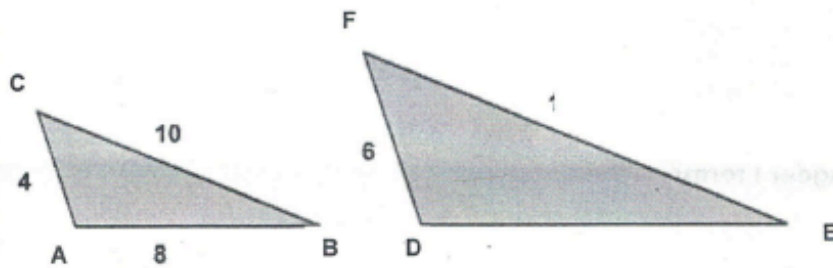
b)



Finn forstørrelsesfaktoren :

Regn ut lengden av sida  $DE$  :

c)



Finn forstørrelsesfaktoren :

Regn ut lengden av sida  $DE$  :

Regn ut lengden av sida  $EF$  :