



UNIVERSITETET I AGDER

Matematikk i yrkesutdanningen

En kasusstudie av sammenhengen mellom matematikkfaget og programfagene på yrkesutdanningen elektrofag

Maria Løvgren

Veileder

Simon Goodchild

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Universitetet i Agder, 2013
Fakultet for teknologi og realfag
Institutt for matematiske fag

Forord

Denne oppgaven markerer avslutningen på min toårige integrerte mastergrad i matematikdidaktikk ved Universitetet i Agder. Før jeg begynte på masterløpet hadde jeg tre lærerike år på allmennlærerutdanningen. Jeg sitter igjen med mye kunnskap som jeg gleder meg til å gjøre nytte av som lærer. En skulle tro jeg nå var lei av å studere, men masteroppgaven har inspirert meg til å lære mer før jeg starter i yrkeslivet. Derfor blir jeg å finne på fakultetet for teknologi og realfag et år til.

Gjennomføring av denne oppgaven har krevd god strukturering av arbeidstiden og en betydelig arbeidsinnsats gjennom hele prosessen. Som så mange andre har jeg opplevd at jo mer jeg utforsket teorien og analyserte datainnsamlingen, jo flere interessante momenter oppdaget jeg, og jo mer innså jeg at jeg ikke forstod. Det har ført til frustrasjon og vanskeligheter med å uttrykke og formulere tanker og ideer. På den annen side mener jeg at det er et utrolig spennende og et veldig viktig tema jeg har forsket på. Tiden har virket knapp, og jeg er derfor veldig stolt over at jeg har klart å levere oppgaven innen den bestemte tiden. Dette hadde jeg ikke mestret noen år tilbake. Det er flere som har stilt opp og hjulpet meg med å få til denne oppgaven som jeg ønsker å takke.

Forskningen hadde ikke vært mulig uten hjelpsomme, dyktige og litt kritiske avdelingsledere og lærere. Tusen takk for at dere stilte opp i denne studien og har hjulpet meg også i før- og etterkant av datainnsamlingen. Jeg vil også takke de hyggelige og reflekterte elevene for at de lot seg filme og intervju.

Arbeidet med avhandlingen har gitt utspring til flere interessante samtaler med min faglig dyktige veileder, professor Simon Goodchild. Hans engasjement for oppgaven, oppmuntring til selvstendig arbeid, positive og konstruktive tilbakemeldinger på arbeidet har betydd utrolig mye for min motivasjon. Jeg er veldig takknemlig for å ha hatt Simon som min veileder.

Dagfinn Tredal og Øystein Langmyr har tålmodig forklart og hjulpet meg med spørsmål relatert til elektrofag. Det har vært til stor hjelp; tusen takk!

Takk også til alle som har bidratt med informasjon til oppgaven og hjulpet meg med tekniske problemer.

Til sist vil jeg takke min familie og mine gode venner, på mesterrommet, i leiligheten og ellers, som har støttet meg, snakket med meg om andre ting enn masteroppgaven, hørt på meg med ”interesse” og diskutert resultater med meg. Jeg hadde ikke klart dette uten dere. Spesielt takk til fantastiske Ingrid Karin Swan Aas som med stor entusiasme leste gjennom oppgaven. Og takk til storesøster Ragnhild Løvgren som har hjulpet meg mye underveis. Jeg er utrolig takknemlig!

Kristiansand, juni 2013
Maria Løvgren

Sammendrag

Matematikkundervisningen på de yrkesfaglige studieretningene i Norge, krever å ha en sammenheng med hver enkelt elevs yrkesutøvelse og hverdagsliv. Målet med denne studien er å undersøke sammenhengen mellom matematikkfaget og programfagene på yrkesutdanningen elektrofag. Dette gjøres gjennom en beskrivelse av de ulike fagpraksisene, som fører til en kartlegging av hvor fagene imøtekommer hverandre. Problemstillingen som ligger til grunn for studien er: *Hva karakteriserer sammenhengen mellom fellesfaget matematikk IT-Y og programfagene i yrkesutdanningen elektrofag?* For å få svar på dette spørsmålet har jeg utarbeidet noen forskningsspørsmål:

1. Hva er likhetene og forskjellene på hvordan matematikk presenteres i matematikkundervisningen og i programfagsundervisningen?
2. Hvordan opplever elever og lærere sammenhengen mellom matematikkfaget og programfagene?
3. På hvilken måte imøtekommer matematikkfaget og programfagene hverandre?

Jeg har benyttet kvalitative forskningsmetoder i form av intervju og observasjon. Datainnsamlingen består av intervjuer fra seks elever fra en klasse, to programfagslærere, to matematikklærere og observasjon av undervisning. Dette er blitt analysert på bakgrunn av sosiokulturell teori, litteratur om overføring av kunnskaper og grensekryssing.

Studien viser tydelige resultater på at det er en sammenheng mellom matematikkfaget og programfagene. Dette kommer frem både av intervjuene og observasjonene. Den mest opplagte forbindelsen er at begge fagpraksisene inneholder mye av den samme matematikken. I matematikkundervisningen læres den grunnleggende matematikken, mens i programfagene er det i en større grad fokus på den praktiske bruken. Matematikken karakteriseres derfor som et verktøy i programfagene.

Undervisningen som er observert i de ulike fagene, likner på hverandre i form av oppsett av undervisningen, hjelpemidler som tas i bruk, bruk av de samme klasserommene og det finnes klare likhetstrekk ved måten lærerne stiller spørsmål og snakker med elevene på. Elevene mener likevel at matematikken undervises forskjellig i de ulike fagene. Det går spesielt på større grundighet i føringer av oppgaver i matematikkfaget og at blant annet en av lærerne bruker andre fremgangsmåter og mer humor i to av programfagene.

Det mest tankevekkende funnet i denne studien er vanskelighetene elevene har med å benytte seg av matematikkunnskaper i programfagene, til tross for at fagene har mange likheter. Programfagene viser seg å gjøre nytte av langt mer avansert matematikk enn hva elevene blir presentert for i matematikkfaget. Dette viser seg spesielt i noen grafer elevene møter i programfagene. Disse er veldig kompliserte, og de fleste elevene forstår ikke de matematiske operasjonene som ligger bak konstruksjonene. Mange elever henger heller ikke med når de blir utfordret på å bruke en rettvinklet trekant for å forstå sammenhengen mellom kreftene i en motor og hvordan de kan bruke Pytagoras setning for å regne ut kreftene.

Studien kommer med få konklusjoner, men heller med mange nye spørsmål for videre undersøkning.

Summary

The teaching of mathematics in vocational education programs in Norway is required to make connections with each student's professional practice and daily life. The aim of this study is to investigate the relationship between mathematics and the program subjects in electrical vocational education. This is achieved through a description of the diverse teaching practices, leading to where the two subjects overlap. My main question is: *What characterizes the relationship between mathematics IT-Y and the program subjects in the electric vocational education?* To address this question, I have formulated three research questions:

1. What are the similarities and differences in the presentation of mathematics in the mathematics teaching and the program subjects?
2. How do students and teachers experience the relationship between mathematics and the program subjects?
3. In what way do mathematics and the program subjects accommodate each other?

I have used qualitative research methods in the form of interviews and observation. The data collection involves interviews with six students from the same class, two vocational teachers, two mathematics teachers and observation of the teaching. The analysis is based on socio-cultural theory, literature of the transfer of knowledge and boundary crossing.

The study shows clear evidence that there is a link between the mathematics and the vocational subjects. This is shown both in the interviews and the observations. The most obvious connection is that both teaching practices contain much of the same mathematics. The students learn the fundamental mathematics in the mathematics lessons, while the program subjects are more focused on the practical application. Hence, mathematics is characterized as a tool in the program subjects.

It is observed that the teaching practices resemble each other in terms of the way the lessons are structured, the use of the same classroom, and there are some clear similarities in the way the teachers communicate with the students. The students still experience that mathematics is taught differently in the various subjects. This is especially because of emphasis on thoroughness in the mathematics lessons, and that one of the teachers use more humour and his own procedures in two of the vocational subjects.

The most sobering outcome of this study is the difficulty students have in making use of the mathematics in the vocational subjects, despite the fact that the subjects have many similarities. The mathematics used in the vocational subjects is far more advanced than the mathematics the students are trained to use in mathematics classes. This was demonstrated particularly in some graphs the students were presented with in two of the program subjects. These were very complicated, and the mathematical operations and the underlying structures were hidden from the students. Many students seemed to lose understanding when they were challenged to use a right angle triangle to understand the connection between the power efficiency of and motor and how Pythagoras rule could be used in this context.

The study presents few conclusions, but rather many new questions for further investigation.

Innhold

1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.1.1 Motivasjon for emnet.....	1
1.1.2 Hvorfor er denne forskningen viktig?.....	1
1.1.3 Matematikdidaktisk relevans	2
1.1.4 Valg av yrkesretning.....	3
1.2 Forsknings spørsmål og avgrensninger	3
1.3 Oppbygning av oppgaven	4
2 Teoretisk rammeverk	5
2.1 Sosiokulturell teori og kulturhistorisk aktivitetsteori.....	5
2.2 Overføring av kunnskaper fra en kontekst til en annen	6
2.3 Overføring av skolematematikk til yrkesaktiviteter	7
2.4 Grensekryssing.....	11
2.5 Tidligere resultater fra studier om brobygging mellom skolefag og arbeidsliv.....	12
2.6 Resultater fra norske studier	13
2.7 Anvendelse av teorien i resten av oppgaven.....	13
3 Utdanningsprogrammet elektrofag	15
3.1 Generelt om utdanningsprogrammet.....	15
3.2 Fellesfaget matematikk	16
3.3 Den grunnleggende ferdigheten <i>å regne</i>	17
4 Metode	19
4.1 Forskningsdesign.....	19
4.2 Metoder brukt i tidligere studier	19
4.3 Datainnsamling	20
4.3.1 Observasjon.....	21
4.3.2 Intervju.....	22
4.4 Utvalg og forarbeid.....	23
4.5 Gjennomføringen.....	24
4.5.1 Observasjon.....	24
4.5.2 Intervju.....	25
4.6 Behandling av innsamlet datamateriale.....	26
4.6.1 Observasjon.....	26
4.6.2 Intervju.....	26
4.6.3 Analyseverktøy	27
4.7 Studiens gyldighet (validitet) og pålitelighet (reliabilitet).....	28
4.8 Testing av studiens gyldighet	29
4.9 Etske betraktninger.....	29
4.10 Avslutning av metodekapittelet.....	30
5 Presentasjon av innsamlet datamateriale	31
5.1 Oversikt over datainnsamlingen	31
5.2 Presentasjon av klasserommet.....	31
5.3 Data- og elektronikkssystemer (Tor).....	32
5.3.1 Presentasjon av undervisningen (obs. 1).....	32
5.3.2 Intervju med Tor	33
5.4 Automatiseringssystemer (Knut)	35
5.4.1 Presentasjon av første undervisningsøkt (obs. 2a)	35
5.4.2 Presentasjon av andre undervisningsøkt (obs. 2b)	36
5.4.3 Intervju med Knut	41

5.5 Matematikk 1 (Grete)	43
5.5.1 Presentasjon av første undervisningsøkt (obs. 3a)	43
5.5.2 Presentasjon av andre undervisningsøkt (obs. 3b)	46
5.5.3 Intervju med Grete	46
5.6 Matematikk 2 (Olav)	48
5.6.1 Presentasjon av undervisningen (obs. 4)	48
5.6.2 Intervju med Olav	49
5.7 Intervju med elevene	51
5.8 Oppsummering av resultatene	55
6 Analyse av resultatene	57
6.1 Beskrivelse av praksisene	57
6.2 Kulturelle hjelpemidler	60
6.2.1 Beskrivelse av identifiserte konkrete, symbolske og grafiske verktøy	60
6.2.2 Hjelpemidler som skjuler matematikk – krystalliserte operasjoner og ”Black boxes”	62
6.2.3 Hjelpemidler som grenseobjekter	64
7 Diskusjon og konsekvenser	69
7.1 Refleksjoner om matematikk og programfag som adskilte fag	69
7.2 Refleksjoner omkring grenseobjekter	71
7.3 Studiens resultater	72
7.4 Studiens konsekvenser for undervisning i yrkesutdanningen	73
7.5 Forslag til videreføring av studien.....	74
8 Refleksjoner over arbeidet	77
8.1 Litteraturen	77
8.2 Metodene og innhenting av data	77
8.3 Eget arbeid	78
9 Referanser	81
Vedlegg	83
Vedlegg 1: Samtykkeerklæring til elever og foresatte	83
Vedlegg 2: Observasjonsskjema	85
Vedlegg 3: Intervjuguide programfaglærere.....	87
Vedlegg 4: Intervjuguide med matematikklærere	89
Vedlegg 5: Intervjuguide elever	91
Vedlegg 6: Kategoriseringer.....	93
Vedlegg 7: Transkripsjonsnøkler	95
Vedlegg 8: Forklaring til grafen i data- og elektronikkssystemer	96
Vedlegg 9: Oppgaveark 2 og 5 i automatiseringssystemer	98
Vedlegg 10: Forklaring til grafen i automatiseringssystemer	102
Vedlegg 11: Prøve i automatiseringssystemer	104
Vedlegg 12: Oppgaveark, matematikktime, Grete.....	105

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

1.1.1 Motivasjon for emnet

Høsten 2012 underviste jeg for første gang i et matematikkurs, matematikk 1T¹, på en kveldsskole i Kristiansand. Kursdeltakerne hadde blitt anbefalt å ta dette kurset for at det skulle bli lettere å ta et mer avansert kurs, matematikk R1², som de måtte ha for å komme inn på høyere utdanning. Studier de ønsket seg videre på, var blant annet økonomi og ingeniørutdanning. Deltakerne var i hovedsak opptatt av å bestå eksamen i fagene, for å kunne komme inn på den utdanningen de ønsket. Derfor var de interesserte i om de fikk bruk for det de lærte i mitt kurs i videre utdanning. Da opplevde jeg at jeg hadde manglende kjennskap til hvilke emner som var mest nyttige for de ulike deltakerne, og jeg ønsket jeg hadde flere eksempler fra yrkesliv og hverdagsliv å presentere innenfor de ulike temaene. Det vokste frem et behov og en interesse hos meg for å vite mer om hva slags matematikk som faktisk praktiseres og hvilken matematikk en har bruk for i ulike utdanninger og yrker. Jeg tok derfor kontakt med noen venner innenfor de ulike studieretningene elevene ønsket seg videre på, for å forhøre meg om hvilke deler av matematikken de hadde vært innom i løpet av studiene sine, og hva de trodde de kom til å få bruk for i sitt yrke. Informasjonen jeg så fikk, tok jeg med meg tilbake til klasserommet og prøvde å bruke det i undervisningen.

Etter forslag fra han som senere ble min veileder, om å skrive oppgaven min relatert til yrkesfaglige utdanningsprogram på videregående skole, endte jeg opp med at det var nettopp dette jeg ville vie det siste halve år av lærerutdanningen på. Selv gikk jeg allmennfaglig studieretning, det som nå heter studiespesialiserende, og har liten kjennskap til hvordan undervisningen forgår på de yrkesfaglige studieretningene. Derfor har jeg laget meg noen forestillinger om hvordan yrkesfagene er i den videregående skolen i Norge, og syntes det virket spennende å undersøke om disse forestillingene stemte overens med virkeligheten. Jeg husker tydelig fra da jeg selv skulle begynne på videregående at det var flere av guttene som var skoleleie, og jeg hadde et inntrykk av at det var flere som ikke presterte særlig godt i de teoretiske fagene, og at de på bakgrunn av dette valgte yrkesfaglige studieretninger. De som var skoleleie ble gjerne anbefalt å velge noe annet enn allmennfag. Dette bidro til at jeg lagde meg en oppfatning av at yrkesfagelever er litt ”slappe”, ikke særlig faglig sterke og at det ikke kreves like mye av dem som av elever på allmennfag. Senere har jeg snakket med dyktige og teoretisk sterke håndverkere, men forestillingen av gjennomsnittseleven på yrkesfag ligger fremdeles i bakhodet. Om jeg søker meg jobb i den videregående skole, kan jeg bli satt til å undervise i matematikk på yrkesfaglige utdanningsprogrammer. Derfor tror jeg det er viktig at jeg ikke bare har en forestilling om hvordan en gjennomsnittlig yrkesfagelev er, men faktisk danner meg et riktig bilde. Jeg gleder meg til et virkelig møte med elever og lærere på et av de yrkesfaglige utdanningsprogrammene, og til å få et innblikk i hvilken kunnskap som faktisk ligger bak en del av det praktiske arbeidet de utfører.

1.1.2 Hvorfor er denne forskningen viktig?

I stortingsmelding 44, står det i forbindelse med fellesfagets³ rolle i yrkesfaglig opplæring at regjeringen vil fremme forskning på yrkesretting (St.meld. nr. 44 (2008-2009)). En av

¹ Matematikk 1T står for teoretiskrettet matematikk og vil bli presentert i kapittel 3.

² Matematikk R1 står for matematikk for realfag – programfag på studiespesialiserende.

³ Fellesfag er fag som er obligatoriske for alle elever uansett yrkesretning.

grunnene til dette, er at en del elever på de yrkesfaglige utdanningsprogrammene rapporterer om dårlig motivasjon fordi fellesfagene er svært krevende og oppleves som lite relevante for programfagene⁴. Bare 55 prosent av elevene som startet på en yrkesfaglig studieretning i 2006 fullførte utdanningen med formell kompetanse etter normert tid, som er fem år (Statistisk sentralbyrå, 2012). Hvordan vi skal redusere det store frafallet har hatt stort fokus i aviser og utdanningsmagasiner de siste årene.

Ny Giv – overgangsprosjektet, er et treårig nasjonalt prosjekt satt i gang av regjeringen i 2010 som har som mål å få flere ungdommer til å fullføre og bestå videregående opplæring. *FYR – fellesfag, yrkesretting og relevans*, er et delprosjekt innenfor Ny Giv som har som mål å skape mer relevans og yrkesretting av fellesfagene innenfor de yrkesfaglige utdanningsprogrammene (Matematikksenteret, u.å.). Bakgrunnen for FYR – prosjektet er blant annet forskriften til Opplæringsloven kapittel 1, andre ledd § 1-3 Vidaregående opplæring: *”Opplæringa i fellesfaga skal vere tilpassa dei ulike utdanningsprogramma”* (Kunnskapsdepartementet, 2013).

At undervisningen i fellesfag på yrkesfaglige studieretninger skal være relevant for utdanningsprogrammet, handler om at det benyttes blant annet undervisningsmaterieell, læringsmetoder og vokabular som har relevans for elevenes yrkesutøvelse. Det innebærer også å ta utgangspunkt og benytte seg av elevenes forståelse, erfaringer, ferdigheter, og hva som gir dem mestring, eller knytte undervisningen til elevens hverdag i dag og senere (Kunnskapsdepartementet, 2013). I tillegg til at undervisningen i fellesfagene skal være relevant for den enkelte elevs yrkesutøvelse, omfatter yrkesretting å se kompetansemålene i fellesfagene i sammenheng med kompetansemålene i programfagene. Med det grunnlaget kan lærere rette lærestoff og arbeidsmåter i fellesfagene inn mot yrkesfagene. Lærerne i alle fag har ansvaret for å utvikle de grunnleggende ferdighetene, noe som krever et samarbeid både mellom lærerne i fellesfagene, og med programfaglærerne (Kunnskapsdepartementet, 2013). For at matematikklærere skal kunne yrkesrette fellesfagene, er det en fordel eller en nødvendighet at de har kjennskap til noen yrkesretninger og hvilke matematikkunnskaper elevene har bruk for i sitt kommende yrke. Det vil si at de trenger å vite noe om sammenhengen mellom matematikkfaget og programfagene elevene har i utdanningsprogrammet sitt. Dette håper jeg denne studien kan bidra til økt kunnskap om. Kunnskapsdepartementet (2013) avslutter sin tolkning av relevans med at: *”Hensikten må være å motivere elevene og gi dem den kompetansen de trenger i videre skolegang, som arbeidsdeltakere og som deltakere i samfunnet.”* (Kunnskapsdepartementet, 2013).

1.1.3 Matematikdidaktisk relevans

Personlig liker jeg matematikken for sin egen del, mer enn for at det er et verktøy for å kunne utføre hverdagslige utfordringer som krever matematisk tankegang. Dessverre er det en del elever som ikke deler denne opplevelsen av faget og som i tillegg synes det er vanskelig å se matematikkens relevans i forhold til andre fag og yrker. Derfor tror jeg denne forskningen er viktig for meg som kommende lærer, for å forstå hvilke utfordringer en del elever møter på i overgangen mellom matematikkfaget og programfagene. Jeg håper denne studien kan bidra til å komme litt nærmere hva jeg som lærer kan gjøre for å hjelpe elever til å bruke ideer og kunnskaper de lærer i matematikkundervisningen i programfagene og omvendt.

⁴ Programfag er de fagene som er spesielle for det utdanningsprogrammet elevene velger.

1.1.4 Valg av yrkesretning

Da jeg skulle velge hvilken yrkesretning jeg skulle forske på i denne studien, tenkte jeg på hva slags matematikk jeg trodde de ulike retningene hadde bruk for. Dette førte til nysgjerrighet rundt elektrofag. Jeg spurte derfor noen jeg kjenner som er elektrikere om hva slags matematikk de har bruk for i sitt yrke. Én ble veldig engasjert og begynte å vise meg rundt i huset der vi var, hvor en elektriker kunne få bruk for matematikk. En annen kunne derimot ikke skjønne hvorfor jeg ville forske på dette, fordi han mente at en elektriker ikke har bruk for matematikkunnskaper. Denne ulike graden av entusiasme for forskningsemnet gjorde meg bare enda mer nysgjerrig på å finne ut sammenhengen.

På landsbasis hadde elever som begynte på elektrofag i 2010 den nest høyeste poengsummen fra grunnskolen blant de ni yrkesfagene (Utdanningsdirektoratet, 2012). Foran elektrofag lå *medier og kommunikasjon* og de tre studieforbereidende utdanningsprogrammene, noe som viser at skoleflinke elever oftere velger seg inn på studieforbereidende fremfor yrkesfag (Utdanningsdirektoratet, 2012). Noen lærere jeg har vært i snakk med mener at denne studieretningen krever høyere matematisk kompetanse enn en del andre yrkesretninger. Matematikk er et teoretisk fellesfag alle elever må ha på videregående, og er som nevnt tidligere en av årsakene til at elever dropper ut av utdanningene.

1.2 Forskningsspørsmål og avgrensninger

Målet med studien er å få et innblikk i om det eksisterer noen sammenheng mellom fellesfaget matematikk og programfagene på elektrofag, og eventuelt hva som er med på å skape eller å hindre en forbindelsen. Jeg har derfor valgt å jobbe ut fra problemstillingen:

Hva karakteriserer sammenhengen mellom fellesfaget matematikk IT-Y og programfagene i yrkesutdanningen elektrofag?

For å kunne karakterisere sammenhengen, ønsker jeg først å beskrive de ulike fagene og se etter like og ulike trekk. Dette kan gjelde blant annet hvordan undervisningen er lagt opp, undervisningslokalet, undervisningsmateriell, oppgaver og lærebøker. Jeg ønsker så å vurdere sammenhengene og se om det er noe jeg som matematikklærere kan lære av dem.

For å komme nærmere noe svar på problemstillingen, har jeg utarbeidet tre forskningsspørsmål (FS):

- FS 1:** Hva er likhetene og forskjellene på hvordan matematikk presenteres i matematikkundervisningen og i programfagsundervisningen?
- FS 2:** Hvordan opplever elever og lærere sammenhengen mellom matematikkfaget og programfagene?
- FS 3:** På hvilken måte imøtekommer matematikkfaget og programfagene hverandre?

Med å presentere matematikk, mener jeg alle måter matematikken kommer til uttrykk i undervisningen på. Dette kan for eksempel være gjennom oppgaver, kunnskapsmål, ord, lærerens forklaringer og hjelpemidler.

Gjennom intervjuer med elever og lærere og gjennom observasjon av undervisningen, kan jeg få innblikk i sammenhengen. Spesielt er jeg interessert i hvordan matematikken presenteres i de ulike fagene. Fokuset i studien er ikke å vurdere læreres faglige eller didaktiske

kompetanse, eller elevenes faglige ferdigheter. Elevene og lærerne er bare informanter som forteller om deres opplevelser av sammenhengen mellom fag i deres skole og arbeidshverdag.

Denne forskningen ser jeg som viktig for min lærerkarriere enten om jeg skal jobbe i den videregående skole eller i grunnskolen. Det å vite noe om hva som egentlig foregår i andre fag og på andre nivåer i utdanningssystemet, mener jeg er viktig kunnskap for å utvikle god undervisning for elevene, og for å ha realistiske forventninger til dem. Jeg skulle gjerne ha kunnet noe om alle yrkesgrupper, og undervise relevant matematikk på alle yrkesretninger, men det ville naturligvis være et for stort prosjekt å ta for seg i en masteroppgave. Jeg har derfor valgt å fokusere kun på én yrkesgruppe, nemlig elektrofag. Jeg prøver å legge fra meg mine forestillinger, og oppsøker en elevgruppe på yrkesfaglig utdanning. I møte med lærere og elever ønsker jeg å få dem til å bli engasjerte og fortelle om deres opplevelser av utdanningsprogrammet og om relevansen til matematikkfaget.

1.3 Oppbygning av oppgaven

I dette første kapittelet har jeg beskrevet hvorfor denne forskningen er viktig for å få elever til å fullføre videregående skole, hvilken relevans den har for meg som matematikklærer og hvilke forestillinger jeg har bygget opp omkring de yrkesfaglige studieretningene. I det neste kapittelet presenteres tidligere forskning og teorier omkring overføring av kunnskaper mellom ulike kontekster.

Yrkesutdanningen elektrofag introduseres i kapittel tre, sammen med en presentasjon av fagene som blir beskrevet nærmere senere i studien. Videre i kapittel fire gir jeg en grundig innføring i hvordan jeg har gått frem i mitt forskningsarbeid. Her beskrives valg, bruk og gjennomføring av metodene *semistrukturert – ikke-deltakende observasjon* og *semistrukturert intervju*. I slutten av kapittelet kommer jeg inn på troverdigheten og påliteligheten av resultatene samt noen etiske betraktninger.

Datainnsamlingen blir presentert i kapittel fem med en gjengivelse av de observerte undervisningsøktene og intervjuene med elever og lærere. I kapittel seks blir fagene og utvalgte hjelpemidler beskrevet og analysert i lys av teorien.

Kapittel syv starter med en diskusjon av matematikkfaget og programfagene som separate fag, og avsluttende refleksjoner omkring hjelpemiddelene. Deretter presenteres studiens resultater. Mot slutten av kapittelet diskuteres studiens konsekvenser for undervisning i yrkesutdanningen før jeg avslutter med forslag til videre forskning.

Oppgaven avsluttes i kapittel åtte hvor jeg reflekterer over bruk av litteratur, metoder og eget arbeid med studien.

2 Teoretisk rammeverk

Mitt forskningsspørsmål søker etter svar på hva som karakteriserer sammenhengen mellom to ulike fagkontekster. I søken etter litteratur på området, har jeg sett at det har vært aktuelt å fordype meg i forskningsstudier som omhandler menneskers overganger mellom skolematematikk og matematikk praktisert i andre kontekster. Jeg har hatt hovedvekt på litteratur som tar for seg læring og undervisning av matematikk i forbindelse med slike overganger. Teorier om læringsprosesser som skjer i grenseoverganger mellom kontekster har kommet frem på bakgrunn av forskningsbaserte observasjoner. Derfor vil jeg her presentere noen tidligere studier samtidig som jeg trekker ut begreper og teorier som er blitt utviklet på bakgrunn av funnene.

2.1 Sosiokulturell teori og kulturhistorisk aktivitetsteori

Imsen (2011) skriver at man ikke kan snakke om undervisning uten å nevne at det er noen som skal tilegne seg kunnskap, noen som skal lære. I tillegg til at læring beskriver prosesser hos elevene, er læringsmiljøet og forhold i samfunnet også viktige faktorer for læring. Det finnes mange ulike definisjoner av læring, og mange teorier om læring har vokst frem fra ulike psykologiske teoritradisjoner. Det er spesielt fire tradisjoner som har gjort seg gjeldende i pedagogisk sammenheng, nemlig *behavioristisk teori*, *kognitiv teori*, *konstruktivistisk teori* og *sosiokulturell teori* (Imsen, 2011).

En del forskningsstudier (Williams & Wake, 2007; Williams, Wake, & Boreham, 2001) som er gjort i forbindelse med overføring av kunnskaper mellom ulike kontekster, bruker *kulturhistorisk aktivitetsteori* (KHAT) eller *situert læringsteori* som redskap for analysen av deres resultater. Begge læringsteoriene snakker om hvordan grenseoverganger inneholder et potensial for læring (Akkerman & Bakker, 2011). Fordi flere av studiene jeg referer til i dette kapitlet bygger på KHAT, velger jeg å beskrive denne teorien litt nærmere. KHAT er vokst frem fra *sosiokulturell teori*. Den bygger på den russiske psykologen Lev Vygotsky (1896–1934) sine ideer om at barns kunnskaper, holdninger, verdier og ideer utvikler seg i samhandling med andre, hvor språk er en viktig faktor i læringsprosessen (Lyngsnes & Rismark, 2007). Lyngsnes og Rismark (2007) sammenfatter dette ved å si at "*kunnskap er utviklet i et sosialt fellesskap der den anvendes, og menneskene tilegner seg kunnskapen gjennom å delta i det sosiale fellesskapet. På denne måten er kunnskap skapt, forankret og distribuert i kulturen*" (Lyngsnes & Rismark, 2007, s.70). KHAT er videre blitt utviklet til det som kalles et aktivitetssystem (Postholm, 2007). Aktivitetssystemet tar utgangspunkt i at mennesket er et handlende *subjekt* som tar i bruk *kulturelle hjelpemidler* for å nå sine *overordnede mål*. Konteksten, eller sammenhengen som handlingen foregår i, innebærer *regler* som gir retningslinjer for handlinger, slik læreplanen gir retningslinjer for undervisningen. *Fellesskapet/samfunnet* og *arbeidsdelingen/roller* inngår også i konteksten. Personene i fellesskapet/samfunnet og deres arbeidsdeling/roller i arbeidet med å oppnå de samme målene, kan legge betingelser og begrensninger for hvilke handlinger som utføres (Postholm, 2007). Alle faktorene i aktivitetssystemet påvirker hverandre gjensidig (Postholm, 2007).

Vygotsky mener at kulturelle hjelpemidler eller verktøy er viktige for menneskers læring (Lyngsnes & Rismark, 2007). Det kan være hjelpemidler av ulike slag, og vi kan dele dem inn i to hovedgrupper, *konkrete* og *symbolske*. Konkrete verktøy kan for eksempel være en linjal, kalkulator eller internett. Symbolske verktøy er også utviklet som en del av en kulturell

prosess, og eksempler på det er tall, matematiske systemer og talespråket (Lyngsnes & Rismark, 2007). Vygotsky mente også at alle mentale prosesser på et høyere nivå, slik som resonnering og problemløsning, blir *mediert* eller oppnådd ved hjelp av *psykologiske verktøy*. Eksempler på dette er språk, tegn og symboler (Lyngsnes & Rismark, 2007). Det ser derfor ut som at de psykologiske hjelpemidlene er en del av de symbolske. Psykologiske verktøy tolker jeg som at for eksempel et gangetegn ikke betyr noe i seg selv hvis ikke eleven vet at det betyr å multiplisere eller gange noe. Eleven bruker sitt ”indre språk” til å oversette gangetegnet til dets betydning.

Vygotsky kaller området mellom det eleven klarer å få til alene og det eleven kan greie ved hjelp av andre for *den nærmeste utviklingssonen* (Lyngsnes & Rismark, 2007). Grunntanken her er at læring skjer gjennom dialog og samhandling med noen som er mer kompetente enn den som skal lære. I skolen tenker jeg at dette både kan være lærere og medelever. Det er en forutsetning for det sosiale fellesskapet, hvor læring skjer, at deltakerne har *felles situasjonsdefinisjon* for at det skal føre til læring (Lyngsnes & Rismark, 2007). Det betyr at deltakerne i den aktuelle aktiviteten må ha felles forståelse eller oppfatning av det som er sentrum for samtalen. Dersom deltakerne ikke deler felles situasjonsdefinisjon, kan det føre til misforståelser, og det kan bli vanskelig for læreren å fungere som en hjelp og støtte for elevens læring i læringsprosessen (Lyngsnes & Rismark, 2007).

2.2 Overføring av kunnskaper fra en kontekst til en annen

Evans (1999) skriver at mennesker overfører ideer, følelser og kunnskaper fra en kontekst til en annen. *”The transfer of learning refers in general to the use of ideas and knowledge learned in one context in another.”* (Evans, 1999, s. 23). Jeg velger å bruke Utvik (2012) sin oversettelse *overføring* av det engelske ordet ”transfer” i resten av oppgaven. Evans (1999) nevner ulike former en overføring kan ha. Det kan være å bruke et skolefag utenfor sitt område, for eksempel å bruke matematikk i forbindelse med økonomi. Eller å utnytte aktiviteter utenfor skolekonteksten i læring av skolefag. For å kunne lage overganger mellom de ulike kontekstene som Evans (1999) kaller ”building bridges”, må vi finne steder i *praksiser* utenfor skolen hvor praksisen overlapper med skolematematikken. Wenger (1998) betegner praksiser som ”Community of practice.” Han beskriver tre dimensjoner av praksis som tilhører et fellesskap. Disse tre er ”felles engasjement (mutual engagement)”, ”felles bedrift (a joint enterprise)” og ”felles repertoar (a shared repertoire)” (Wenger, 1998, s. 73). Dette tolker jeg som at en praksis oppstår der mennesker er medlemmer av eller er engasjerte i det samme prosjektet hvor de har de samme redskapene tilgjengelig. Dette kan for eksempel være programfagsundervisningen på elektrofag. Ved å beskrive de ulike praksisene og analysere likheter og forskjeller mellom disse, vil vi få bedre innblikk i hvordan vi kan lage overganger mellom diskursene, skriver Evans (1999).

Men det er ikke alltid at det vi overfører er det andre forventer at vi skal overføre, skriver Evans (1999). For eksempel så kan elever overføre tanker og ideer mellom ulike fag på skolen, men de bruker dem kanskje i feil situasjon. Jeg observerte et eksempel på dette i en matematikkundervisning i min studie. En elev foreslo å kalle a i det generelle uttrykket for en lineær funksjon, $y = ax + b$, for *virkningsgrad*, et ord eleven er vant med fra programfagene. Her overførte eleven ideer fra et annet fag, men ikke det læreren siktet til. Svaret læreren ønsket at elevene skulle svare, var stigningstall. Videre påpeker Evans (1999) at overføring av ideer kan være vanskelig, men mulig. For at vi skal lære å *rekontekstualisere*, overføre kunnskaper fra en kontekst til en annen, mener han at vi må lære noe om hvordan ideer og kunnskap lært i en kontekst brukes i en annen kontekst. Med dette antar jeg at han sikter til at

vi må bli kjent med hvordan for eksempel matematikkunnskaper brukes i programfagene på elektrofag, slik at vi kan bli kjent med hvilke kunnskaper som er viktige å kunne overføre fra matematikkfaget.

2.3 Overføring av skolematematikk til yrkesaktiviteter

En mye sitert bok er ”*Street mathematics and school mathematics*” hvor forfatterne fra et psykologisk synspunkt sammenlikner matematikk brukt i og utenfor skolen (Nunes, Schliemann, & Carraher, 1993). Boka bygger blant annet på den empiriske studien som Carraher, Carraher, og Schliemann (1985) har gjennomført. Der var de interesserte i forskjellen mellom å løse matematiske problemer ved bruk av algoritmer som er lært på skolen, eller å løse oppgavene i kjente kontekster utenfor skolen. Denne studien fant sted i Brasil hvor de testet fem barn i alderen 9-15 år som alle hadde en fattig bakgrunn og hadde gått fra ett til åtte år på skolen. Elevene som deltok i studien ble funnet på gata, hvor de solgte varer alene eller med familien på gatemarkeder. I det daglige arbeidet på markedet må både barn og voksne løse flere matematiske problemer uten tilgang til noe å skrive med og på. I denne sammenhengen ble barna gitt to ulike tester, en uformell og en formell. De ble utført på to ulike måter, hvor den uformelle foregikk som en samtale lik en naturlig jobbsituasjon, hvor intervjueren oppførte seg som en kunde. Den andre hadde et todelt fokus på matematiske operasjoner og tekstopp-gaver, hvor oppgavene hadde utgangspunkt i samtalen fra den uformelle testen.

Resultatene fra studien viser at oppgavene som var gitt i en naturlig kontekst ble lettere løst enn oppgaver uten en kontekst. Det diskuteres om resultatet viser seg å være i konflikt med de implisitte pedagogiske antagelsene om at barn først bør lære matematiske operasjoner for senere å kunne gjøre seg nytte av dem til verbale og virkelighetsnære problemer. Realistiske problemer og tekstopp-gaver kan fremkalle sunn fornuft som kan lede barn til å finne en korrekt løsning intuitivt uten å måtte gå veien gjennom oversettingen av tekstopp-gavene til algebraiske uttrykk, hevder Carraher et al. (1985). Funnene støtter tidligere avhandlinger om at ideer som kommer ved bruk av logisk tenkning kan være på et høyere nivå i den samme personen i en kontekst enn tenkning utenfor en kontekst. Likevel mener de ikke at resultatene fører til noen konklusjon om at skolene bare skal la elevene finne sine egne utregningsmetoder. Mentale beregninger har begrensninger som kan bli overkommelige ved hjelp av skrevne utregninger (Carraher et al., 1985).

I tillegg til selgere omtales også forskning på snekkere, bønder og fiskere i boka til Nunes et al. (1993). Studier på ”*street mathematics*” ville finne og bringe de matematiske prosedyrene som vi finner i aktiviteter på arbeidsplassene frem i lyset og beskrive dem. I tillegg vise kompetansen til de som praktiserer matematikken, skriver Straesser (2000). Han angir at utgangspunktet for forskningen på ”*street mathematics*” var en todelt observasjon hvor den ene gikk ut på at barn som jobbet på gata kunne med liten eller ingen skolegang løse matematiske problemer på jobb. Det andre som var observert var at selv om barna hadde gått på skolen og gjorde det bra i jobben sin, hadde de likevel vanskeligheter med, eller fikk ikke til å løse tilsvarende høyskole-liknende tekstopp-gaver. Hvordan skal vi forstå denne åpenbare mangelen på overføring fra klasserommet til arbeid?, undrer Straesser (2000). Etter flere år med forskning har det kommet frem at matematikk som er lært i en spesifikk kontekst ikke enkelt kan isoleres, tas bort, overføres eller brukes i en annen situasjon (Straesser, 2000). I kontrast til dette starter de matematiske modellene med antagelsen om at en del av matematikken som en gang er lært kan komme frem i tankene når det modelleres tilstrekkelig i en gitt situasjon (Straesser, 2000). Han sier at problemet for den som skal lære dreier seg om

å overføre strategier fra en situasjon til en annen (Straesser, 2000). Et eksempel på dette observerte jeg i en undervisningstime i automasjon i denne studien, hvor elevene skulle regne ut krefter i en motor ved hjelp av Pytagoras setning. Mange av elevene hadde problemer med å se at de kunne bruke Pytagoras setning i denne situasjonen. Heldigvis finnes det en måte å imøtekomme et slikt overføringsdilemma på, mener Straesser (2000). En løsning mener han kan være at undervisning bør inneholde oppgaver fra arbeidsplassen som er så realistiske som mulig.

Før har det vært vanlig å tenke på overføringen av skolematematikk til arbeid som kun en kognitiv prosess, altså noe som foregår i menneskets tankevirksomhet. Fokuset er etter hvert blitt dreid mer over til hvordan yrkesaktiviteter blir formet av sosial praksis og målet for arbeidskulturen, i tillegg til et ønske om å finne ut hva denne utformingen av aktivitetene forteller oss om matematisk oppførsel og læring, skriver Pozzi, Noss, og Hoyles (1998). I sin studie bruker de betegnelsen *krystalliserte operasjoner* når de beskriver hvordan redskaper innenfor ulike sosiale kontekster er blitt formet og innarbeidet av den kulturen og målet som de er en del av. Et eksempel på et slikt hjelpemiddel er spesialverktøyet Lindefjeld Vinkelen som blant annet snekkere bruker. Dette verktøyet er blitt utviklet for å forenkle og effektivisere arbeidet. Ved hjelp av noen få enkle regler kan de bruke Lindefjeld Vinkelen til å gjøre vinkelberegninger i forbindelse med takkonstruksjoner (DeGiro, u.å.). Redskapene inneholder krystalliserte operasjoner for å effektivisere arbeidet, og matematikken er dermed ofte skjult for de som bruker dem. Dette kan skape problemer, slik Pozzi et al. (1998) så i forbindelse med en studie av sykepleiere.

I studien av sykepleiere ønsket Pozzi et al. (1998) å undersøke enhver aktivitet som tydelig inneholdt noe matematikk, det vil si lett gjenkjennelige matematiske operasjoner. Men forskerne var også interesserte i de aktivitetene som de så involverte *matematisering* av sykepleiernes profesjonelle praksis. Med matematisering mener de *"a complex set of relations (including mathematical relations) between resources, activities and settings as they are operationalised to achieve a particular goal at work."* (Pozzi et al, 1998, s.107). Det vil si situasjoner i sykepleiernes yrkespraksis som var beskrevet matematisk for å effektivisere arbeidet. I en lengre periode fulgte de 12 erfarne sykepleiere. I artikkelen fokuserer de særskilt på aktivitetene som omhandler behandling av legemidler og kontroll av væskebalanse. Noen av sykepleierne klarte å regne seg frem til mengder på bestemte medisiner, men når de fikk en ukjent medisin klarte de ikke å regne seg frem til mengden, selv om utfordringen inneholdt den samme kalkuleringen. De hadde laget seg metoder for akkurat dette stoffet, og de klarte ikke å overføre måten å tenke på til andre typer medisiner, skriver Pozzi et al. (1998). En annen sykepleier fikk problemer idet hun skulle forklare en matematisert oversikt over væskebalanse for nyretransplanterte pasienter, se figur 1.

Figur 1 viser et utdrag fra tabellen over væskebalansen fra Pozzi et al. (1998, s.111).

Time	Pump 1 Dex-Saline		Pump 2 Dopamine		Hourly In	Grand In	SP Catheter (urine)		Hourly Out	Grand Out	Total Balanc e
	hourly	total	hourly	total			hourly	total			
08-09	279	279	2.0	2.0	332.2	332.2	440	440	440	440	-107.8
09-10	285	564	2.0	4	314.4	646.6	360	800	360	800	-153.4
10-11	116	680	1.9	5.9	224.1	870.7	320	1120	320	1120	-249.3
11-12	222	902	1.8	7.7	394.8	1265.5	380	1500	380	1500	-234.5
12-13	316	1218	2.2	9.9	422.6	1688.1	280	1780	280	1780	-91.9
13-14	197	1415	2.0	11.9	299.7	1987.8	200	1980	200	1980	+7.8
14-15	204	1619							

Tabellen likner et regneark, og det kommer ikke tydelig frem fra diagrammet hvordan en sykepleier skal forstå og bruke det. I samtale med en annen sykepleier kom sykepleierne frem til at tabellen gav riktig informasjon om pasientens væskebalanse, men de problematiserte utregningene som lå bak fremstillingen. Pozzi et al. (1998) diskuterer om mange arbeidsplasser pålegger arbeiderne begrensninger for hvordan redskaper skal bli brukt, slik væskediagrammet ble brukt på avdelingen til sykepleierne. Tabellen er et kulturelt hjelpemiddel som brukes av sykepleierne nesten hele tiden. Diagrammet blir en slags krystallisert operasjon, matematikken er skjult for sykepleierne og andre som bruker det.

Matematikk på arbeidsplassen ser ut til å bli pålagt mange flere restriksjoner enn matematikken i hverdagslivet. Arbeiderne har ikke muligheten til å velge den beste metoden, den er allerede blitt bestemt av arbeidsstedet. Slik er det ikke i dagliglivet, for eksempel når du handler, hvor du kan velge den metoden du føler er best, mener Pozzi et al. (1998). Kanskje metodene og matematikken er strengere på arbeidsplassene enn i klasserommet også? Pozzi et al. (1998) ser et behov for at operasjonene og matematikken bak verktøyene som blir brukt i yrkesaktiviteter blir synliggjort. Dette er i tilfeller hvor modellene viser feil data, de trenger å kommuniseres til andre eller dersom kolleger er uenige om hvordan de skal tolkes. Det er derfor viktig at vi undersøker hvordan redskaper og modeller som brukes på arbeidsplassene fungerer og vurderer deres styrker og begrensninger (Pozzi et al., 1998).

Til slutt i sin artikkel gir Pozzi et al. (1998) noen pedagogiske implikasjoner. De så at matematikk opptrer i yrkesaktiviteter på mange forskjellige måter. Disse situasjonene er komplekse, og de mener det er uheldig å trekke ut bare den synlige matematikken og undervise denne. En mer produktiv måte er å la elevene identifisere matematiserte situasjoner i sin egen arbeidskultur. Det er disse som er de avgjørende bindeleddene mellom matematisk og profesjonell kunnskap. Ved å beskrive hvordan disse situasjonene opptrer for å nå målet for arbeidsplassen, kan matematikken bli sett på som funksjonell.

Williams og Wake (2007) omtaler hjelpemidler i yrkespraksiser som inneholder skjult matematikk som "*black boxes*". De legger KHAT til grunn i sine studier av arbeidsplasser med et matematisk perspektiv. Artikkelen jeg refererer til bygger blant annet på en kasusstudie som blir omtalt i Williams et al. (2001), hvor forskerne søker å forstå hvilke krav som stilles til arbeidernes matematiske kompetanse. De ønsker å forbedre vår forståelse av

sammenhengene og gapene mellom hva industrien krever og hva studentenes matematiske erfaringer har forberedt dem på å forstå. Derfor besøkte de blant annet en skoledyktig kjemi- og matematikkstudent da hun skulle gjøre et forsøk på et kjemisk laboratorium, hvor hun var på en ukes utplassering. De ønsket å se hvordan hun gjorde mening av et kjemiekperimentet på arbeidsplassen. Forsøket gikk ut på at hun skulle varme opp et stoff, mens varmeustabiliteten samtidig ble logget og vist grafisk. Studenten fikk problemer da hun skulle tolke grafen som ble laget som et resultat av forsøket hun nettopp hadde gjennomført. Grafen var ikke helt rett og så annerledes ut enn hva hun var vant med. Begge aksene hadde mer enn en variabel, og den vannrette akse hadde en variabel som hadde sin laveste verdi til høyre. Det ble også benyttet logaritmisk skala på den vertikale akse og det ble målt i Kelvin per minutt (K/min), noe som var uvant for eleven som mest sannsynlig heller ville foretrukket grader celsius for temperaturen og sekunder for tiden (Williams et al., 2001). Selv om hun hadde god kjennskap til grafer både fra matematikk- og kjemistudier, hadde denne grafen egenskaper hun ikke var forberedt på. Forskerne mener det industrielle kjemilaboratoriet er en annen sosial kontekst enn hva studenten er vant med og har derfor organisert andre aktivitetssystemer for å oppnå et annet objekt. Matematikkundervisningen og kjemilaboratoriet har ulik historisk utvikling som har ført til at grafene i de to forskjellige praksisene også har ulike mål. I matematikken brukes grafen som et redskap for å tolke funksjoner, mens i laboratoriet benyttes den for å rapportere til produsenter om sikkerheten av ulike stoffer. Forskerne mener at aktiviteter med grafer i skolen ofte inneholder tegning eller lesing av grafer som oppfører seg riktig, og bruk av kjente grafer og funksjoner. Elevene får ikke øvd seg i å tolke grafene i komplekse situasjoner og kontekster. Videre mener de at ny teknologi har ført til at grafene elevene bruker kan brukes mer til å tolke matematikken ut av dem enn å lære å plote og skissere dem, slik det har gått mye tid til før, mener de. Slik får de lettere tilgang til grafene som læringsredskaper (Williams et al., 2001).

Den andre kasusen som omtales av Williams og Wake (2007) handler om en mann som driver et metallverksted hvor han har programmert maskiner slik at de kutter metallplatene for ham på kortest mulig tid. Maskinene gjemmer den matematikken som brukes, blant annet vektorer og koordinater. Forskerne ser også her på arbeidspraksisen med et matematisk perspektiv. De ønsker å få innsikt i matematikken i yrkesfaglige kontekster og dermed antyde hvordan elever i høyere utdanning kan bli bedre matematisk forberedt på å forstå arbeidsplassen hvor de senere skal bli ansatt. Tradisjonell etnografisk tilnærming beskriver forskjellene mellom de to praksisene, matematikk og praksis, uten å forklare hvordan vi kan binde dem sammen, skriver Williams og Wake (2007). De er blitt observert og tolket hver for seg. Williams og Wake (2007) forsøker å forstå hvordan vi kan bygge en bro mellom matematikk og praksis på arbeidsplassen. De stiller to spørsmål i denne studien: hvordan er matematikk formet, faktisk ofte skjult, på arbeidsplasser? Og hvilke prosesser bidrar til å forme matematikken på arbeidsplasser forskjellig fra den i skolen, og dermed fører til en avstand for studentene når de blir presentert for matematikk fra yrkesaktiviteter?

Betegnelsen "*black box*" brukes når deler av maskiner eller en mengde kommandoer blir for kompliserte og det i stedet lages ett element som skal fungere i stedet for mange (Williams & Wake, 2007). "*According to Buchberger, the technology is being used as a white box when students are aware of the mathematics they are asking the technology to carry out; otherwise the technology is being used as a black box.*" (Drijvers, , s.93). Derfor vil ikke kalkulatoren være en "*black box*", fordi elevene vet hvilken matematikk de ber den utføre. I studiene av sykepleiere og metallverkstedet, fant Williams og Wake (2007) matematikk i "*black boxes*" av mange ulike typer: i arbeidsinstrumenter, prosedyrer og rutiner, i lokalt matematisk språk eller språksjangre og i arbeidsfordelingen/rollene (Williams & Wake, 2007). For at

utenforstående skal forstå matematikken som blir brukt på arbeidsplassene, må de utvikle fleksible holdninger til hvordan matematikken ser ut, og hvordan den blir skjult i "black boxes" av instrumenter og arbeidsfordelingen. De fant ut at studenter ikke var nok forberedt på denne forandringen. De var ikke klar over at matematiske konvensjoner varierer fra tid og sted. I studien kommer forskerne med forslag om at en bør lære å tolke andres matematikk på skolen. Det vil for eksempel si å tolke et regneark (Williams & Wake, 2007).

2.4 Grensekryssing

Jeg har nå beskrevet forskning om hvordan elever kan ha problemer med å overføre matematikkunnskaper de lærer på skolen til aktiviteter som krever matematisk tankegang utenfor skolekonteksten. Spesielt er denne overføringen vanskelig når matematikken finnes skjult i redskaper en skal ta i bruk i yrkesaktiviteter. I henhold til Pozzi et al. (1998) bør en slik overføring inneholde en dynamisk sammenheng mellom kontekstene.

Det finnes mye forskning på "*boundaries*" som jeg velger å oversette til *grenser*, mellom ulike områder innenfor arbeidspraksiser. "*A Boundary can be seen as a sociocultural difference leading to discontinuity in action or interaction*" (Akkerman & Bakker, 2011, s. 133). Didaktikere har begynt å interessere seg for hvordan kontinuitet etableres i handlinger og interaksjon på tross av sosiokulturelle forskjeller (Akkerman & Bakker, 2011). To konsepter har vist seg å være sentrale når forskerne snakker om slik sammenheng på tvers av områder. Dette er "*boundary crossing*" og "*boundary objects*" som jeg velger å oversette til *grensekryssing* og *grenseobjekter*. "... *boundary crossing usually refers to a person's transitions and interactions across sites*" (Suchman, 1994, i Akkerman & Bakker, 2011, s. 133), og "*boundary objects refers to artifacts doing the crossing by fulfilling a bridging function*" (Star, 1989, i Akkerman & Bakker, 2011, s. 133). Grensekryssing blir altså omtalt som en persons overgang og interaksjon mellom ulike områder, mens grenseobjekter blir beskrevet som artefakter som fullfører overgangen. Som eksempler på grenseobjekter gir de en lærerportefølje hvor en mentor og skoleveileder kan følge utviklingen til en lærerstudent, og en pasientjournal som blir brukt av flere ulike avdelinger og institusjoner innenfor medisinsk behandling (Akkerman & Bakker, 2011). Betegnelsen grensekryssing ble introdusert for å angi hvordan fagfolk går inn på ukjente områder på arbeidsplassen som de ofte er ukvalifiserte til. De må bruke kunnskaper fra ulike kontekster for å mestre de hybride situasjonene. Det vil si situasjoner som inneholder perspektiver fra to eller flere praksiser. Grenseobjekter er redskaper som befinner seg i overlappende områder og som samtidig tilfredsstillende de informasjonsmessige kravene til hver av kontekstene (Akkerman & Bakker, 2011).

Bakgrunnen for studien til Akkerman og Bakker (2011) var at de syntes det var på tide å gå gjennom litteraturen som finnes om grensekryssing. I gjennomgangen av litteraturen har de sett på hvordan grensekryssing og grenseobjekter på det nåværende stadiet kan føre til læring. Et av resultatene i deres søken etter hva grenser betyr, er at all læring inneholder grenser. Om det handler om å gå fra å være en nybegynner til ekspert innenfor et område, eller å gå fra å være en perifer deltaker til fullt deltakende i et fellesskap. Grensene blir stadig mer utforsket, og mennesker søker etter en måte å mobilisere seg i overgangene mellom praksiser for å slippe fragmentering (Akkerman & Bakker, 2011).

Akkerman og Bakker (2011) sier overføring er, i forhold til grensekryssing, en engangs og ensidig overgang, som primært berører et individ som går fra en lærings situasjon til en situasjon av anvendelse. Slik en elektrofagelev går fra læring i skolen, til læring i praksis.

Litteratur om grensekryssing og grenseobjekter har et annet fokus enn litteraturen på overføring: "..., *concepts of boundary crossing and boundary objects are used to refer to ongoing, two-sided actions and interactions between contexts.*" (Akkerman & Bakker, 2011, s. 136). Grensekryssing i forhold til overføring, slik jeg ser det, er en kontinuerlig overføring av kunnskaper i handlinger mellom kontekster. Det argumenteres for at disse handlingene og interaksjonene i grensekryssingen ikke bare påvirker enkeltpersoner, men også de sosiale praksisene. Forskning viser også at grensekryssing verdsetter sosiokulturelle forskjeller, mens overføring problematiserer dem, skriver Akkerman og Bakker (2011).

Et sentralt funn om grenser er at de alltid befinner seg mellom to eller flere områder skriver Akkerman og Bakker (2011). Videre beskriver de hvordan grenser har en tvetydig karakter. Overgangen hører både til ett og et annet område samtidig. Det er denne funksjonen som forklarer hvordan grensene like gjerne kan skille som å koble områder sammen. På den annen side reflekterer grensen også et ingenmannsland. Med det mener de at grenser hører verken til det ene eller det andre området (Akkerman & Bakker, 2011). Det er denne tvetydigheten som har vekket nysgjerrighet hos forskere på undervisning. Siden det er enkeltmennesker eller grupper av mennesker som møter diskontinuitetene i deres handlinger og interaksjoner, er det verdt å se nærmere på deres erfaringer med å forstå hva grenser handler om. Disse menneskene kaller Akkerman og Bakker (2011) for "*brokers*", "*boundary crossers*" eller "*boundary workers*". Jeg velger å bruke oversettelsen *grensekryssere* videre i oppgaven.

Akkerman og Bakker (2011) skriver at grenseobjekter kan spille en sentral rolle i grensekryssingen. Flere av studiene de har gått igjennom viser til at artefakter av og til kan mislykkes som grenseobjekter. Dette skjer når de ikke favner det nødvendige mangfold av perspektiver. "..., *boundary objects have different meanings in different social worlds but at the same time have a structure that is common enough to make them recognizable across these worlds.*" (Akkerman & Bakker, 2011, s.140). Men grenseobjekter er også "*organic arrangements that allow different groups to work together, based on a back-and-forth movement between ill-structured use in cross-site work and well-structured use in local work*" (Star, 2010, i Akkerman & Bakker, 2011, s.141). Dette handler om at et verktøyet kan ha klare retningslinjer for bruk og være velfungerende innenfor en kontekst, men kan ha andre retningslinjer og mål i en annen kontekst. Dersom en prøver å få til en grensekryssing mellom praksisene ved hjelp av dette objektet, kan det oppstå problemer fordi kravene og målene i de ulike områdene er forskjellige. Akkerman og Bakker (2011) understreker at grenseobjekter aldri helt kan erstatte kommunikasjon og samarbeid.

Som fenomenet "black boxes" kan grenseobjekter være usynlige eller tas for gitt som oversetter mellom områder. Men ved nærmere beskuelse eller ved at de åpnes opp, vil de tilby muligheter for læring (Williams & Wake, 2007).

2.5 Tidligere resultater fra studier om brobygging mellom skolefag og arbeidsliv

Miettinen (1999) utforsket utfordringer med læring i skolen ved hjelp av både teoretisk og empirisk materiale. Han trekker inn eksempler fra studier som er basert på aktivitetsteori. Det er et bidrag til den teoretiske diskusjonen av læringsaktiviteter ved å analysere objektet og motivet for læring i skolen. Studien har sitt grunnlag i resultater fra en studie av bedriftslæreres arbeid på *the Finnish Businessmen's Commercial College (SLK)* hvor lærerne på denne yrkesfaglige skolen har prøvd å skape en bro mellom skolearbeidet og samfunnet. Ved hjelp av intervjuer ble det identifisert tre ulike måter lærere hadde prøvd å utvikle en forbindelse med arbeidspraksisen i læringsprosessen. Den første måten bestod av å bringe virkeligheten inn i skolen ved hjelp av materiale og oppgaver som var hentet fra

arbeidsaktiviteter. Den andre måten var at elevene fikk studere objekter og aktiviteter utenfor skolen. Den tredje måten var å anvende modeller som er lært på skolen til å løse realistiske planlegginger og problemløsningsoppgaver. Metoden med å bringe virkeligheten inn i skolen viser seg å skape problemer fordi elevene da ikke er i direkte kontakt med det virkelige objektet. Den virkelige erfaringen er bundet til læreren som har forberedt oppgavene. Det er vanskelig å overføre erfaringen i skriftlig form uten å miste det autentiske og følelsen av arbeid (Miettinen, 1999).

Gillespie (2000) trekker frem eksempler på ulike aktiviteter som bygger broer. Han mener at problemet er konteksten det regnes matematikk i. Det er viktig at elevene oppdager matematikken i ulike situasjoner og at lærerne finner situasjoner hvor spesielle deler av matematikken kan bli demonstrert og utviklet. Et eksempel er noen helse- og sosial elever som gjennomførte en undersøkelse om mobbing, hvor de presenterte resultatene sine i et stolpediagram. Det var også eksempel på hvordan en elev brukte firkanter for å lage dybde i et bilde hvor eleven så at presisjon i målinger gir gevinst i kvalitet (Gillespie, 2000).

2.6 Resultater fra norske studier

Jeg har prøvd å finne tidligere forskning på yrkesfag i Norge, og særlig forskning på elektrofag. Søket mitt resulterte i to masteroppgaver, begge skrevet i 2012, knyttet til yrkesfagutdanningen Bygg- og anleggsteknikk (Johannessen, 2012; Utvik, 2012). Det har også vært skrevet noen avhandlinger om yrkesutdanningen innenfor spesialpedagogikk (Stamsø, 2012) og yrkespedagogikk (Larsen & Fagernes, 2012; Sogn, 2012), men disse oppgavene har hatt andre fokus enn hva jeg har vært interessert i.

Johannessen (2012) undersøkte i sin masteroppgave hvilke oppfatninger elever og deres lærer har om matematikk og yrkesretting. Gjennom observasjon av undervisningen og intervjuer med elever og lærer fant hun ut at elevene så noen sammenhenger mellom matematikkfaget og programfagene. Hun konkluderte med at når elevene arbeider med yrkesrettede oppgaver, oppfatter de matematikken mer som et verktøy og oppgavene blir meningsfulle for dem.

Hensikten med studien til Utvik (2012) var å undersøke elevenes og lærerens bruk, og oppfatning av matematikk i programfaget tegning og bransjelære. Resultatene viste at både lærer og elever benyttet seg av matematiske resurser, både intellektuelle og fysiske, i arbeidet med et prosjekt de jobbet med i programfaget. Bruken av matematiske resurser hadde sitt kjennetegn i prosjektarbeidet ved at prosjektoppgavene ble håndtert og løst på en målrettet og effektiv måte, hvor kalkulatoren ofte ble tatt i bruk som et medierende fysisk redskap for å gjennomføre ulike operasjoner. Det viste seg også at arbeidet var avhengig av kunnskaper og redskaper knyttet til både matematikkfaget og programfaget, og det var derfor nødvendig at elevene behersket begge disse kontekstene. Fra intervjuet med læreren viste det seg at han syntes å oppleve at bruken av matematikk i programfaget hovedsakelig består i å gjøre utregninger knyttet til problemer og oppgaver innen programfag- og yrkeskontekster. Elevenes opplevelser var mer knyttet til fysiske reelle ting som de kjente igjen fra kjente yrkessammenhenger. *"Matematikk begrunnes ikke; den anvendes kun som et redskap i prosjektarbeidet"* (Utvik, 2012, s. 110).

2.7 Anvendelse av teorien i resten av oppgaven

Litteraturen forteller meg at undervisning inneholder grenser som elever må krysse for at de skal lære. Når det er snakk om at elevene kontinuerlig overfører kunnskaper mellom ulike kontekster, kan det defineres som grensekryssing. En slik prosess viser seg å være vanskelig,

spesielt når de forskjellige grenseområdene har motstridende strukturer. Det kan derfor være viktig at de involverte områdene inneholder noen like perspektiver for at grensekryssingen skal bli overkommelig (Akkerman & Bakker, 2011).

På bakgrunn av Evans (1999), ser jeg det hensiktsmessig å først beskrive de ulike fagpraksisene og finne områder der de imøtekommer hverandre og har like strukturer, før jeg vurderer potensielle overganger og grenseobjekter. Det kan også være betydningsfullt å høre grensekryssernes erfaringer med overgangene, fordi det de som opplever dem (Akkerman & Bakker, 2011). I denne studien er det hovedsakelig elevene som er grensekryssere, men også lærerne som må bruke ideer fra andre kontekster og praksiser i sin undervisning.

Grenseobjekter viser seg å kunne gjøre grensekryssingen enklere for elevene (Akkerman & Bakker, 2011). Jeg identifiserer blant annet fem momenter det kan være viktig å se etter i søket etter objekter som kan brukes i elevenes grensekryssing mellom matematikkfaget og programfagene. Disse er at hjelpemidlene uttrykker en *mening* innenfor hver av fagpraksisene, inneholder ulike *perspektiver* fra områdene, *tilhører sosiale kontekster*, er *gjenkjennelige på tvers av kontekstene* og at de ikke kan *erstatte kommunikasjon*. Det er også viktig å være oppmerksom på at verktøyene som brukes i yrkesaktiviteter kan finnes skjulte som "black boxes" eller som krystalliserte operasjoner.

3 Utdanningsprogrammet elektrofag

3.1 Generelt om utdanningsprogrammet

Elektrofag er et av ni yrkesfaglige utdanningsprogram elever kan velge når de skal begynne i den videregående skolen i Norge. For de elevene som velger elektrofag på videregående trinn 1, Vg1, er fagene de samme for alle elevene det første året. Deretter er det flere muligheter de neste årene, som vi kan se i tabellen under.

Tabell 1 viser en oversikt over utdanningsprogram for elektrofag.

lære i skole
 lære i bedrift
 yrkesbetegnelse
 kryssløp

generell studiekompetanse

Tabellen er basert på en oversikt hentet fra Utdanningsdirektoratet (u.å.-a).

Utdanningsprogram for Elektrofag							
Videregående trinn 1 (Vg1)	Videregående trinn 2 (Vg2)	Videregående trinn 3 (Vg3)			Fører til	Yrkesbetegnelse	
1. år	2. år	3. år	4. år	5. år			
Elektrofag	Automatisering	Automatiseringsfaget	Automatiseringsfaget		Fagbrev	Automatiker	
		Fjernstyrte undervannsoperasjoner			Fagbrev	FU-operatør	
		Tavlemontørfaget			Fagbrev	Tavlemontør	
		Viklerfaget			Fagbrev	Vikler	
	Data og elektronikk	Dataelektronikerfaget	Dataelektronikerfaget		Fagbrev	Dataelektroniker	
		Produksjonselektronikerfaget			Fagbrev	Produksjonselektroniker	
		Romteknologi			Yrkeskompetanse	Romteknolog	
		Telekommunikasjonsmontørfaget			Fagbrev	Telekommunikasjonsmontør	
	Elenergi	Elektrikerfaget			Fagbrev	Elektriker	
		Elektroreparatørfaget			Fagbrev	Elektroreparatør	
		Energimontørfaget			Fagbrev	Energimontør	
		Energioperatørfaget			Fagbrev	Energioperatør	
		Heismontørfaget			Fagbrev	Heismontør	
		Signalmontørfaget			Fagbrev	Signalmontør	
	Flyfag	Togelektrikerfaget			Fagbrev	Togelektriker	
		Avionikerfaget	Avionikerfaget		Fagbrev	Avioniker	
		Flytekniske fag	Flymotormekanikerfaget		Fagbrev	Flymotormekaniker	
			Flystrukturmekanikerfaget		Fagbrev	Flystrukturmekaniker	
	Flysystemmekanikerfaget			Fagbrev	Flysystemmekaniker		
	Kulde- og varmepumpe-teknikk	Kulde- og varmepumpe-montørfaget		Fagbrev	Kulde- og varmepumpe-montør		
	Alle programområder	Vg3 påbygg til generell studiekompetanse			Generell studiekompetanse		
	Programområder som kan tas som kryssløp etter Vg1 fra elektrofag:						
	Brønnteknikk						
	Industriteknologi						
	Kjøretøy						
	Maritime fag						
Ur- og instrumentmaker							

På slutten av Vg1 må elevene velge en av fem ulike retninger de ønsker å gå videre med på Vg2. De har også muligheten til å foreta et kryssløp til et annet utdanningsprogram som tillater det (Vilbli.no, u.å.-b). Om de velger å fortsette på elektrofag, deles løpet inn i 19 nye muligheter 3. studieår, avhengig av hva de har valgt på Vg2. Vg3 kan være fra ett til tre år og kan inneholde både lære i skole og bedrift. Etter høyst fem år til sammen med skole og i lære, er utdannelsen fullført, og det er en av 20 mulige yrkesbetegnelser elevene kan ende opp med, hvor en av dem gir yrkeskompetanse⁵, mens resten gir fagbrev⁶. De har også muligheten til å ta ett år med *Vg3 påbygging til generell studiekompetanse*, som gir generell studiekompetanse og er en inngangsport til høyere utdanning (Utdanningsdirektoratet, u.å.-a).

I formålet for læreplanen i felles programfag i Vg1 elektrofag presiseres det hvor avhengig dagens samfunn er av kvalifiserte fagfolk som kan installere og vedlikeholde elektriske og automatiserte systemer. Opplæringen i Vg1 skal *”legge vekt på oppleving, refleksjon, innsikt og bevisste valg knyttet til de elektriske systemene. Sikkerhetsforståelse og grunnleggende forståelse for regelverk skal være sentrale elementer i opplæringen”* (Utdanningsdirektoratet, u.å.-b). Det legges også vekt på serviceinnstilling og kommunikasjon med kunder og kollegaer. Nøyaktighet, kreativitet og løsningsorientering i arbeidsutførelsen er også viktig. De tre programfagene automatiseringssystemer, data- og elektronikkssystemer og el-energisystemer danner det som heter *felles programfag* på elektrofag Vg1. De tre fagene utfyller hverandre og må derfor ses i sammenheng.

Felles programfag utgjør nesten halvparten av undervisningen på Vg1. Omtrent 35 prosent av timefordelingen er undervisning i fellesfagene engelsk, kroppsøving, matematikk, naturfag og norsk. De resterende timene går til *prosjekt til fordypning* som skal gi elevene muligheten til å prøve ut ulike fag de kan møte på Vg2 og Vg3 nivå. Her kan de forsøke seg på oppgaver og arbeidsmåter innenfor det fagområdet de selv ønsker (Vilbli.no, u.å.-a).

I programfaget data- og elektronikkssystemer lærer elevene blant annet å koble opp ulike typer alarmanlegg, noe databehandling og lyd og bilde. Elenergisystemer er rettet inn mot de som skal bli elektrikere og høyspentmontører, og inneholder enkle systemer for lys, varme, produksjon og distribusjon av elektrisk energi (Utdanningsdirektoratet, u.å.-b). *”Automatisering er en teknologi som tar sikte på å frigjøre menneskelig arbeidskraft. Det gjøres ved å automatisere arbeidsprosesser med ulike typer teknologi”* (Fosbæk, 2009, s. 13). Automatiseringssystemer er automatiserte anlegg, anlegg som virker uten hjelp fra mennesker, som er bygd opp av mange ulike enheter som er koblet sammen i et automatiseringssystem (Fosbæk, 2009). Faget automatiseringssystemer omfatter å koble motorer, enkle systemer for reléstyringer, programmerbare logiske styringer og regulering. Helse, miljø og sikkerhet, kommunikasjon og bruk av digitale verktøy er integrert i alle programfagene (Utdanningsdirektoratet, u.å.-b).

3.2 Fellesfaget matematikk

Matematikk er et obligatorisk fellesfag for alle elever på Vg1 uansett utdanningsprogram. Elever på yrkesfaglige utdanningsprogram kan i utgangspunktet velge om de vil ha matematikk 1P-Y eller matematikk 1T-Y, som betyr henholdsvis praktisk eller teoretisk rettet matematikk på yrkesfag. Noen videregående skoler har bestemt at elever på elektrofag må ha 1T-Y og kan ikke velge den mer praksisorienterte matematikken. Elevgruppen i denne studien følger faget matematikk 1T-Y. De har tre undervisningstimer med matematikk hver uke. Hver

⁵ Med yrkeskompetanse er man utdannet til å praktisere et yrke. Dette kan oppnås både med og uten fagbrev.

⁶ En elektriker oppnår fagbrev etter å ha bestått fagprøven i lærefagene.

klasse har undervisning for seg, mens de i andre fellesfag har undervisning sammen med en annen elevgruppe. Det vil si at de er omtrent 15 elever i matematikkundervisningen.

Matematikk 1T-Y består av tre femdeler av 1T matematikken som tilbys på de studieforbereidende utdanningsprogrammene på Vg1. Emnene som omfatter 1T-Y er tall og algebra, geometri og funksjoner. Sannsynlighet ble byttet ut med funksjoner i skoleåret 2010/2011.

3.3 Den grunnleggende ferdigheten å regne

Den grunnleggende ferdigheten *å regne* inngår i alle fag i norsk utdanning. I matematikk fellesfag beskrives denne grunnleggende ferdigheten slik: *“Å kunne rekne i matematikk utgjør ei grunnstamme i matematikkfaget. Det handlar om problemløysing og utforsking som tek utgangspunkt i praktiske, daglegdagse situasjonar og matematiske problem. For å greie det må ein kjenne godt til og meistre rekneoperasjonane, ha evne til å bruke varierte strategiar, gjere overslag og vurdere kor rimelege svara er”* (Utdanningsdirektoratet, u.å.-c). I felles programfag innebærer den grunnleggende ferdigheten *”å utføre beregninger i planlegging, vurdere måleresultater og forstå sammenhengen i elektriske systemer”* (Utdanningsdirektoratet, u.å.-b).

4 Metode

4.1 Forskningsdesign

I denne oppgaven har jeg valgt å bruke *kasusstudie* som utgangspunkt for min forskningsdesign. Dette fordi at en kasusstudie innebærer en detaljert og intensiv undersøkelse og analyse av et fenomen i dets virkelige kontekst som fører til en rapportering om den virkelige verden (Bryman, 2008; Cohen, Manion, Morrison, & Bell, 2011). Kasusen i min studie er to klasser og deres lærere på yrkesfagutdanningen elektrofag i Norge. Jeg ønsker å se på sammenhengen mellom noen av fagene elevene har i løpet av sitt første år på utdanningen. Derfor ser jeg elevene og lærerne som de viktigste informantene, og jeg ønsker å karakterisere sammenhengen gjennom deres øyne. Cohen et al. (2011) mener at grenselinjen mellom fenomenet som det skal forskes på og dets kontekst er uklart, slik at tilfellet vi ønsker å studere ikke må skilles fra konteksten den står i. Konteksten er i min studie skolen, klasserommet, fagene og reglene elevene og lærerne er en del av. Det går ikke an å skille elevgruppen fra konteksten sin, de er alle elever på yrkesutdanningen elektrofag.

Å studere en kasus fører med seg en aksept for at det er mange variabler som opptrer i et tilfelle, og at disse variablene vanligvis trenger mer enn ett redskap for datainnsamling og mange kilder for bevis (Cohen et al., 2011). Det er vanlig å bruke ulike metoder for datainnsamling og det er mulighet for å bruke både kvantitative og kvalitative metoder. Disse metodene skal hjelpe til med å forklare, beskrive, illustrere og opplyse kasusen (Bryman, 2008). Jeg velger i min studie å kun innhente kvalitativt datamateriale fordi jeg ønsker å legge de naturlige situasjonene og interaksjonene i klasserommet til grunn for analysen. Gjennom kvalitativ datainnsamling har jeg muligheten til å se elevs og lærers umiddelbare reaksjoner i de ulike tilfellene.

Det finnes ulike typer kasusstudier. Cohen et al. (2011) bruker blant annet Yin (1984) sin identifisering av tre ulike typer kasusstudier. Disse er; *eksplorativ*, *deskriptiv* og *forklarende* kasusstudier. Jeg vil karakterisere min studie som en blanding av eksplorativ og deskriptiv, det vil si utforskende og beskrivende studie. Dette er fordi jeg ønsker å undersøke hvordan fagene på elektrofag imøtekommer hverandre ved hjelp av en beskrivelse av undervisningen og elever og lærers tanker om sammenhengen. Slik vil jeg kunne bruke funnene til å vurdere og bidra til utvikling av matematikkundervisningen på yrkesfaglige studieretninger (Rangnes, 2012).

4.2 Metoder brukt i tidligere studier

I oppgaven min har jeg hentet mye inspirasjon fra masteroppgaven til Utvik (2012). Dette både i design av oppgaven og i valg av metoder. Utvik (2012) har kommet med flere refleksjoner over bruken av metodene brukt i studien som jeg har tatt stilling til i forhold til mine valg av metoder. Det ene er hennes valg av aktiv observasjon i studien som hun beskriver som noe problematisk i forhold til at en fort kan komme opp i situasjoner hvor forskeren leder en elev til et svar. Tilsvarende opplevelser hadde hun også i forhold til intervjuene, hvor det kunne oppstå tilfeller der hun kunne føre informanten til å svare det hun ønsket. Utvik (2012) opplevde også at å intervju et utvalg på tre elever var for lite. Hun ville også ha gjennomført intervjuene med en og en elev og ikke som gruppeintervjuer dersom hun skulle foreta seg en liknende studie igjen. Hun kom også med noen refleksjoner rundt å foreta intervjuene rett etter gjennomført undervisning, hvor hun da mistet muligheten til å forandre på de planlagte spørsmålene slik at de passet til det hun nettopp hadde observert.

I tillegg til oppgaven til Utvik (2012) har jeg sett på avhandlingen til Johannessen (2012) som har benyttet seg av de samme metodene; observasjon av undervisning og intervju av elever og deres lærer. Johannessen (2012) intervjuet seks elever og observerte en klasse på 22 elever. Hun trekker frem at svakhetene i intervjuene er for få åpne spørsmål, og hun kunne tatt det mer med ro og bruke flere oppfølgingsspørsmål. Hun vurderte også å heller filme intervjuene slik Utvik (2012) gjorde i sin studie, for å få med informantenes gestikulering.

Williams et al. (2001) vurderte svakheter hos andre studier før de gjennomførte sin egen forskning. Her så de at fokuset er på lærerens eller forskerens stemme, mens det er viktig å få med elevenes stemmer. Dette har medvirket til mitt ønske om å intervju en del elever og observere elevene i undervisningssituasjonen for å frem deres synsvinkel i min studie, slik Williams et al. (2001) ønsker i sin studie.

I sin artikkel tar Williams et al. (2001) også opp poenget med at mange ser på forskjellene mellom matematikken som skolefag og matematikken brukt i yrker, men at det er få som konkret forsker på hvordan vi kan lage en bro over grensene. Evans (1999) trekker frem at det trengs studier som beskriver de ulike diskursene, og forskning på hvor de ulike kontekstene overlapper for å kunne vite hvordan vi skal utvikle overgangene. Jeg ønsker å gå videre fra disse studiene ved å beskrive det jeg observerer i de ulike fagkontekstene og informasjonen jeg får i møte med de ulike informantene.

4.3 Datainnsamling

For å gjennomføre en god kasusstudie og for å unngå for mye tolkning av resultatene, velger jeg å bruke flere metoder for å innhente data og prøver å gå i dybden av disse (Cohen et al., 2011). Mine to hovedkilder for datainnsamling er observasjon av undervisningsøkter og intervjuer med lærere og elever.

Tabell 2 viser en oversikt over datainnsamling for å besvare problemstillingen (PS) min og de tilhørende forskningsspørsmålene (FS).

	Forskningsspørsmål	Datainnsamling
PS	Hva karakteriserer sammenhengen mellom fellesfaget matematikk 1T-Y og programfagene i yrkesutdanningen elektrofag?	
FS 1	Hva er likhetene og forskjellene på hvordan matematikk presenteres i matematikkundervisningen og i programfagsundervisningen?	Observasjon og intervju Læreplanen for Kunnskapsløftet (LK06), klasserommet, undervisningsmateriell,
FS 2	Hvordan opplever elever og lærere sammenhengen mellom matematikkfaget og programfagene?	Intervju
FS 3	På hvilken måte imøtekommer matematikkfaget og programfagene hverandre?	Observasjon og Intervju. LK06, prøver, undervisning, undervisningsmateriell

Undervisningen, og hvordan matematikk blir presentert i denne blir påvirket av mange faktorer. Til grunn for undervisningen ligger kompetansemålene, og læreren kan ta i bruk

forskjellig undervisningsmateriell, deriblant lærebøker, som hjelp for å hjelpe elevene å nå disse. Jeg ønsker å beskrive de redskapene som fra datainnsamlingen identifiseres og tas i bruk i undervisningen, og de vil derfor være en del av datamaterialet for analysen.

4.3.1 Observasjon

Grunnen til at jeg har valgt å bruke observasjon av undervisning som en av metodene for innhenting av data, er fordi jeg anser undervisningssituasjonen som den viktigste konteksten hvor de ulike fagene kan imøtekomme hverandre og jeg kan identifisere en sammenheng. Jeg er interessert i å bruke virkelige data fra naturlige klasseromssituasjoner hvor jeg har fokus på hvordan undervisningen er lagt opp, hva slags hjelpemidler som tas i bruk, hvordan lærere og elever snakker og hvordan de oppfører seg (Cohen et al., 2011). For å slippe å komme opp i slike situasjoner som Utvik (2012) refererer til, bestemte jeg meg for å være så anonym som mulig i undervisningen. Min rolle i observasjonen vil jeg beskrive som *ikke deltagende* (Cohen et al., 2011). Dette fordi jeg var fysisk tilstede da filmopptakene ble gjort, men jeg var ikke deltagende i det som ble filmet. Poenget med observasjonen var å fange opp en så reell undervisning som mulig, det vil si at jeg ikke var en naturlig del av dette, og burde derfor heller ikke delta i observasjonen.

For å ha muligheten til å kunne se observasjonen om igjen senere, valgte jeg å gjøre videoopptak av undervisningsøktene. Dette ville gi meg muligheten til å kunne fokusere på ulike ting hver gang jeg så gjennom opptakene, og få med meg detaljer og hendelser jeg ikke fikk med meg første gang. Et videoopptak muliggjør også at jeg kan få en nøyaktig nedskrivning av de ulike situasjonene (Cohen et al., 2011). Opptakene kan gi informasjon om reaksjoner, gestikulering og ansiktsuttrykk som er vanskelig å få med ved å sitte alene og observere. Jeg fikk tips fra en medstudent om å ha noen observasjonskriterier da jeg skulle gjennomføre observasjonene. Derfor utarbeidet jeg et observasjonsskjema (vedlegg 2) med ulike elementer som jeg ønsket spesielt å se etter i undervisningen og hvor jeg også kunne notere ulike hendelser og tidspunkt jeg måtte se nærmere på senere. Jeg vil derfor også karakterisere observasjonene mine som *semi-strukturerte* (Cohen et al., 2011), fordi jeg på forhånd hadde satt opp kriterier for observasjonen. Å lage kriterier ville også gi meg en hjelp til å forberede meg på hva jeg ønsket å se etter i undervisningen, og rette fokus mot muligens interessante hendelser.

Tabell 3 viser en oversikt over observasjonskriterier.

Observasjonskriterier:
<ul style="list-style-type: none">▪ Organisering av klasserommet▪ Hva slags matematikk blir brukt?▪ Undervisningssituasjonen▪ Faglig innhold▪ Motivasjon▪ Hvilke hjelpemidler brukes i undervisningen?

Det må også nevnes at videoopptak også har sine svakheter. For det første kan det virke forstyrrende på elevene og lærerne at et kamera tar opp alt de sier og gjør, noe som kan føre til at de ikke oppfører seg naturlig (Cohen et al., 2011). En annen utfordring er å bare ha ett kamera stående bakerst i klasserommet. Da kan det oppstå situasjoner i klasserommet hvor kameralinsa blir blokkert eller at kameraet ikke får med seg hele situasjonen. Dette kan for eksempel skje når elever samarbeider i grupper, da det blir vanskelig for kameraet å fange opp

all kommunikasjonen. For å hindre dette kommer Cohen et al. (2011) med forslag om å ha tilgjengelig et ekstra håndholdt kamera som kan fange opp ulike situasjoner på nært hold og fra riktig vinkel. Derfor har jeg valgt å plassere et kamera bakerst i klasserommet, samtidig som jeg har hatt et håndholdt kamera klart dersom det skulle oppstå en situasjon som jeg har ønsket å få et skikkelig opptak av.

Når lærerne vet at det skal komme et kamera inn i undervisningen og observere dem, kan det føre til at de planlegger undervisningen på en annen måte enn hva de ville gjort dersom jeg ikke var tilstede. Dette kan også være med på å gjøre at jeg ikke får helt autentiske data. For å hindre dette prøvde jeg å si lite om hva jeg ville forske på, og oppfordret lærerne til å være så naturlige som mulig.

4.3.2 Intervju

Cohen et al. (2011) skriver at intervju er et kraftig redskap i forskning. Dette fordi et intervju innebærer muligheter for å få vite hvilke tanker og tolkninger andre mennesker har om verden rundt seg og hvilke synspunkt de har på situasjoner de deltar i (Cohen et al., 2011). Det gir også muligheter for spontanitet og samtalen kan benytte seg av både verbal og ikke verbal kommunikasjon. Det andre forskningsspørsmålet mitt handler om hvordan elever og lærere opplever sammenhengen mellom fagene. Gjennom intervjuer vil jeg altså kunne få elever og lærere til å fortelle om deres opplevelser av de ulike fagene, undervisningen og sammenhenger, og jeg har muligheten til å gå i dybden omkring det de forteller.

For å forsikre meg om at jeg fikk stilt alle de spørsmålene jeg ønsket, lagde jeg intervjuguider (vedlegg 3-5) med temaer jeg ønsket å snakke om. Jeg vil derfor også karakterisere intervjuene mine som semi-strukturerte (Bryman, 2008). Det vil si at de var en mellomting av helt strukturerte og ikke strukturerte intervjuer (Cohen et al., 2011). Under viser jeg eksempler på kategoriene jeg brukte.

Tabell 4 viser en oversikt over intervjukategorier.

Elever	Programfagslærere/matematikklærere
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forhold til skolefagene ▪ Sammenheng mellom fagene og undervisningen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bakgrunn ▪ Matematikk i programfaget/yrkesretting ▪ Kjennskap til matematikkfaget/programfagene ▪ Undervisningen ▪ Sammenheng mellom matematikk og programfagene

Under hver av overskriftene satte jeg opp forslag til spørsmål jeg ønsket å stille. Disse prøvde jeg å lage så presise som mulig og på en måte som skulle få informantene til å fortelle. Det var viktig for meg at spørsmålene ikke skulle legge for mange føringer for samtalen, at respondentene skulle bli ledet til å si noe de egentlig ikke mente eller hadde tenkt noe over. På grunn av denne inndelingen av spørsmålene kunne jeg avvike fra spørsmålene underveis dersom det var noe mer jeg ville ha svar på, slik Johannessen (2012) nevnte hun kunne vært bedre på i sin studie.

Jeg bestemte meg for å ta opp intervjuene på båndopptaker, selv om jeg hadde lest at videoopptak kunne fange opp ikke verbal interaksjon som jeg ikke ville få på en båndopptaker (Cohen et al., 2011; Johannessen, 2012). Grunnen til at jeg valgte å ta opp bare lyd, var fordi jeg følte at et kamera kunne virke forstyrrende på intervjusituasjonen både for meg og respondentene.

Fordi jeg ikke visste hva slags informasjon jeg ville få fra intervjuene, var jeg oppmerksom på å ikke lage for få spørsmål, og å utarbeide spørsmål som belyser interessefeltet fra ulike innfallsvinkler. Derfor stilte jeg blant annet elevene spørsmål om undervisningen fra ungdomsskolen, hvilke fag de liker best, hva de tenker om den nåværende undervisningen og hva de tenker på når de hører ordet matematikk. Det var viktig for meg at det var åpne spørsmål som fikk elevene og lærerne til å snakke. Men samtidig var det en del ting jeg ønsket å få et klart svar på, for eksempel om de tenker at det er en sammenheng mellom fagene. Derfor ble noen av spørsmålene ja/nei spørsmål, men jeg forberedte meg på å måtte stille oppfølgingsspørsmål som *"hvorfør mener du det?"* eller *"kan du gi noen eksempler?"* Respondentene forstod veldig fort at jeg ønsket forklaring til alt som ble sagt, derfor kom det nesten alltid en oppfølging med hvorfor de gav det svaret som de gjorde.

4.4 Utvalg og forarbeid

Utvalget i denne studien hadde hovedkriteriet at det skulle være en elevgruppe på utdanningsprogrammet elektrofag Vg1, fordi det er bare dette året de har matematikk. Det vil si at elevene er 16 eller 17 år. Fakultetet hvor jeg studerer hadde allerede kontakt med lærere på en skole i nærområdet i forbindelse med et forsknings- og utviklingsprosjekt om matematikkmestring på yrkesfaglige utdanningsprogram i den videregående skole. Prosjektet bygger på tidligere prosjekter som TBM (Teaching Better Mathematics)/LBM (Learning Better Mathematics) hvor lærere samarbeidet med forskere/matematikkdiraktikere fra Universitetet i Agder med å forbedre læring og undervisning av matematikk. Derfor var det naturlig å opprette en kontakt med denne skolen først. Jeg sendte derfor brev, og tok senere telefonkontakt med avdelingsleder for elektrofag på skolen, som var veldig positiv til forskningen. Det ble snart arrangert et møte med ham, avdelingsleder for realfag og meg. Dette fant sted på skolen hvor jeg fikk informert dem litt mer om prosjektet. Samtidig fikk de komme med spørsmål og vi fikk valgt ut hvilke lærere som kunne kontaktes. Det ble valgt ut to klasser, som jeg for enkelhetsskyld velger å kalle for A- og B klassen, med henholdsvis 15 og 14 elever i hver klasse. Klassene har noen av de samme lærerne, og bruker de samme klasserommene. Det ble avtalt at jeg skulle observere og intervju to programfaglærere (Tor og Knut) og to matematikklærere (Grete og Olav). Jeg fikk se på klasserommene og hilse på noen programfaglærere denne dagen.

Uken etterpå besøkte jeg igjen skolen, og denne gangen var formålet å få hilse på alle lærerne som hadde sagt ja til å bidra i studien, informere dem om prosjektet og organisere datainnsamlingen. Det var hyggelige og engasjerte lærere jeg møtte. De virket interesserte i å hjelpe meg med forskningen, og kom med kommentarer og spørsmål som jeg har tatt stilling til i det videre arbeidet. Det var tydelig at problemstillingen ikke var helt ny for dem, og det kom frem noen tanker omkring hvor vidt de syntes fellesfagene bør yrkesrettes og hvor mye ren matematikk som skal undervises i programfagene. Dette utdypet de mer i intervjuene jeg hadde med dem.

Vi ble enige om at jeg skulle komme tilbake igjen uken etterpå å begynne observasjonen. Et par dager etterpå returnerte jeg tilbake til skolen for å levere ut samtykkeerklæringer (vedlegg

1) og for å hilse på elevene. Jeg var inne i begge de to aktuelle klassene i begynnelsen av deres matematikktime denne dagen og fortalte kort hvem jeg var, hvorfor, hva og hvordan jeg skulle observere. Her var jeg tydelig på at det bare var jeg og eventuelt min veileder som skulle se det jeg filmet og at de heller ikke ville få muligheten til å se opptakene. Senere samme uke ble underskriftene samlet inn av en av programfaglærerne deres. Jeg fikk bekreftet på telefon at alle underskriftene var samlet inn. Alle elevene samtykket til å bli observert i undervisningen, men noen ønsket ikke å bli intervjuet. Det var også noen elever som trakk seg underveis, så elevene som har blitt intervjuet er tilfeldig valgt av de som var igjen.

Ettersom jeg aldri hadde gjennomført et semi-strukturert intervju før, fikk jeg lov til å prøve ut spørsmålene mine på en kritisk medstudent. På denne måten fikk jeg luket bort ord som kunne føre til misforståelser og formuleringer som kunne virke hemmende på samtalen. Et eksempel var å bruke ordet ”matte” i stedet for ”matematikk” i samtalen med elevene som kunne hjelpe med at det ikke virket som om jeg satte meg høyere enn elevene. Eller hva mener jeg med *forventninger*?

Før jeg satte i gang med observasjonene hadde jeg også et uformelt møte med koordinator for matematikk i FYR prosjektet i fylkeskommunen hvor jeg fikk litt bakgrunnsinformasjon om hvordan FYR fungerer i fylket, og for å få høre hvordan det arbeides med yrkesretting sentralt. Jeg har også hatt kontakt underveis med andre personer innenfor fagmiljøet som kunne tenkes å ha kjennskap til mer litteratur på området.

Etter jeg hadde sett igjennom alle filmene, transkribert dem og begynt på analysen, vendte jeg tilbake til skolen for å snakke med programfaglærerne om det jeg hadde observert. Dette for å få oppklare ting jeg lurte på. Begge lærerne tok seg god tid og forklarte meg villig enda en gang. De gav meg også muligheten til å sende mail dersom det var noe mer jeg lurte på. Etter samtalene var jeg så heldig å få snakket litt med en annen elektrofaglærer som viste stor interesse for forskningen, og mente at matematikken i elektrofaget er veldig viktig å forstå for elevene.

4.5 Gjennomføringen

Datainnsamlingen gikk over et tidsrom på tre uker. Det ble til sammen observasjon av syv programfagstimer og tre matematikktimer, og intervju med fire lærere og seks elever.

Jeg ble klokere for hver ny observasjon og intervju jeg foretok meg, så jeg endret litt på spørsmålene og observasjonskriteriene mine underveis. Etter jeg hadde hatt det første intervjuet med den ene programfaglæreren, kom jeg på flere ting jeg ønsket å spørre de andre lærerne om. For eksempel i forhold til om det har vært noen endringer i fagenes timeantall, eller utskiftning av fag i løpet av den tiden de har vært lærere.

4.5.1 Observasjon

Det ble lettere å observere for hver undervisningsøkt. Jeg fant etter hvert ut at det var lurt å ha det håndholdte kameraet på hele tiden, selv om jeg ikke filmet en konkret situasjon, for å gjøre det enklere å få med meg sammenhengen når jeg senere skulle se gjennom opptaket. Etter hvert virket det som om elevene også ble mer komfortable med at jeg var til stede med et kamera, og jeg kunne gå mer fritt rundt og observere dem. Selv om de fleste fra første stund egentlig så ut til å ikke bry seg om at jeg og kameraet var der.

Programfaglærerne var opptatt av at jeg skulle få se timer som inneholdt både teori og praksis, samt noen undervisningsøkter hvor de underviste i noe matematisk. Men jeg gjorde dem oppmerksomme på at jeg ønsket at de skulle gjennomføre den undervisningen som allerede var planlagt for perioden og prøve å tenke minst mulig på at jeg var der og hva jeg ønsket at de skulle gjøre. Det falt seg likevel naturlig at jeg observerte en blanding av noe teoretisk og noe praktisk.

Noen av lærerne hadde vært med på liknende forskningsprosjekter før og var vant med at noen observerte undervisningen. Ingen av lærerne virket særlig nervøse for at jeg skulle være inne i undervisningen deres, selv om noen spøkte om at de måtte se bra ut på filmen. Ved et par av tilfellene hadde læreren glemt at jeg skulle komme akkurat den timen. Knut foreslo at jeg kunne være med i to timer han skulle ha senere samme dag jeg allerede hadde observert han i undervisning, noe jeg gjorde.

4.5.2 Intervju

Intervjuene fant sted i et separat grupperom eller i et tomt klasserom slik at vi kunne sitte der uforstyrret.

I utgangspunktet ønsket jeg å observere både en matematikktime og en programfagstime før jeg intervjuet første elev. Dette var for at jeg skulle få et innblikk i hvordan undervisningen var, før jeg hørte elevenes oppfattelse av undervisningen og sammenhengen mellom fagene. På grunn av begrenset tid, passet det best å starte med intervjuene allerede etter første observasjon som var programfagsundervisning. Intervjuene med lærerne ble lagt til rett etter jeg hadde observert dem i undervisningen. Jeg valgte å gjennomføre intervjuene over flere dager, slik at jeg på den måten kunne forandre spørsmålene til neste intervju. Selv om Utvik (2012) vurderte om det hadde vært mer hensiktsmessig å ikke foreta intervjuene rett etter observasjonene, passet det likevel best at jeg intervjuet elevene i den samme perioden jeg var der. Jeg så det også hensiktsmessig å intervjuer elevene ganske nært til en time jeg hadde observert, slik at både eleven og jeg hadde undervisningen friskt i minne, dersom jeg ville ha noen spørsmål i forhold til den aktiviteten de hadde holdt på med der. Dermed ble en del av intervjuene gjennomført rett etter undervisningen eller med en times mellomrom. Intervjuene kunne slik foregå i lunsjen mens elevene hadde tid til å bli intervjuet og slapp å bruke av fritiden sin. Dette gjaldt også lærerne som satte av lunsjen og fritimer til å bli intervjuet.

De seks elevene som ble trukket ut til å bli intervjuet var alle fra A-klassen, fordi det var denne klassen jeg observerte mest. Alle hadde skrevet at de ønsket å bli intervjuet. Knut beskrev disse elevene som ganske like både når det gjaldt faglig nivå og engasjement i undervisningen. Alle elevene pleier også å samarbeide med andre elever i undervisningen.

Ved å ha tydelige overskrifter og klare spørsmål hadde jeg en enkel måte å få komme gjennom alle spørsmålene på. Jeg var også sikker på at jeg fikk spørre om alt jeg ønsket. Jeg hadde brukt såpass lang tid og bearbeidet spørsmålene mine over lengre tid, så jeg kjente dem godt nok til at det var lett å løsrive meg fra dem. For hvert intervju ble jeg friere i situasjonen og trakk inn spørsmål fra andre kategorier der det føltes naturlig, selv om dette av og til kunne føre til at jeg måtte tenke meg litt om for å få med meg alt. Den ene dagen hadde jeg fire elevintervjuer rett etter hverandre. Da kjente jeg at det var litt vanskelig å være like fokusert hele tiden, og jeg ble nødt til å spørre en elev om jeg hadde stilt et spørsmål allerede tidligere i samtalen, noe jeg hadde.

Etter det første lærerintervjuet merket jeg at en del av spørsmålene kunne oppfattes som veldig like. Dette visste jeg egentlig på forhånd, men det gikk enda mer opp for meg i situasjonen. Ved å stille nesten det samme spørsmålet, men fra ulike vinkler, kom læreren for hver gang med et nytt poeng i svaret. Denne erfaringen tok jeg med meg videre til de neste intervjuene og informerte på forhånd om at en del spørsmål kunne virke nesten like, men at de hadde et poeng og fikk ulike poenger frem ved det jeg ønsket å få svar på. Jeg så det som nødvendig å si dette slik at respondenten ikke fikk inntrykk av at jeg ikke fulgte med i samtalen og ikke hørte etter svarene.

Fordi jeg var redd for at noe teknisk skulle gå galt underveis i datainnsamlingen, tok jeg blant annet opp intervjuene på to lydopptakere. Den ene gangen jeg tenkte det ville gå bra å bare ta opp på en opptaker, skjedde det noe galt, slik at jeg ikke fikk med meg hele intervjuet på opptaket. Derfor ble jeg nødt til å sende den datareduksjonen jeg hadde laget umiddelbart etter intervjuet med en del ut fra hukommelsen, over til læreren, matematikklærer Grete, som kunne redigere og tilføye slik hun ønsket.

4.6 Behandling av innsamlet datamateriale

Transkripsjonsnøkler for både observasjon og intervju er lagt ved i vedlegg 7.

4.6.1 Observasjon

Etter hver observasjonsøkt satte jeg meg umiddelbart ned og skrev ned alt jeg husket fra undervisningen, samt hvilke inntrykk og tanker jeg hadde fått i løpet av dagen. Jeg datareduerte observasjonene, det vil si at jeg så gjennom alle filmene og fylte inn i observasjonsskjemaet jeg hadde brukt i undervisningen og skrev opp tidspunkt for interessante hendelser i filmene. Da var det godt å ha skrevet ned noen notater underveis som kunne støtte opp om det jeg så på filmene. Jeg bestemte meg for å datareduere observasjonene innenfor de ulike kategoriene fra observasjonsskjemaet først, for å finne ut hvilke deler av materialet jeg ville se nærmere på i analysen. Dette var for å spare tid ved å ikke transkribere alt, men heller transkribere de delene jeg ville bruke i oppgaven.

Etter den første datareduksjonen har jeg sett filmene flere ganger, som har gjort at jeg har lagt merke til noe nytt og interessant hver gang. Jeg har da valgt ut spesielle situasjoner som jeg har transkribert eller laget sammendrag fra og presentert dette i resultatene i kapittel fem.

4.6.2 Intervju

Transkripsjoner av intervju inneholder en oversettelse fra talt språk til skrevet språk (Cohen et al., 2011). En transkripsjon eller datareduksjon er et tolket datamateriale (Cohen et al., 2011). Intervjuet er blitt fryst og hentet ut fra sin originale kontekst. Ettersom jeg bare brukte båndopptaker og ikke video for å ta opp intervjuene, er transkripsjonene preget av hva jeg husker av ikke-verbal kommunikasjon, slik som når noen av elevene og lærerne pekte på noe i rommet eller viste med hendene mens de fortalte.

Jeg skrev i første omgang både intervjuene og interessante situasjoner fra observasjonene ordrett ned. Dette fordi jeg ønsket at datareduksjonene skulle være ganske like det som var blitt sagt. I utdragene jeg referer til i oppgaven har jeg oversatt intervjuene til bokmål for at det skal være enklere for leseren å lese. Men det har ført til at jeg har måttet oversette noen ord på dialekt til hva jeg har tolket at det tilsvarer på bokmål. Jeg har også fjernet deler av setningene og uttrykk som jeg har ansett som forstyrrende for den virkelige meningen med utsagnet. Slike uttrykk er bare tatt med dersom jeg har sett det som relevant for

sammenhengen. Ved flere anledninger har ikke informantene helt klare svar, men begynner på det de skal si flere ganger mens de prøver å finne en måte å formulere budskapet sitt på. Der jeg har tolket at slike halvferdige formuleringer ikke har vært relevant for det jeg betrakter som det endelige svaret, har jeg latt være å ta med dette når jeg referer til intervjuene i denne teksten. Tall og regneoperasjoner skriver jeg med symboler, fordi jeg mener at de har samme betydning.

Etter at jeg hadde datareduisert all rådataen, prøvde jeg å strukturere informasjonen. Dette gjorde jeg i flere prosesser. Jeg prøvde meg på ulike kategoriseringer av materialet og gjorde mange notater som jeg kunne bruke i analysen. En fullstendig oversikt over de ulike kategoriene har jeg lagt med i vedlegg 6.

4.6.3 Analyseverktøy

Kvalitativ dataanalyse handler om å skape en mening av datainnsamlingen gjennom deltakernes definisjoner av situasjonene. Vi må dele materialet opp i mindre enheter og se etter mønstre, temaer og kategorier (Cohen et al., 2011). Miles og Huberman (1994) skriver at vi trenger gode metoder som er pålitelige og troverdige, men at det ikke finnes noen klare og gode metoder for analyse av kvalitative data. En mengde kvalitative data er en kilde for mange ulike tolkninger og kan bli analysert på mange forskjellige måter.

Fenomenologi er *"A philosophy that is concerned with the question of how individuals make sense of the world around them"* (Bryman, 2008, s.697). I denne studien er jeg interessert i elever og læreres opplevelser av sammenhengen mellom to ulike fagpraksiser som de er en del av og hvordan sammenhengen kommer til uttrykk i undervisningen. I følge Cohen et al. (2011) er det viktig i kasusstudier at hendelser og fenomener får lov til å tale for dem selv, og ikke tolkes, evalueres og dømmes for mye av forskeren. Det er derfor viktig at jeg som forsker legger fra meg mine forestillinger om elevenes og lærernes skolehverdag, og beskriver den slik de som deltakere gir uttrykk for at de opplever den (Miles & Huberman, 1994; Schwandt, 2007). Jeg har derfor valgt å først presentere resultatene i et eget kapittel, kapittel 5, før jeg i det neste kapittelet analyserer dem. Slik kan resultatene presenteres uten for mye påvirkning av mine tolkninger. Men det vil likevel bære preg av mine oppfatninger ettersom datamaterialet som blir presentert er valgt ut på bakgrunn av hva jeg tror har vært viktigst å få frem. Også fordi jeg har valgt å dele inn resultatene fra intervjuene inn i kategorier som legger til grunn min tolkning av resultatene (vedlegg 6).

På grunn av et rikt datamateriale har jeg måttet være selektiv med hva jeg har valgt å presentere i resultatene mine og gjort et subjektivt valg av hva som har vært viktigst å analysere. Utvalget er gjort på bakgrunn av problemstillingen og de tilhørende forskningsspørsmålene. Hovedmålet med analysen er å finne elementer i den observerte undervisningen og i intervjuene som hjelper meg til å beskrive sammenhengen mellom matematikkfaget og programfagene. For å bygge opp om den analysen jeg gjør av resultatene, bruker jeg litteraturen som jeg har presentert i kapittel 2. Spesielt ser jeg etter aktiviteter, redskaper eller tankeganger i programfagsundervisningen som inneholder matematikk. Deretter analyserer jeg dem på bakgrunn av tidligere funn og teori om krystalliserte operasjoner, black boxes og grenseobjekter. Samtidig ser jeg etter mønstre og kategorier som kan vise seg å være like eller forskjellige i de ulike fagpraksisene.

4.7 Studiens gyldighet (validitet) og pålitelighet (reliabilitet)

I denne studien har jeg hentet ut data fra den virkelige verden. Når jeg nå skal presentere denne innsamlingen er det viktig at den fremstilles gyldig og pålitelig (Jacobsen, 2005). Det kan da stilles spørsmål til om jeg har funnet den informasjonen jeg ønsket å få tak i (intern gyldighet), og om resultatene er overførbare til andre sammenhenger (ekstern gyldighet) (Jacobsen, 2005). Pålitelighet handler om hvorvidt funnene er til å stole på. Det er ikke mulig å fjerne alt som truer gyldigheten og påliteligheten, men jeg har gjort noen valg underveis for å prøve å oppnå dette (Cohen et al., 2011).

For å få så ekte data som mulig ønsket jeg å treffe elevene på forhånd slik at ikke kameraet og jeg plutselig skulle dukke opp en time. Det er vanskelig å legge til rette for at en slik observasjonssituasjon skal bli helt normal, men ved at jeg fikk hilse på elevene og lærerne på forhånd, var det med på at jeg skulle få så ekte opptak av undervisningen som mulig. Jeg og kameraet er ingen naturlig del av undervisningen, slik jeg har nevnt tidligere. I tillegg prøvde jeg å opptre så anonymt som mulig i begynnelsen, slik at elevene og lærerne skulle bli vant med at jeg var der og at de helst skulle "glemme" at jeg var der. På slutten av observasjonsperioden var det flere som ikke så ut til å reagere når jeg kom med det håndholdte kameraet for å filme hvordan de løste oppgaver.

Datainnsamlingen foregikk over fem dager i løpet av en periode på tre uker. Dette er en kort periode for meg å få et representativt bilde av hvordan undervisningen er på elektrofag. Samtidig kunne en lengre periode føre til at informantene endret holdning og meninger i forhold til bakgrunnen for at jeg var der. Datainnsamlingen gjengir derfor bare et lite utdrag av elevenes og lærernes hverdag på elektrofagutdanningen.

Det har oppstått uforutsette situasjoner underveis, for eksempel da jeg mistet store deler av intervjuet med matematikklærer Grete og ikke hadde muligheten til å høre det igjen. Men hun har fått lese gjennom datareduksjonen som jeg hadde skrevet rett etter intervjuet, og rettet eller tilføyd elementer der hun ønsket. Jeg hadde også i utgangspunktet tenkt å intervju alle elevenes programfaglærere, men dette lot seg ikke gjøre i det aktuelle tidsrommet, så det ble heller observasjon og intervju av en vikar. Først var jeg usikker på om dette var med på å ødelegge troverdigheten av resultatene mine, men jeg har kommet frem til at det ikke gjør det. Dette fordi vikarene også er en del av elevenes hverdag. I den perioden jeg var hos elevene, var det flere timer hvor de hadde vikar. I tillegg var vikaren i den aktuelle undervisningen lærer i det samme faget, bare i en annen klasse. Derfor ser jeg det ikke lenger som noe som truer troverdigheten av resultatene mine.

Jeg bestemte meg tidlig for å bruke flere metoder for å hente inn data, slik Cohen et al. (2011) sier man trenger i undersøkelsen av en kasus. En slik *metodetriangulering* hjelper til med å kontrollere at funnene og konklusjonene mine er gyldige og pålitelige (Jacobsen, 2005). Ved at jeg både har observert undervisning, og fått både elever og lærere til å uttale seg om undervisningen, gir det meg flere perspektiver om undervisningen på elektrofag. En slik triangulering kan også være med og kontrollere om resultatene jeg har kommet frem til også kan oppnås av en annen forsker (Jacobsen, 2005). Men ettersom dette er en studie av virkeligheten, vil det være umulig å få nøyaktig de samme resultatene om igjen. Situasjonen kan ikke fryses og prøves på nytt, fordi det er en sosial setting (Bryman, 2008). Studien kan heller ikke generaliseres til å gjelde alle elevgrupper på yrkesutdanningen elektrofag. Dette fordi alle elever, klasser og skoler er forskjellige. Men ved å fremstille resultatene mine så grundig, pålitelige og ærlige som mulig, håper jeg det kan være representativt for videre

forskning på området og at det finnes muligheter for å trekke sammenhenger mellom andre studier.

Noe jeg har vært redd for at skulle svekke troverdigheten av denne studien, har vært mine manglende kunnskaper innen elektrofag. Dette er noe lærerne på skolen hvor jeg hadde datainnsamlingen også var opptatt av, nemlig at jeg skulle forstå det jeg skulle skrive om. En del av hensikten med denne studien er at jeg som matematikklærer prøver å beskrive det jeg observerte i undervisningen og hørte informantene fortelle, og ut fra den informasjonen forsøker å finne sammenhenger mellom fagene. Det hadde nok vært en styrke for meg å vite mer om elektrofag da jeg skulle beskrive og analysere observasjonene. På den annen side har hindringene jeg har møtt på i forbindelsen med elektrofag fått meg til å forstå noen av utfordringene elever kan møte på. Presentasjonen av datainnsamlingen i kapittel fem, har jeg prøvd å gjengi så objektivt og så nærliggende de opprinnelige situasjonene som mulig. Der hvor jeg kommer med mine egne oppfatninger og tolkninger i både presentasjonen og i de senere kapitlene, prøver jeg å gi tydelig beskjed om dette.

4.8 Testing av studiens gyldighet

Å legge frem funn for andre forskere eller fagpersoner og få dem til å komme med sin tolkning, er en måte å undersøke studiens gyldighet på (Cohen et al., 2011). Jeg har ikke fått organisert en slik mulighet, men jeg har diskutert resultater med veileder og med medstudenter. I tillegg har jeg lagt frem noen resultater på et seminar for lærere og studenter ved universitetet, hvor de har kunnet komme med tilbakemeldinger.

Jeg fikk ikke mulighet til en *respondentvalidering*, som handler om å få informantene til å gi en tilbakemelding på funnene (Jacobsen, 2005), altså få en respons på om de kjenner seg igjen i den beskrivelsen jeg fremlegger. Jeg fikk så vidt gjort dette i forbindelse med min retur til skolen etter observasjonene. Da snakket jeg med programfaglærer Knut og nevnte Grete sin kommentar om at elevene hadde reagert i en matematikktime da de skulle bruke navnet v på en vinkel i stedet for φ . Knut lo litt da jeg fortalte dette, og trodde kanskje han var skyld i akkurat den episoden, fordi elevene er veldig vant med å bruke φ i hans programfag. Han kunne altså kjenne seg litt igjen i hennes kommentar.

Den beste måten jeg hadde for å sjekke resultatene mine, var å sjekke det jeg har funnet opp mot tidligere forskningslitteratur og sammenlikne resultater og teorier.

4.9 Etske betraktninger

Fordi jeg ønsket å gjøre videoopptak og lydopptak og lagre datamaterialet på universitetets PC, meldte jeg inn og fikk godkjent studien min av Norsk samfunnsvitenskapelige datatjeneste, NSD. Dette medførte at jeg sendte ut et informasjonsskriv (vedlegg 1) til foreldre/foresatte og elevene som de måtte returnere med underskrifter på om de samtykket i at eleven kunne bli filmet og ønsket å bli intervjuet. Godkjenningene ble samlet inn før jeg satte i gang med observasjonene. I brevet informerte jeg også om at filmopptakene bare ville bli sett av meg og eventuelt veilederen min, og at navnene skulle anonymiseres i oppgaven. De fikk også beskjed om at det var mulig å trekke seg når som helst underveis, noe en elev gjorde da han ikke ønsket å bli intervjuet likevel.

Alle involverte fikk beskjed om at undersøkelsen var anonym, slik at enkeltpersoner har fått nye navn, og jeg har utelatt informasjon som kan identifiseres med skolen eller personer. Alle

informantene visste at jeg ville bruke det de sa i min oppgave, men jeg har likevel vært litt varsom med hva jeg har tatt med av informasjon og hvordan jeg har lagt det frem. Jeg har valgt ut sitater som skulle bygge opp om problemstillingen, ikke for å legge frem for eksempel at noen mener noe om hverandre. Da jeg var innom klassene før observasjonene informerte jeg dem om at jeg var interessert i å observere selve undervisningen, hjelpemidler og andre ting som kunne knyttes i sammenheng med de andre fagene. Grunnen til at jeg var der var ikke for å studere enkeltpersoner. Elevene og lærerne er bare informanter som skal hjelpe meg til å finne mulige møtepunkter mellom fagene.

4.10 Avslutning av metodekapittelet

I dette kapittelet har jeg begrunnet valgene av metodene jeg har brukt for å samle inn data, og jeg har beskrevet hele forskningsprosessen. I det neste kapittelet blir store deler av datainnsamlingen presentert, hvor jeg, som tidligere begrunnet, setter fokus på at fremstillingen skal ligne de opprinnelige situasjonene så mye som mulig. Fagene blir så beskrevet nærmere og analysert i kapittel seks, for å finne sammenhenger. Her er det også fokus på noen av hjelpemidlene som ble identifisert i datainnsamlingen, og jeg undersøker læringspotensialet i disse.

5 Presentasjon av innsamlet datamateriale

I dette kapittelet ønsker jeg å presentere de viktigste delene av datamaterialet, som har betydning for problemstillingen og forskningsspørsmålene. Jeg vil først presentere en oversikt over de observasjonene og intervjuene som er blitt gjort. Deretter vil jeg gi en liten beskrivelse av undervisningslokalene til elevene. Så begynner jeg med en presentasjon av hver observert undervisningsøkt hvor jeg har plukket ut relevante situasjoner som jeg vil gå næyere inn på i analysen. Etter presentasjonen av undervisningen, vil jeg gi et sammendrag av intervjuet med læreren i det aktuelle faget. Denne presentasjonen vil bli delt inn i overskriftene fra struktureringen av intervjuguiden. Til slutt vil jeg gi en samlet oversikt over de seks intervjuene med elevene.

5.1 Oversikt over datainnsamlingen

Tabell 5 viser en oversikt over datainnsamlingen.

Metode:	Obs./ Int.	Fag:	Lærer/ elev:	Klasse:	Dato:	Tid:
Observasjon	Obs. 1	Data- og elektronikk-systemer	Tor	A	14. februar	7:45 – 10:20 (3 x 45 min)
	Obs. 2 a)	Automatisering	Knut	A	25. februar	7:45 – 9:25 (2 x 45 min)
	Obs. 2 b)	Automatisering	Knut	A + B	25. februar	11:50 – 13:25 (2 x 45 min)
	Obs. 3 a)	Matematikk 1	Grete	A	27. februar	9:35 – 10:40 (65 min)
	Obs. 3 b)	Matematikk 1	Grete	A	28. februar	10:25 – 11:10 (45 min)
	Obs. 4	Matematikk 2	Olav	B	7. mars	10:25 – 11:10 (45 min)
Intervju	Int. 1	Lærer	Tor		14. februar	27 min
	Int. 2	Lærer	Knut		25. februar	1 t 24 min
	Int. 3	Elev 1	Jacob	A	25. februar	14 min
	Int. 4	Elev 2	Anders	A	27. februar	12 min
	Int. 5	Elev 3	Frida	A	27. februar	17 min
	Int. 6	Elev 4	Lars	A	27. februar	14 min
	Int. 7	Elev 5	Markus	A	27. februar	16 min
	Int. 8	Elev 6	Fredrik	A	27. februar	12 min
	Int. 9	Lærer	Grete		28. februar	Ca 45 min
	Int. 10	Lærer	Olav		7. mars	33 min

5.2 Presentasjon av klasserommet

Både A og B klassen bruker to klasserom som ligger i samme gang. All undervisning som er observert i denne studien har foregått i disse klasserommene. De to undervisningslokalene er nesten helt like. De er avlange og består av en undervisningsdel og en verkstedsdel. En whiteboard, som de bruker som en tavle i undervisningen, er plassert i den ene enden av rommet og det er vinduer langs den ene langveggen. Alle elevene må ha egen PC for å gå på skolen, derfor henger det noen stikkontakter ned fra taket. Noen skap langs veggene er fylt opp av plater med diverse utstyr, for eksempel ringeklokker og brannalarmsystemer. Disse

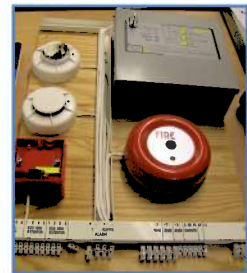
kan eleven enkelt ta ut og jobbe med på sine arbeidsplasser. Det er også satt opp noen bevegelige vegger i klasserommet som elevene kan plassere utstyrsplatene sine på. Der kan de stå og blant annet koble opp brannalarmsystemer. I det ene klasserommet sitter elevene sammen omtrent to og to og noen alene på store dobbeltpulter vendt mot tavla og læreren. I det andre klasserommet sitter elevene på to rader vendt mot whiteboarden.

5.3 Data- og elektronikk-systemer (Tor)

5.3.1 Presentasjon av undervisningen (obs. 1)

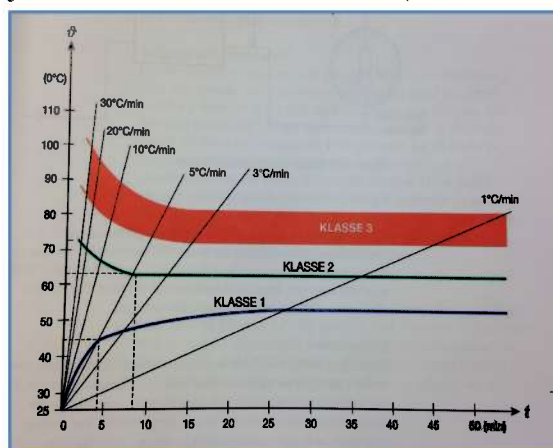
Denne undervisningsøkten skal elevene fortsette videre på et tema om brannanlegg som de begynte på i forrige undervisning med en annen lærer. Tor starter timen med å stille noen spørsmål til elevene om det de allerede har gjennomgått. Deretter begynner han på en gjennomgang av nytt lærestoff hvor han skriver ned stikkord på whiteboarden underveis, samtidig som han stadig stiller spørsmål til elevene. Det er få av elevene som gir tegn til å svare på spørsmålene Tor stiller omkring det nye stoffet. Han deler ut et ark med en figur på som han ber elevene se på mens han forklarer. I den siste timen tar Tor frem et brannalarmanlegg som er festet på en utstyrsplate fra et av skapene i klasserommet og viser og forklarer for elevene hva de ulike apparatene er. Mot slutten av undervisningen får elevene utdelt et hefte som de skal levere inn når de er ferdig med prosjektet om brannalarmer. Oppgaven elevene skal gjennomføre er å late som om de skal installere et brannalarmanlegg på en hytte. De må først tegne, så gjøre noen andre oppgaver. De kan bruke brannalarmanleggene som ligger i skapene når de arbeider med oppgavene. Tor oppfordrer elevene til å arbeide sammen to og to.

Figur 2 viser en utstyrsplate med brannalarmanlegg.



Det ene Tor forklarer elevene i undervisningen er forskjellene på de to ulike varmedetektorene *differensialdetektor* og *maksimaldetektor*. Differensialdetektoren reagerer på temperaturforandringer (antall grader/minutt), mens maksimaldetektoren stilles på en maksimaltemperatur for eksempel 60 grader. I læreboka til elevene "*Data- og elektronikk-systemer i praksis*", er det laget en graf for reaksjonstiden for varmedetektorer (vedlegg 8).

Figur 3 viser reaksjonstiden for varmedetektorer (Fosbæk et al., 2006, s.67).



Grafen for reaksjonstiden for varmedetektorer som vi ser på figuren over, viser hvordan tre ulike klasser av detektorer reagerer på varme. I læreboka står det at varmedetektoren varsler brann sent, fordi den bare reagerer på varme og ikke røykutvikling og brukes derfor kun i

tilfeller der hvor en røykdetektor ikke egner seg på grunn av naturlig damp og røyk, for eksempel på kjøkkenet. Da må en vite hva slags type detektor en trenger. På kjøkkenet kan en bruke en detektor av klasse 1 som gir alarm i temperaturområdet 54-65°C. Velger vi en detektor av klasse 3, vil ikke alarmen gå før temperaturen er på 69°C (Fosbæk et al., 2006).

Jeg spurte Tor i ettertid på epost om hva han forventet av elevene i forhold til denne grafen. *”Denne grafen du refererer til er ikke viktig å kunne for elevene. Bruker ikke mye tid på den. Den viser bare hvordan en varmedetektor har ulik responstid for å oppdage en brann.”*

5.3.2 Intervju med Tor

Tor har gått treårig ingeniørhøyskole, tatt fagbrev i gruppe S, svakstrømsmontør. Etter 25 års jobberfaring innen fagfeltet tok han PPU og har undervist på denne skolen siden. Der har han blant annet undervist i alle datafagene, hatt ett års vikariat i matematikk og vært litt vikar i naturfag.

Tor jobber egentlig ikke i de to aktuelle klassene til vanlig, men underviser i data- og elektronikkssystemer på det andre teamet på trinnet. Denne økten jeg observerer Tor er han vikar i tre timer i A-klassen. Han kjenner ikke noe særlig til denne klassen, men har hatt dem noen få timer før.

Tors tanker om matematikk i programfaget

I intervjuet med Tor kommer det frem at han mener at matematikk er viktig i elektrofaget.

IT.1 Tor: *Matematikken er et veldig veldig viktig fag.*

Han erfarer dette spesielt med elever som på grunnlag av individuell vurdering får særskilt opptak og fortrinnsrett til utdanningsprogrammet.

IT.2 Tor: *... og da kommer det inn elever med nesten stryk i matte fra ungdomsskolen. Og da skal de følge samme undervisning som de andre. Og det er en ganske stor utfordring. Har de dårlig karakter i matte, da utenom at de sliter i matte så sliter de veldig med elektrofagene også. De sliter mest med forståelsen, det er veldig mye som går på å tenke logikk. Er du god i matte, så forstår du mye logikk i kretser og sånn, hvorfor det er sånn. Den som er litt svak i matte den klarer ikke helt å forstå det.*

Han presiserer videre at det er stor sammenheng mellom karakterer fra ungdomsskolen og prestasjonsnivå i fagene på elektrofag, og fremhever at du må ha relativt høyt snitt for å komme inn på elektrofag på denne skolen. Og han mener at elektrofagelevne er de beste elevene på skolen, med de beste læreforutsetningene.

Når jeg spør ham videre om hvor viktig det er med god matematisk kompetanse for en elektriker, svarer han at den matematiske kompetansen er viktig i forhold til forståelsen av fagene, men at elektrikeryrket er et rent håndverksyrke. Han legger til at det avhenger av hva slags elektriker elevene ønsker å bli, for hvor god matematisk kompetanse de trenger.

IT.3 Tor: *Du bør ha litt dypere matematikkompetanse inn mot elektronikkfagene, de er litt mer kompliserte teknisk, formler og koblingsskjemaer og sånt noe.*

Tor sier han opplever veldig tydelig at den matematikken som er felles i matematikkfaget og programfaget får de mye bedre til enn den matematikken som inngår i elektrofaget, men som de ikke har i matematikkundervisningen.

Tors kjennskap til matematikkundervisningen

Tor føler han har god innsikt i hva elevene lærer i matematikkundervisningen, ettersom han selv har vikariert i faget ett år. Han mener det er en utrolig styrke å ha undervist i matematikk som renspektet fag. Han har klare meninger om hvilke emner som er viktige, og hvilke temaer som burde legges til pensumet. Blant annet burde vektorregning kommet inn som et eget tema i matematikken, fordi de ikke har tid til å forklare det grunnleggende i elektrofagene. Den matematikken han opplever som mest utfordrende for elevene er

IT.4 Tor: *... hvis du ser på elektrofaget generelt, så er det vekselstrømslære. Og det å regne på trigonometriske formler, det å beregne vekselstrøm, størrelser med strømmer og spenninger og det å tegne vektordiagrammer. Det å beregne. Forståelsen er omtrent lik null.*

Når jeg spør han om hva han tror er årsaken til at disse emnene virker utfordrende, svarer han at det er på grunn av mye dårlig matematikkforståelse, at forutsetningene er helt elendige. Han skulle gjerne ha tatt en ren matematikkøkt med elevene, men det er det ikke tid til i programfagsundervisningen. Han merker at elevene er svakere nå enn for en del år siden, og mener det kan skyldes blant annet at det er blitt mindre tid til programfagene og at det før var yrkesfaglæreren som underviste matematikken. Han er usikker på om sistnevnte mulige årsak hadde vært en fordel i dag.

Tors tanker om sammenhengen mellom fagene

Ellers mener Tor at matematikkfaget og programfagene passer godt sammen.

IT.5 Tor: *Mattefaget står i god stil til programfaget.*

Når jeg spør han om å nevne noen forskjeller, sier han at det må være å påpeke hvilke emner som er lite relevante. De viktige emnene er funksjoner, tegne kurver og grafer og statistikk. Han tror elevene har stor forståelse for at matematikk er anvendelig i programfagene, fordi de regner veldig mye.

Mot slutten av intervjuet spør jeg Tor om han kan beskrive matematikk med noen få ord.

IT.6 Tor: *Det er et verktøy som annet verktøy i verktøykassa for å forstå elektrofaget. Og det aller viktigste med matte i forhold til andre fag for elektro, som er store utfordringer, er at strøm og spenning kan du ikke se. Mekaniske ting ser du, du ser vinklene, i elektrofaget er det bare noe du regner på og beregner. Du kan ikke se strømmen og spenningen. Derfor krever det mye mer fagforståelse og innsikt.*

Gjennom intervjuet med Tor er det tydelig at matematikk er et viktig fag for elevene på elektrofag. Han trekker frem både konkrete emner som er viktige for programfagene, men også at logisk forståelse er avgjørende for å kunne utføre målinger og beregninger.

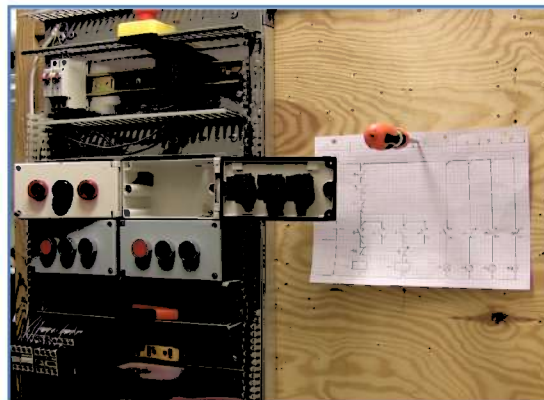
5.4 Automatiseringssystemer (Knut)

Jeg fikk observere Knuts undervisning i automatiseringssystemer delt på to bolker samme dag. Den første delen er med bare A-klassen hvor elevene skal arbeide praktisk. Den andre undervisningsøkten er med både A og B klassen, hvor de arbeider mer teoretisk. Alle elevene er til stede.

5.4.1 Presentasjon av første undervisningsøkt (obs. 2a)

Elevene har i tidligere undervisning i faget fått utdelt ulike øvinger hvor de skal koble opp ulike anlegg. Øving:1 er enkel, og øving:5 er en del mer komplisert (vedlegg 9). Oppgavene går i hovedsak ut på å dokumentere systemer slik at alle som jobber med elektriske anlegg skal forstå deres dokumentasjon. I læreboka "*Automatisering*" forklares det at det finnes to hovedtyper av elektriske kretsskjema: *hovedstrømsskjemaet* som viser den elektriske strømmens vei fra elnettet til motorene, og *styrestrømsskjemaet* som viser veien til styrestrømmen (Fosbæk, 2009). Først må elevene, i noen av øvingene, lage en kladd av styrestrømsskjemaet til den motoren som skal kobles opp, hvor de for eksempel i øving 2 (vedlegg 9) får beskjed om hva tegningen skal bestå av. Senere skal de lage styreskjema og hovedstrømsskjema i forhold til kladden de har laget. Deretter skal de koble opp etter tegningen sin. Det kan for eksempel være et styringsanlegg med start og stopp, slik vi ser i figur 4.

Figur 4 viser en av elevenes styringsanlegg.



Elevene får etter hvert nye oppgaver hvor de først skal sette noe nytt inn på tegningen, for så å koble det opp. Det er også noen spørsmål som elevene må svare på skriftlig. Til slutt skal arbeidet godkjennes av læreren, Knut. Bakpå hvert av øvingsarkene er det et evalueringsskjema (vedlegg 9) som skal signeres av både lærer og elev. Knut forteller meg at på Vg2 blir elevene presentert for et dataprogram som tegner det elevene ber det om å tegne, så de slipper å tegne for hånd slik de nå gjør. Knut sier at han foretrekker at elevene først skal lære å tegne på papiret før de får et dataprogram til å tegne for dem. Dette ønsker han fordi han tror elevene lærer mer av å skrive selv, enn å trykke på symboler og la datamaskinen gjøre selve jobben. Han nevner at læreren som elevene har til vanlig i data- og elektronikkssystemer bruker mye PC i undervisningen, så de er litt ulike der.

Noen elever jobber på plassene sine, enten alene eller sammen med noen. Resten av elevene står bakerst i klasserommet ved arbeidsveggene og kobler opp motorer etter skjemaene sine.

Når Knut ikke er bak i klasserommet for å sjekke elevenes oppkoblinger, sitter han fremme ved kateteret hvor det blant annet ser ut som om han sitter og jobber med noe på en PC. Elevene kommer frem til han når det er noe de lurer på. Knut ber også en og en elev komme

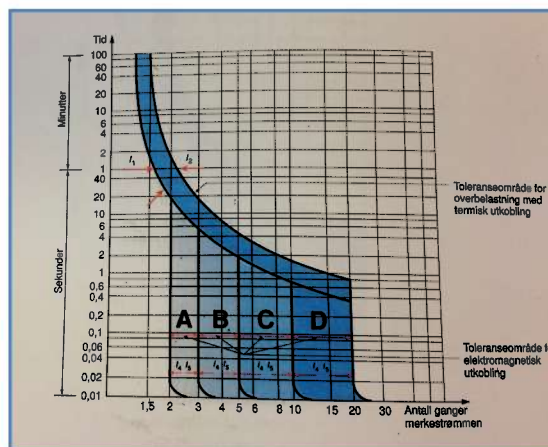
frem til han hvor han stiller dem spørsmål til det de holder på med og godkjenner arbeidene deres. Knut forteller meg underveis at det er blant annet for å passe på at de forstår det de holder på med at han ber elevene selv fortelle hva de har gjort. Men han synes det er bra at de samarbeider. Han tror noen elever presterer bedre når de løser oppgavene sammen med andre.

Underveis i timen snakker Knut med noen elever om noen oppgaver.

- 2a.1 Knut: *Og det andre dere skal fortelle om på neste oppgave, det er noe som jeg selvfølgelig har gått igjennom, og det er strøm og tidskartestikk for sikringer.*
- 2a.2 Jørgen: *Hva kalte du det for noe?*
- 2a.3 Knut: *Tidskartestikk for sikringer. Det har med strøm og tid å gjøre. Hvis dere husker den hoppbakken som jeg tegnet på tavla.*
- 2a.4 Anders: *Ja*
 Knut: *Men det står om det i boka. Det er bare sånn at den er litt sånn, det å forstå den.. Jeg skal si litt etterpå hva jeg forventer på den. Noe skal dere skrive og noe kan dere forklare i tillegg.*

Det Knut refererer til i læreboka er blant annet en figur av en graf som vist i figuren under. (For videre forklaring til grafen, se utdrag fra læreboka i vedlegg 10).

Figur 5 viser utløsekarakteristikken for A-, B-, C- og D-automater (Fosbæk, 2009, s.46).



Etter timen forklarer Knut meg at denne grafen forventes det ikke at alle elevene skal forstå helt på Vg1, men de øver på å lese den. Noen elever som er nysgjerrige klarer å finne ut av den og lese den på egenhånd. Men det forventes ikke før på Vg2 at de skal klare det fullt ut.

5.4.2 Presentasjon av andre undervisningsøkt (obs. 2b)

Den andre undervisningsøkten i automatiseringssystemer er samme dag etter lunsj. I lunsjen har jeg gjennomført et langt intervju med Knut samt intervju med to av elevene, Jacob og Anders.

I denne timen er begge klassene på teamet sammen. Elevene skal jobbe sammen i grupper, eller to og to sammen for å lage en fasit til oppgaver som de har hatt på en prøve for et par uker siden. Dette er noe de pleier å gjøre etter en prøve, fordi Knut tror elevene lærer mer av å lage sin egen fasit enn å få en ferdig fasit utdelt av ham.

Knut introduserer timen med å uttrykke at han ikke er helt fornøyd med resultatet på prøven og mener på at de nesten ikke kan ha øvd, for hadde de sett igjennom det de hadde arbeidet med i timene så ville de ha fått det til. De har blant annet ikke øvd på ”tegninger, det må dere kunne tegne utenat!”

Elevene får beskjed om å ta opp blyant, papir, kalkulator, merkeskilt⁷ og formelsamling. Knut starter med å skrive opp merkeskiltet fra oppgave 1 (vedlegg 11) på tavla slik vi ser i figuren under.

Figur 6 viser oppgave 1 a og b fra elevenes prøve i automatiseringssystemer.

1. Merkeskilt motor:

1-fas	50Hz
8kW	1400rpm
230V	η 0,78
Cos ϕ 0,6	IP23

a. Forklar kort (men vær presis) hva som står på merkeskiltet (sett inn i kolonnene).

b. Beregn: $P_{\text{tilf.}}$, I og S

c. Hva blir strømmen hvis du kobler inn en kondensator på 5kVA?

I undervisningen begynner de rett på oppgave 1b. Knut skriver P_{til} på tavla.

2b.1 Knut: *Når dere skal finne P – tilført (han peker på tavla), og dere som lurere på om dere skal finne noe i formelsamlingen ...*

Han deler ut formelsamlingen til de elevene som ikke har den med.

2b.2 Knut: *Det står noe om det der P – tilført et eller annet sted inni her.*

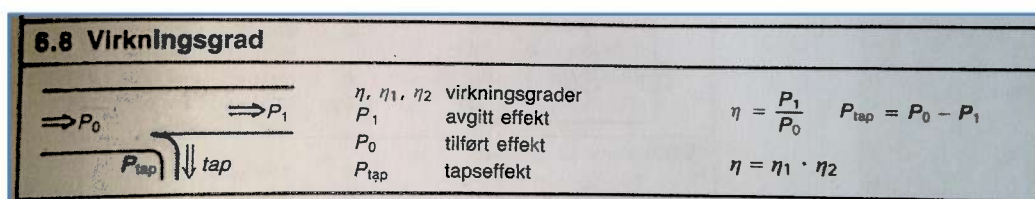
De prøver å finne riktig side i formelsamlingen.

2b.3 Knut: *Se på s. 19 i formelsamlingen, der står det virkningsgrad. P – tilført.*

På neste side er det et utdrag fra elevenes formelsamling ”Elektroteknisk formelsamling” i figur 7.

⁷ Knut fortalte meg at vi finner merkeskilt på alle elektriske komponenter, for eksempel på motorer og kaffetraktere. Det skal fortelle oss hvor mye strøm for eksempel motoren er beregnet til å bruke, frekvensen på nettet (hvor mange sinuskurver per minutt), hvor godt den er beskyttet mot fukt, hvor mye energi som går inn og hvor mye som går ut.

Figur 7 viser et utdrag om virkningsgrad fra elevenes formelsamling (Bastian & Gundersen, 2009, s.19).



I formelheftet er det først noen sider med matematiske regler med generelle tall. Det er for eksempel regler for potenser, logaritmer, vinkler, trekantberegninger og noen tallsystemer. I kapittel 6 er overskriften "elektronikk", og her er det først noen grunnleggende lover, for eksempel Ohms lov, og så er det sammenkoblinger av motstander. Det er fine illustrasjoner slik vi ser fra bildet i boka om virkningsgrad på figuren over.

Knut lar elevene få prøve å finne ut av det sammen med den de sitter ved siden av. Knut går rundt og ser at de kommer i gang. Elevene finner formelen de skal bruke, men ikke alle klarer å bruke den riktig. Noen snur seg til de som sitter rundt og spør hva de har gjort. Knut går frem til whiteboarden igjen og ber elevene se opp på ham. Han forklarer igjen at de må lete på s. 19 i formelheftet og han prøver å forklare dem hvor de finner P-tilført i motoren.

De fullfører så formelen sammen. Deretter skal de finne I , som er strømmen. I det elevene skal sette i gang utbryter Cato:

2b.4 Cato: *Hvilken side står den på da?*

2b.5 Knut: *Husker dere nasjonalsangen til elektrikerne? Den var: $P = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cos u$, så må dere finne ut om det er enfase eller trefase motor. Den formelen står ikke direkte i formelsamlingen. Det vet dere det. Så da må dere plukke ut det dere skal bruke.*

Når de etter strømmen skal finne S , tilsynelatende effekt, får de beskjed om at den kan regnes ut på to måter, "enten kan du bruke cosinus, eller strøm og spenning," sier Knut. Han påpeker også at det kan være lurt å tegne en trekant. Det er få elever som tegner en trekant, og det er bare noen som regner ut på begge måter. Knut går gjennom hvordan de regner ut S 'en og oppgave 1c på whiteboarden, etter elevene har fått prøvd seg litt på egenhånd. Etter en liten pause starter de på oppgave 2.

Figur 8 viser oppgave 2 fra prøven i automatiseringssystemer.

2. En seriekrets består av en resistans på 4Ω og en spole på 6Ω . Den blir tilkoblet 230V.
 - a. Beregn kretsens impedans og $\cos\phi$ + vinkel
 - b. Beregn kretsens strøm.

Knut skriver på whiteboarden:

SERIE
$R = 4\Omega$
$X_L = 6\Omega$
$U = 230V$

2b.6 Knut: *Nå tier dere still! Dette er en tre minutters oppgave nesten. Hvis dere får fem så har dere god tid.*

Elevene begynner å ta frem passer og formelheftet. Knut skriver oppgaven på whiteboarden.

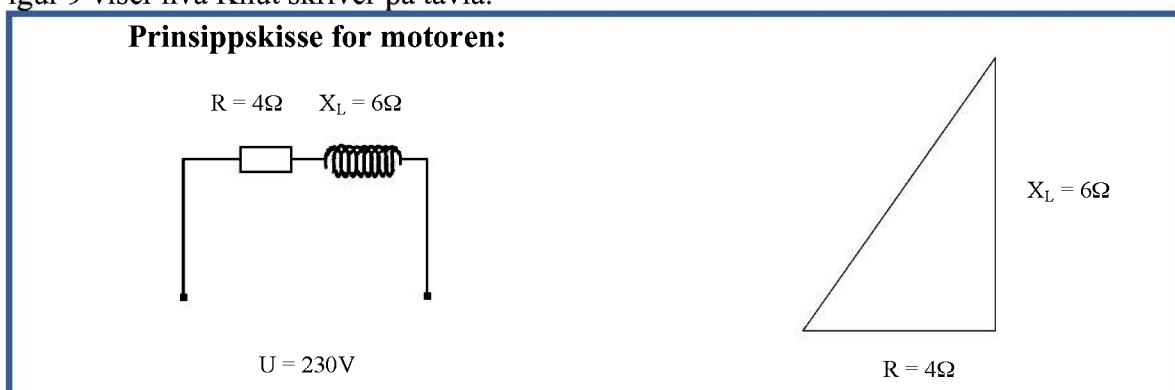
2b.7 Knut: *Og dere som sitter langt bak der, hvis dere lurere på noe, finn Z , $\cos \varphi$ + vinkel og I . Og lag tegning i målestokk skriver jeg (fortsetter å skrive på tavla).*

2b.8 Jørgen: *Må vi lage i målestokk?*

2b.9 Knut: *Ja, da bruker dere de 4 cm og 6 cm. (Han peker på 4Ω og 6Ω).*

Noen elever blir frem og tilbake i formelsamlingen. Knut sier at de må tegne trekant og prinsippsskisse.⁸ Dette repeterer han flere ganger mens elevene prøver å regne seg frem til svarene. Etter omtrent fem minutter begynner Knut å tegne opp trekanten og prinsippsskissa på tavla, slik vi ser på figuren under.

Figur 9 viser hva Knut skriver på tavla.



Deretter måler han opp hypotenusen med en linjal, men verken sier eller skriver ned hva det ble.

2b.10 Knut: *Hvis jeg har flaks, så får dere impedansen til å stemme med.. Truls! Hva får du impedansen til?*

2b.11 Truls: *7,2. Z?*

Knut går bort og ser i boka til Truls.

2b.12 Knut: *Du har ikke tegnet i målestokk. Tegn den i målestokk.*

Elevene får et par minutter til på å prøve å regne ut impedansen. Knut går frem til whiteboarden igjen.

2b.13 Knut: *Dere, hvor mange fikk 10Ω på prøven? Det var noen stykker. Det er litt bærtur, er det ikke? Bitte bitte bitte bitte granne. Dere må jo begynne å se*

⁸ Prinsippsskisse for seriekobling av resistans og induktans: Z = impedans, X_L = Induktiv reaktans og R = resistans (Bastian & Gundersen, 2009, s.23).

trekanten der (Knut peker på trekanten på tavla.) Ungdomsskolepensum (Knut peker på $Z = R + X_L = 4 + 6 = 10\Omega$ som han har skrevet opp på whiteboarden). Også har dere fått 10.

Med forslag fra en av elevene gjør Knut om regnestykket til Pytagoras slik:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{4^2 + 6^2} = 7,2 \Omega$$

2b.14 Knut: *Dette synes jeg så mye gøyere ut (Knut smiler). Og da fikk du 7,2 Ω ? Og da dere målte, da fikk dere det da også?*

Flere av elevene sier ja.

2b.15 Knut: *Det er folk som sitter og legger sammen dette enda. Da dere gikk på ungdomsskolen hadde dere det, da dere startet på elektro så drev vi på og tulla litt med dette, og så er det enda noen som bommer på det.*

Så skal de finne $\cos \varphi$.

2b.16 Knut: *Hva må jeg gjøre nå tro?*

2b.17 Pål: *R delt på Z.*

Knut skriver det ned på whiteboarden. Så peker han på trekanten og sier:

2b.18 Knut: *Og det betyr jo hosliggende delt på*

2b.19 Fredrik: *Impedans.*

Knut ser på Fredrik og sier hypotenusen.

2b.20 Fredrik: *Ja, okay.*

Knut fullfører regnestykket og spør elevene etter svaret. Det er flere som har funnet ut at vinkelen er $56,3^\circ$. Deretter skal de finne strømmen.

2b.21 Knut: *Daniel, har du et godt forslag på hvordan finner jeg strømmen?*

Daniel har ikke hatt prøven.

2b.22 Daniel: *U delt på R.*

2b.23 Knut: *U delt på R. Nå går jeg snart og dunker hodet i tavla. Ikke for deg altså. Nå har jo ikke du gjort feil på prøven, men for alle de andre som har skrevet U delt på R, så burde jeg dunke hodet i tavla. Leverer vi strømmen bare til litt av motoren?*

Elevene roper nei.

2b.24 Knut: *Det er til hele motoren, eller hva? Hvem er det vi leverer strøm til på den trekanten her? (han peker på trekanten) Vi må jo levere strøm som går opp hele veien her, ikke sant? (han tegner inn en pil langs hypotenusen som peker i retning oppover). Det er jo en seriekobling, så samme strømmen går jo gjennom R og XL. Det er jo for hele kretsen totalt.*

Noen elever foreslår U delt på Z, og Knut skriver det ned på whiteboarden.

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230}{7,2} = 32 A$$

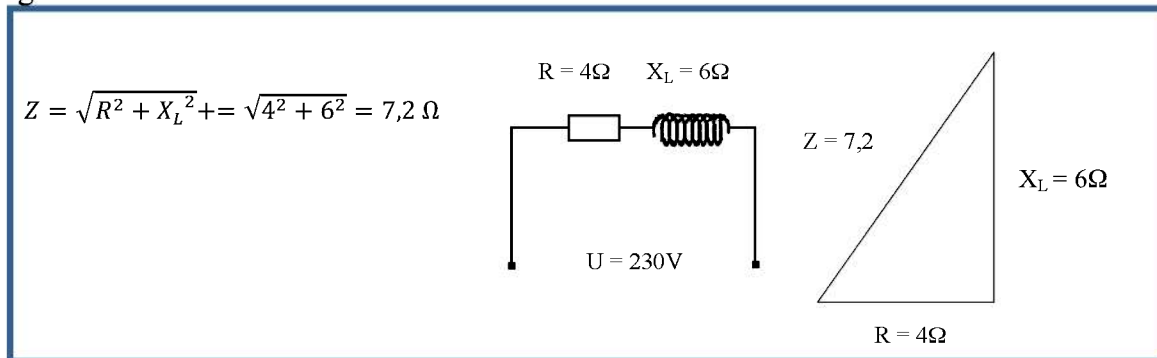
Elevene skriver ned svaret i boka før Knut ber dem om å være stille igjen. Han forteller dem at de oppgavene de har jobbet med nå kommer de til å få igjen og igjen, også til neste år. Og

den eneste måten å klare å løse dem på er å gå hjem og regne på dem to tre ganger, ”få inn litt av grunnkunnskapen.”

2b.25 Knut: *Men så er det en ting til. Denne trekanten. Er det veldig vanskelig å se at den (peker på trekanten) og den (peker på prinsippskissa) hører sammen med de tallene her? (peker på der de har regnet ut med Pytagoras setning).*

Noen elever sier nei.

Figur 10 viser deler av tavla.



2b.26 Knut: *Når dere målte denne (peker på hypotenusen) da fikk dere 7,2 cm, eller hva? Den trekanten er jo bilde på, det er sånn vi tenker oss at det er inni motoren. Det den egentlig viser er jo de kreftene. Den sier at resistansen har på en måte en kraft dit (peker langs den korteste kateten mot den rette vinkelen) og motstanden har den kraften (peker oppover langs den lengste kateten). Totalt så har de impedansen som er hele kretsen. Ikke sant? Hvis jeg skal måle impedansen, hvor kan jeg måle det på en motor?*

Ingen elever svarer. Knut finner frem en del fra en motor og holder opp for elevene.

2b.27 Knut: *På klembrettet. Det er der hovedspenningen ligger, der kan dere måle impedansen, der ligger P-tilført.*

2b.28 Erlend: *En gang til.*

2b.29 Knut: *Ja, ikke sant. Hypotenusen. (Han holder fremdeles på klembrettet). Alt er på klembrettet, det er hypotenusen. Det som er inni motoren, det er jo resistansen der i ledningene og viklingene (han holder opp og viser dette også), som er hver sin side. Dette har vi kanskje hatt en gang før, eller fem. Stemmer det?*

5.4.3 Intervju med Knut

Knut har fagbrev som elektriker og har arbeidet som elektriker i nesten tjue år. I 2001 begynte han på toårig PPU og startet samtidig å jobbe på denne skolen. Alle årene har han undervist på Vg1 og underviser i dag i automasjonssystemer og elinstallasjon. Han har ikke undervist noe i matematikk. Han har ikke noe mer matematikk enn fra fagskolen i utdannelsen. Han sier han tror det hadde vært nyttig om han kunne eller hadde hatt mer matematisk utdanning, men ser det mer nyttig at han klarer å gjøre den matematikken elevene har praktisk. For høyt matematisk nivå kan du ikke bruke på elevene mener han. Han ser ikke noe poeng i å lære elevene noe som de ikke kan se nytten av, mens enkelte temaer kunne han godt hatt mer kompetanse på.

Knuts tanker om matematikk i programfaget

Knut mener at matematisk kompetanse er viktig for å ha en forståelse for hva en holder på med i programfagene. Og han trekker inn sikkerhet som et viktig eksempel.

IK.1 Knut: *Hvis de ikke kan regne strømmer, hvis ikke du har forståelse for at her går det en viss mengde strøm, så vet du heller ikke hvordan du skal sikre deg mot at det skjer noe galt. Det er ikke bare den tekniske delen å opprette et anlegg, men også den sikkerhetsmessige delen er det også viktig å ha. Å kunne regne ut og anslå omtrent hvor mye strøm som går et visst sted, eller hva er spenningen her.*

Han mener at matematikken er mer et hjelpemiddel for å forstå det praktiske. Han sier som Tor at du kan utføre jobber som elektriker uten å ha særlig greie på matematikk, men at du ikke vil få helt oversikten. At du kan komme borti situasjoner der du kan gjøre feil eller noe galt.

IK.2 Knut: *... fordi du ikke har forståelsen for begreper og tall og sånne ting.*

De må kunne beregne tykkelse på kabler i forhold til hvor mye strøm som trekker ut. Og de må kunne regne litt på lengder. I tillegg til å kunne multiplisere, dividere, addere og subtrahere, trekker Knut frem at elevene må kunne regne litt med cosinus, sinus, tangens, regne på vinkler, gjøre beregninger, regne på strømmer og spenninger, noen matematiske begreper og kunne noe om krefter "vektortankegang" i programfagene automatiseringssystemer og elenergisystemer. Vektorregning har ikke elevene i matematikkpensumet, men Knut mener at en trekant er nesten det samme.

IK.3 Knut: *... jeg tenker som sagt at en trekant som går, eller krefter da som går i forskjellige retninger.. så en motor kan du for eksempel sette opp som en trekant og så kan du se de forskjellige effektene i motoren, og sette det på forskjellige sider i trekanten. For eksempel. Hva er det du bruker for å få strømmer for eksempel.*

Han ler litt når han nevner at elevene også må kunne snu på formler, for dette er de visst helt elendige på når de begynner på videregående. Dette gjelder også Pytagoras teorem som elevene viser liten forståelse for. Knut ønsker å vektlegge forståelsen av hva de holder på med i sin undervisning.

IK.4 Knut: *... det er lite poeng å sitte og regne ut et resultat hvis du ikke forstår om det resultatet er riktig eller galt. Det er veldig viktig.*

Underveis poengterer han at matematikkfaget er et verktøy i forhold til hans undervisningsfag. Dette var også noe han presiserte da jeg senere møtte han på skolen.

IK.5 Knut: *Men matte i seg selv er ingenting. Det er det at du må kunne bruke det til noe. Ren matematisk gjennomgang, snu formler er egentlig en mekanisk del. Når du klarer det kan du bruke det til det du egentlig skal holde på med. Men jeg liker å si hva det kan brukes til, hvis ikke er det ikke greit å holde på med noe en ikke vet hva en skal bruke det til.*

Knut legger til at den grunnleggende matematikken er viktig for han som underviser i sterkstrøm. Han har snakket med andre lærere som har en annen oppfatning, at det er for mye regning i programfagene. Før hadde de et eget fag som het elektroteknikk, et teoretisk fag som inneholdt nesten bare regning. På den måten kunne de ha mer fokus på det praktiske i de andre fagene. Nå må de gjøre begge deler. Han mener grunnen til at elektroteknikk gikk ut, var en tanke om at det skulle være lettere å legge teorien inn i de andre fagene, og for å gi plass til *prosjekt til fordypning*. Knut skulle gjerne hatt elektroteknikkfaget inn igjen. Han svarer noe uklart på om han ønsker matematikkfaget i tillegg, men vektlegger at elektroteknikk burde komme i tillegg til de andre programfagene.

Knuts kjennskap til matematikkundervisningen

Knut har ikke mye kjennskap til hva elevene blir undervist i matematikkundervisningen, og han tror at ikke alle emnene er relevante for elektrofagene. Matematikklæreren og han prøver å koordinere noen kapitler som de har bruk for i begge fagene, for eksempel trigonometri.

Knuts tanker om undervisningen

Når jeg spør han om han kan nevne noen likheter eller forskjeller på matematikkundervisningen og undervisningen av programfagene, svarer han at han tror at de i grunn er ganske like. Den største forskjellen må være at de i programfagene har lettere for å gjøre noe praktisk. Han har opplevd å ha elever som har ligget på karakteren 2 i matematikk, men som han har gitt 4 på utregningsprøver. Han tror årsaken er at elevene ser mer logikken i programfaget enn de gjør i ren matematikkundervisning. Men han mener også at en del ting innenfor programfagene er ganske avansert, slik som grafen for utløsekarakteristikken for automatsikringer. Ellers i faget driver de mye med tegninger, for eksempel av motor som prøven gikk ut på.

Knut tror det er bra at elevene har et rent matematikkfag i tillegg til programfagene, for da kan de få det fra ulike vinkler.

IK.6 Knut: *Noen opplever etter en tid at det er faktisk det samme de holder på med i de ulike fagene. Ikke alle opplever det, men noen.*

Knut sine tanker om sammenhengen mellom fagene

Knut mener selv at det virkelig er en sammenheng mellom matematikkfaget og programfagene, og han tror elevene også ser sammenhengen. Men han er interessert i å vite om de ser nytten av matematikken i programfagene.

Oppsummering av intervjuet med Knut

Knut trekker også frem matematikken som et verktøy for å forstå det de holder på med i programfagene. Han nevner sikkerhet som en del av programfagene hvor det er viktig med god matematikkforståelse. Elevenes matematikkunnskaper når de begynner på elektrofag karakteriserer han som ganske dårlige, men at noen elever etter hvert får til matematikken i programfagene og noen ser til og med sammenhengen mellom fagene.

5.5 Matematikk 1 (Grete)

5.5.1 Presentasjon av første undervisningsøkt (obs. 3a)

I denne undervisningsøkten skal A-klassen jobbe med lineære funksjoner og tilhørende grafer. Før undervisningen har Grete fortalt meg at de har vært litt innom emnet før. Jeg har også fått en epost fra Grete hvor det står at hun denne timen vil ha *"et LBM liknende opplegg på rette*

linjer, stigningstall og konstantledd.” Videre skrev hun at “*Jeg blir ikke så mye i fokus på tavla, men som veileder i klasserommet.*” Et opplegg basert på LBM (Lær bedre matematikk) vil si en undervisning som er preget av “*Inquiry*” som innebærer faglig undring og nysgjerrighet. “*Læring gjennom “inquiry” er en dynamisk og interaktiv prosess med 6 nøkkelementer, der formålet er å motivere for læring gjennom å stimulere elevenes nysgjerrighet og utforskertrang.*” (LBM, u.å.). De seks nøkkelbegrepene er spørre, undersøke, skape, diskutere, reflektere og undre.

Grete starter timen uten å forklare så mye om hva elevene skal gjøre, bare deler ut et ark (vedlegg 12) med oppgaver hvor elevene selv må lese seg til hva de skal gjøre. De får beskjed om å jobbe sammen to og to, og de vil få behov for å bruke en PC på noen av oppgavene.

Figur 11 viser introduksjonen til oppgavene, fra oppgavearket.

Dere skal arbeide sammen to og to og forsøke å løse problemstillinger i forbindelse med lineære funksjoner. Dere skal bruke blyant/penn og papir på disse oppgavene.

Den første oppgaven (vedlegg 12) handler om at elevene skal tegne inn i et gitt koordinatsystem hvor mye det koster å sende ulike antall SMS. De får spørsmål om å beskrive grafen og finne ulike verdier ved hjelp av grafen. Hvis elevene har tegnet inn punktene riktig skal grafen bli en rett linje. Elevene snakker sammen og skriver svarene ned på rutete ark. Grete går rundt og hjelper de som spør om det og hun sjekker arbeidet til de som blir ferdige. Det er noen av elevene som vil at Grete skal vise dem hvordan de skal gjøre det, men da svarer hun med et smil at “*det er dere som skal forklare meg i dag.*”

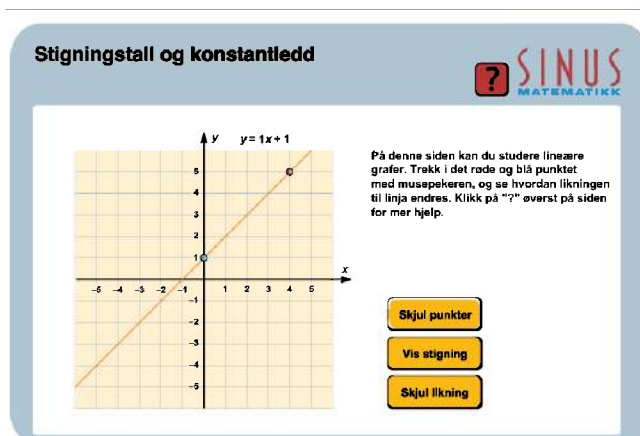
Jacob og Anders blir fort ferdige med oppgave 1 og begynner på oppgave 2.

Figur 12 viser oppgave 2 fra oppgavearket. “It’s” står for “it’s learning” og er et e-læringsystem som brukes i kommunikasjon mellom lærere og elever.

2. Generell formel for rett linje er $y = ax + b$
På fagsidene på its ligger det en lenke til program som simulerer rett linje.
(<http://sinuspaabyggp.cappelendamm.no/c276362/sammendrag/vis.html?tid=79253>). Bruk denne til å finne ut hva tallene a og b står for. Formuler en svarsetning for dette.

I programmet er det bilde av et koordinatsystem med en rett linje tegnet inn med en tilhørende funksjon skrevet inn. På grafen er det to punkter som det går an å bevege på.

Figur 13 viser et skjermbilde av internettsiden elevene bruker i undervisningen (Oldervoll, Orskaug, Vaaje, & Hanisch, 2011).



Det ene punktet er plassert på y-aksen (som viser til grafens skjæringspunkt med y-aksen) og det andre punktet er plassert på selve grafen og kan beveges på slik at grafen enten synker eller øker. Vi kan følge med på funksjonsuttrykket over koordinatsystemet hvordan skjæringspunktet og stigningstallet forandrer seg når vi beveger på punktene.

Grete kommer bort til Jacob og Anders og ser gjennom det de har svart på arket sitt. Hun stopper opp ved svaret deres på hva b er i det generelle funksjonsuttrykket for en rett linje. Guttene har svart at " b er der grafen begynner."

- 3a.1 Grete: *Kan dere skrive det på en annen måte enn der den begynner?*
 3a.2 Jacob: *Ja. Han begynner på y.*
 3a.3 Grete: *Ja. Og kan du forlenge den linja, eller er den bare så lang?*
 3a.4 Jacob: *Y-aksen kan du jo forlenge, men ikke der den begynner.*
 3a.5 Grete: *Nei, men kunne du ha strukket grafen lenger? Vil den skjære over y-aksen, eller begynner den alltid der?*
 3a.6 Jacob: *Den kan skjære over.*
 3a.7 Grete: *Ja. Og da kaller vi det punktet for?*
 3a.8 Anders: *Skjæringspunktet?*
 3a.9 Grete: *Ja! Med? Skjæringspunktet med?*
 3a.10 Jacob: *Med y-aksen?*
 3a.11 Grete: *Ja.*

Deretter skal guttene jobbe med oppgaver fra læreboka. Her får de oppgitt funksjonsuttrykk, for eksempel $y = 2x + 2$ og de blir bedt om å lage tabeller til uttrykkene og tegne linjene inn i et koordinatsystem. De skal også avgjøre om noen linjer er parallelle ved bare å se på funksjonsuttrykkene. Det er bare uttrykk med tall og x og y .

De bruker matematikkboka "*Sinus IEL*" når de arbeider med oppgaver. I denne boka er hvert tema delt inn i delkapitler hvor hver av disse starter først med en forklaring og deretter med et eksempel. Så kommer det noen oppgaver som likner på eksemplet, både generelle, oppgaver uten kontekst, oppgaver hentet fra dagliglivet og oppgaver med kontekst i noe hentet fra elektrofag (Oldervoll, Orskaug, Vaaje, & Hanisch, 2006). Kapittelet de arbeider i nå heter "*grafer og funksjoner*". Det ble bytte ut med et annet kapittel i skoleåret 2010/2011, og derfor brukes lærestoffet fra *Sinus IYT* til dette kapittelet (Oldervoll et al., 2011). Kapittelet

starter med mål for opplæringen etter arbeid med dette kapitlet. Det første delkapitlet heter "rette linjer". Her starter det først med en enkel forklaring av den generelle funksjonen for en rett linje, med henvisning til et koordinatsystem med en rett linje. Videre kommer det oppgaver til elevene hvor de skal lage et koordinatsystem og tegne inn grafer. Det er også eksempler på hvordan de kan løse noen av oppgavene. De åtte første oppgavene i dette kapitlet inneholder generelle tall, x og y . I oppgave ni kommer det et eksempel på hvordan en kan bruke et funksjonsuttrykk og tilhørende rette linje for å finne ut av sin egen mobilbruk. I den neste oppgaven er det eksempel på hvordan en kan regne ut strømuttergifter i et hus.

5.5.2 Presentasjon av andre undervisningsøkt (obs. 3b)

I denne timen skal de gå gjennom oppgavene i fellesskap som de arbeidet med to og to dagen før. Grete har satt på prosjektoren som viser et rutenett slik at de får rette linjer som mal når de skal skrive på tavla. Hun ber noen av elevene komme frem og spør om de kan vise sin fremgangsmåte for de andre elevene.

Når de kommer til oppgave 2 (figur 12) ber Grete Fredrik om å forklare hvordan han tenker.

- 3b.1 Grete: *Fant dere ut hva a'en stod for?*
3b.2 Fredrik: *Hvor mye vinkel det er på linja, og hvor bratt den er.*
3b.3 Grete: *Ja. Fant dere ut noe mer der?*
3b.4 Fredrik: *Nei. Noe mer?*
3b.5 Grete: *Ja, altså..*

Grete tegner opp en trekant i koordinatsystemet på whiteboarden. Dette gjør hun ved å trekke en vannrett strek som går ut fra der linja skjærer y -aksen og ut til første x -verdi. Fra dette punktet trekker hun en strek loddrett opp til linja.

- 3b.6 Grete: *Tenker du sånn?*
3b.7 Fredrik: *Ja. Fordi vinkelen vil være like stor hver gang du øker en x . Du vil ha like stor vinkel i retninga oppover.*

Grete ber Fredrik komme frem og vise hvordan han tenker i et nytt koordinatsystem i GeoGebra.

- 3b.8 Grete: *Hvis du vil vise stigningen her.*
3b.9 Fredrik: *Da vil det være at når den øker med en x , så vil den øke med en y -aksen. Det vil være x 'en.*
3b.10 Grete: *Ja, da øker linja med en. Og vet du hva vi kaller a'en?*
3b.11 Fredrik: *Er det virkningsgrad eller noe sånt noe kanskje? Nei, vet ikke jeg.*
3b.12 Grete: *Nei. Er det noen som fant ut hva vi kalte a'en for?*

Etter dette er det flere elever som kommer frem til tavla. En del av elevene som ikke er fremme begynner å se andre veier enn på tavla, og én har lagt hodet på pulten. Mot slutten av timen sier Grete at "dette her er grunnleggende, så får dere inn dette så går det bra."

5.5.3 Intervju med Grete

Grete har studert en del kjemi, biologi og matematikk. Etter realfagene tok hun pedagogikk. Hun begynte å jobbe på denne skolen for 19 år siden. Her har hun undervist på de fleste yrkeslinjene og spesielt mange år på Helse- og oppvekstfag. I år underviser hun på påbygg til generell studiekompetanse og elektrofag.

Gretes tanker om yrkesretting

Når jeg spør henne om hva hun tenker om at fellesfagene bør bli mer yrkesrettet, svarer hun at

IG.1 Grete: *Det er viktig å knytte matematikken til programfagene der det lar seg gjøre, og ellers relevans i dagliglivet.*

Hun sier hun ikke har veldig god kjennskap til programfagene, men hun vet at de regner mye på formler og trigonometriske funksjoner, og at de jobber mye med koblinger.

For å yrkesrette sin undervisning, spør hun gjerne elevene om de kjenner igjen stoffet fra programfagene, om de kan forklare fra programfagene eller henviser selv til disse. Hun prøver også å snakke med yrkesfaglærerne for at de skal bruke de samme uttrykkene og bokstavene i for eksempel formler. Likninger, formelregning og trigonometri trekker hun frem som emner som er lettere å yrkesrette enn andre emner. Men hun mener samtidig at det ikke er alle emner som er like relevante for elektrofag. Læreboka elevene har "Sinus IEL" har eksempler på hvordan en kan bruke matematikken i elektrofaget, som hun lar elevene få jobbe med.

I tillegg til læreboka bruker hun noe PC i undervisningen, og da programmene MathType, GeoGebra og Word. Det hun synes er bra med MathType, er at:

IG.2 Grete: *... da blir det ryddig og god struktur på det elevene skriver.*

Hun sier at elektrofagelevne er generelt de beste elevene i matematikk i forhold til de andre elevene hun har i matematikk. De er også de eneste som har 1T matematikk, de andre har 1P. Hun sier hun har en følelse av at en del har foreldre eller bekjente som er elektrikere og at det er "kultur" for å jobbe.

Gretes tanker om undervisningen

Grete tror det er lurt at elevene lærer den grunnleggende matematikken. Hun trekker frem et eksempel hvor det så ut til at elevene ikke hadde lært det. Det var da elevene skulle lære om cosinus til en vinkel, da mente elevene at det ikke het $\cos v$, men $\cos \varphi$. Grete mener det kommer av at elevene kunne det da de regnet i akkurat et tilfelle i programfaget, men når det ble mer generelt så fikk de det ikke til. Derfor mener hun at det er viktig at elevene får en bred forståelse av matematikken. Et annet eksempel hun referer til er når elevene skal arbeide med formler. Da er hun mer opptatt av at de skal lære hvordan de kan omforme, enn å lære utenat de ulike omformingene. Dette har hun inntrykk av at de lærer i programfagene.

Av ulikheter i undervisningen mener hun det må være at i elektrofaget så er det mer praktisk arbeid og

IG.3 Grete: *hvor formelbøkene med "ferdige formler" er et verktøy. I matten jobber vi mer med forståelsen bak.*

Gretes tanker om sammenhengen mellom fagene

Om sammenhengen svarer hun:

IG.4 Grete: *Sammenhengen må være at vi jobber en del med forståelsen i matematikken i tillegg til å bruke den i ulike sammenhenger, mens i programfagene lærer de mer å bruke matematikken som et verktøy i*

beregninger.

Hun er usikker på om elevene ser at det er så mye sammenheng eller nytte av matematikken i programfagene. I hvert fall ikke i alle temaene de jobber med, legger hun til.

Oppsummering av intervjuet med Grete

Grete er opptatt av at elevene skal få en grunnleggende forståelse i matematikk. Hun trekker gjerne inn eksempler fra virkeligheten i undervisningen, og bruker blant annet eksempler fra læreboka for å yrkesrette undervisningen. Hun trekker frem at elevene på elektrofag er de beste av de elevene hun underviser i matematikk, men hun er likevel usikker på hvor godt de ser sammenhengen mellom fagene.

5.6 Matematikk 2 (Olav)

5.6.1 Presentasjon av undervisningen (obs. 4)

Denne timen skal B-klassen fortsette på temaet om funksjoner som de har begynt på forrige time med en vikar. Olav begynner undervisningen med å stille noen spørsmål om rette linjer og funksjoner som elevene allerede har vært gjennom. Elevene prøver seg på å svare og Olav skriver ned eksempler på tavla. Eksempler på spørsmål han stiller elevene er: *"Men hva i all verden er et stigningstall for noe?"*, eller *"Dere sa at b var konstantleddet. Hva er det konstantleddet viser oss?"* Olav skriver $y = 2x + 3$ og spør *"Hva kan dere fortelle meg om denne linja her?"* Ingen elever noterer under gjennomgangen, men de følger godt med og er aktive.

Deretter fortsetter han timen med gjennomgang av nytt lærestoff om andregradsfunksjoner. Han starter gjennomgang av nytt stoff ved å stille spørsmål til elevene. *"Er det noen som vet hva en andregradsfunksjon er for noe?"* Elevene svarer ved å vise en bue i luften. Da spør Olav *"Vet dere hva vi kaller en sånn bue?"* Etter elevens forslag med *"halvbue"* og *"kurve"* forteller han at det heter en parabel. Så spør han *"og er det noe i dagliglivet som likner på parabel i ordet?"* Elevene svarer ganske kjapt at en parabol gjør det. Det var det Olav mente og han lurte nå på hva en parabol er for noe. Elevene roper ut *"bue"* og *"halvbue"*. Olav responderer ikke på elevenes sine svar, men fortsetter med å tegne på tavla mens han sier *"en parabol, det likner på en tallerken, gjør det ikke det?"*. Han forklarer videre hvordan parabolens form egner seg til å samle signaler fra en satellitt inn til en antenne som er festet i brennpunktet av parabolen. Han avslutter så med å si at en parabel er en andregradsfunksjon og at de får en parabolform som er en jevn bue. Deretter spør han om det er noen som vet hva det generelle uttrykket for en andregradsfunksjon er. Elevene prøver seg, men Olav må hjelpe dem til å fullføre uttrykket. Han forklarer så hvorfor funksjonen ser slik ut i forhold til en lineær funksjon og funksjoner av høyere grader, *"fordi antall topp og bunnpunkt alltid er én mindre enn den høyeste graden."*

Videre tegner Olav en andregradsfunksjon i GeoGebra og forklarer formen på den, hva a i funksjonsuttrykket har å si. Han bruker $f(x)$ i stedet for y når han nå skriver opp funksjonsuttrykk. Han viser hvordan de kan regne ut $f(x)$ ved hjelp av å putte inn x fra bunnpunktet. Han stiller spørsmål til elevene *"hva tror dere $f(0)$ blir?"*, og viser med andre x eller $f(x)$ verdier.

Tjuefem minutter ut i timen er Olav ferdig med gjennomgangen, og elevene skal få begynne å arbeide med tre oppgaver fra kapitlet om funksjonsbegrepet i læreboka (hentet fra internett) (Oldervoll et al., 2011). Oppgavene handler om å regne ut funksjonsuttrykk når de vet x verdien, de skal tegne inn funksjoner i et koordinatsystem og løse funksjonsuttrykk ved hjelp

av grafer. En av oppgavene handler om at det skytes en kule opp i luften og det lages en funksjon $h(t)$ som er høyden h til kula med hensyn på tiden t . De to andre oppgavene bruker $f(x)$ og x . De skal arbeide på PC hvor de skal lage grafer i GeoGebra og kopiere det over i et word-dokument hvor de skal skrive en tekst til, som til slutt skal leveres inn til Olav når de er ferdig med oppgavene. Oppgavene er hentet fra læreboka. Noen av elevene bruker MathType til å skrive opp regnestykkene, noen GeoGebra og noen kalkulatoren. De diskuterer med hverandre hvordan det er lurt å regne ut oppgavene. Olav går rundt og snakker litt med elevene om andre ting enn akkurat det de holder på med og han hjelper noen med hvordan de skriver inn i GeoGebra.

5.6.2 Intervju med Olav

Olav har hovedfag i matematikdidaktikk og grunnfag i biologi og historie. Han har også noen vekttall i IKT. I 15 år har han arbeidet på skolen hvor han hovedsakelig har undervist i matematikk, naturfag og historie. Han underviser nå i matematikk og historie på studiespesialiserende og matematikk på elektrofag på denne skolen. Med matematikk på elektrofag har han jobbet til sammen omtrent fire år, men hadde ikke en elektrofagklasse i fjor. Han liker best å undervise på studiespesialiserende fremfor yrkesfag, fordi der er det mer faglig utfordrende.

Olavs tanker om yrkesretting

Olav opplever matematikken som et verktøyfag som de trenger veldig i elektrofagene.

IO.1 Olav: *Sånn det vi holder på med funksjoner i dag, det kommer på veldig mange av linjefagene neste år. De må ha en forståelse av funksjonsbegrepet, forståelse av funksjoner for å kunne gjøre en god jobb i veldig mye av det de gjør i elektrofag, sånn at der er det nokså relevant.*

Han trekker frem at trigonometri, likninger og algebra er lett å yrkesrette. Spesielt når de arbeider med algebra kan han bruke formler og uttrykk som de bruker i programfagene. Han henter oppgaver primært fra læreboka, men føler ikke at så mange av oppgavene der er yrkesrettet. Han er for øvrig ikke så opptatt av å skulle yrkesrette matematikkundervisningen

IO.2 Olav: *... fordi de må kunne den grunnleggende matematikken på elektro, så jeg er ikke så veldig opptatt av å yrkesrette.*

Han sier det er viktig at de jobber med den grunnleggende forståelsen av matematikken i matematikkundervisningen, så elevene kan bruke den i programfagene når de mestrer det.

Olavs kjennskap til programfagene

Han beskriver sin kjennskap til hva elevene lærer i programfagene som middels.

IO.3 Olav: *Det er et ganske krevende fag og jeg har ingen utdanning i det.*

Han er litt i dialog med lærerne i programfagene og de har snakket om blant annet når det er ønskelig at trigonometrien skal introduseres i undervisningen.

Olavs tanker om undervisningen

Av forskjeller og likheter trekker Olav frem at:

IO.4 Olav: *Matte er teoretisk, elektrofaget er praktisk. Så de er veldig ulike.*

Likhetene er nok at en del av matematikken brukes i elektrofaget. Men opplever matematikkfaget som støttefag til elektrofaget.

Olav mener at problemløsning er en god måte å lære matematikk på og han bruker en del undervisning basert på "Inquiry",

IO.5 Olav: *... og jeg er ikke i tvil om at det er en god måte å lære matematikk på.*

Men han sier også at det ikke er mye problemløsning i matematikken, fordi det er mer et metodefag, slik at de får ikke så mange åpne oppgaver. Elevene hadde vikar den dagen de startet på kapittelet om funksjoner, hvis ikke ville han ha laget et "Inquiry-liknende" opplegg som en introduksjon til kapittelet. Han liker at elevene sitter såpass tett i klasserommet slik at de kan samarbeide

Elevene jobber mye på PC i undervisningen hvor de hovedsakelig jobber med GeoGebra og Math-type i Word.

Jeg viser ham grafen for utløsekarakteristikken for automatsikringer som jeg også hadde snakket med Knut om. Olav mener at få elever ville ha forstått grafen, og at det ikke likner mye på noe de møter i matematikkfaget. Elevene har tidligere i år lært å lese av grafer. Han påpeker igjen at elektrofaget er veldig komplisert.

Olavs tanker om sammenhengen mellom fagene

Olav uttrykker at det er veldig stor sammenheng mellom matematikkfaget og elektrofag.

IO.6 Olav: *Fordi at i elektrofaget hvor de primært jobber med strøm, så må de hele tiden kunne regne så det ikke blir overbelastning og billigst mulig fordi de skal få mest mulig effekt ut av de ulike apparatene, og alt dette er matematikk – fysikk, så det er en veldig stor sammenheng.*

Han mener også at en elev ikke kan greie seg på elektrofag uten en matematisk forståelse. Når jeg videre spør ham om det bare er det de regner på som er likt mellom fagene, sier han:

IO.7 Olav: *Nei, altså nesten alt i elektrofaget er jo matematikk. Du trenger jo ikke et eneste tall for å sette opp kompliserte lover for vekselstrøm for eksempel, og fasevinkler, det er veldig matematisk hele elektrofaget – i mye større grad enn de andre yrkesfagene.*

Han håper at elevene ser sammenhengen mellom fagene, og mener at de ganske enkelt burde se det fordi de til stadighet regner på noe.

Oppsummering av intervjuet med Olav

Olav mener det er en stor sammenheng mellom matematikkfaget og programfagene. Men han sier han synes det er viktigere at elevene lærer den grunnleggende matematikken, heller enn at de skal ha fokus på yrkesretting i matematikkundervisningen. De kan heller bruke det de lærer hos ham i programfagene. Han liker å legge opp undervisning hvor elevene kan utforske oppgaver selv, men nevner at det ofte kan være vanskelig å lage problemløsningsoppgaver, fordi matematikkfaget er mer et metodefag enn et praktisk fag, slik elektrofagene er.

5.7 Intervju med elevene

I det følgende presenterer jeg et sammendrag av alle elevintervjuene og deler informasjonen inn under overskriftene: *sammenheng mellom fagene, likheter i undervisningen og ulikheter i undervisningen.*

Alle elevene uttrykte at de er fornøyde med valget av yrkesretning. Frida er eneste jente i klassen og en av to jenter av alle elektrofagelevne på Vg1, men hun synes at det går helt fint. Hun har tenkt til å gå videre med el-energi eller sjøfart. Tre av guttene håper også på å komme inn på el-energi neste år, mens Markus ønsker å gå videre med automatisering. I intervjuet med Fredrik forhørte jeg meg ikke om dette. Da jeg spurte dem om hvilke fag de liker best og dårligst, nevnte alle guttene at matematikk var et av de beste teoretiske fagene. Frida derimot, synes matte er vanskelig og nevnte dette som det faget hun liker dårligst.

Sammenheng mellom fagene

Alle elevene sa "Ja" til at de mener det er en sammenheng mellom matematikkfaget og programfagene. Anders beskrev sammenhengen slik:

IE.1 Anders: *Ja, altså vi lærer hvordan vi skal regne ut ting i matten, altså hvordan vi skal regne ut det vi gjør i el-energi.*

Da jeg spurte Fredrik om matematikkfaget er nyttig, svarte han:

IE.2 Fredrik: *Ja, den er spesielt nyttig her i elektrofag.*

Alle elevene trakk frem at det ikke er alle emnene i matematikkfaget som er like relevante for programfagene slik som Jacob forklarte:

IE.3 Jacob: *Det er jo ikke alt, for du må jo ha noe annet også selvfølgelig, men mye av det.*

Frida sa at hun sliter litt med matematikken og at hun strever med å forstå de ulike temaene.

IE.4 Frida: *For min del så hadde jeg ikke trengt vanlig matte. For meg så kunne vi bare hatt den matten som vi har i programfagene, for vi regner jo litt i programfagene også. Og det er jo nesten bare den matten vi kommer til å bruke. Så for meg så kunne vi bare slutte med matte. Vi har jo ikke matte på Vg2.*

Mens Frida gjerne kunne vært foruten matematikkfaget, er det andre som ser fordelen av å ha matematikk som et eget fag, blant annet:

IE.5 Int.: *Hvorfor tror du at dere har matematikk på elektrofag som et eget fag?*

IE.6 Fredrik: *Det må være for at vi skal få mer matematikkforståelse, fordi de går på en måte veldig inn i hverandre. Den elektrikermatten og den matten vi gjør nå i matten, så jeg skjønner hvorfor vi trenger å vite hvordan vi regner ut hvor mye motstand det er i en ledning og hvor lang den er, for det er jo av sikkerhetsmessige grunner at vi må gjøre det. Så ikke kabelen blir ødelagt eller noe sånt, så jeg skjønner jo hvorfor vi trenger matten og sånt.*

Repetisjon ble også nevnt av Lars og Markus:

IE.7 Lars: *Ja, sånn som vi hadde om vinkler, cos phi det hadde vi veldig mye om i programfagene også. Så da var det veldig greit å få det to ganger.*

IE.8 Markus: *Det er jo egentlig mye av det samme, men det er greit for du får mer tid til å lære noe av det samme som du har i de andre timene. Så kan du få repetisjon, så enten så ligger du ett skritt foran til neste time hvis ikke du har lært det. Du kan få repetert det.*

Da Lars videre fikk spørsmål om hvilke emner som han synes er unyttige, nevnte han grafer som de hadde om i matematikken på dette tidspunktet. Dette fordi han ikke skjønner helt hvor han skal få bruk for det "på ordentlig".

Likheter i undervisningen

Da jeg spurte elevene om likheter i undervisningen, rettet alle fokuset først mot de matematiske emnene Pytagoras, trigonometri (cosinus, sinus, tangens), fasevinkler, formler, tverrsnitt og målestokk. Elevene kom også med eksempler på situasjoner hvor de får bruk for matematikken i programfagene:

IE.9 Fredrik: *Vi lærer jo om pytagoras, cos φ , sinus φ , tangens, det bruker vi også i elektrofaget når vi regner på transformatorer, generatorer og sånt. Eller hvis vi har spole eller kondensator. Sånn som vi har i de lysene rett over oss (peker på lysene i taket der vi sitter), du må gange med cos for at du skal finne faseforskyvningen. Det driver vi også med i matten. Men i matten så er det bare regnestykker, men i el-energien så forklarer han litt mer hvor det er, hvor du finner de.*

IE.10 Frida: *Hvis jeg velger vanlig elektriker så må jeg kunne formler for å regne ut tverrsnitt for å regne ut kabler og I, Z og litt sånn. Men som automatiker så må du vite noe helt annet. Da må du kunne regne ut forskjellige ting på tre- og enfase motorer. Det er litt forskjellig. Kommer an på hva du vil bli.*

IE.11 Jacob: *Ja, du lærer jo hvordan du skal regne ut sider og sånn av trekanter, og hvis du for eksempel skal regne ut spenning med spole og motstand så kan du bruke en av sidene som spole og en som motstand og hypotenusen da som total spenning. Så kan du regne med Pytagoras og cosinus og sinus og tangens og alt det der, på samme måte som det du gjør i matematikken.*

Da Frida ble bedt om å sammenlikne matematikkundervisningen med ungdomsskoleundervisningen svarte hun:

IE.12 Frida: *For nå har vi litt mer praktisk matte, så nå kan jeg koble det opp mot noe. For eksempel når vi regner på hvilke kabler vi må ha, hvilket tverrsnitt vi må ha, vet jeg at jeg kommer til å få bruk for det i en sammenheng som elektriker. Men hvis vi sitter og regner på for eksempel Pytagoras så forstår jeg ikke hva vi skal med det, og jeg skjønner ikke så mye av det heller.*

I tillegg til matematiske emner trakk elevene frem at læreboka i matematikken både inneholder og viser til eksempler på hvordan matematikken kan brukes i elektrofaget. Der brukes det også noen ganger samme forkortelser og ord som de kjenner igjen fra programfagene. Læreren prøver også å finne forklarende eksempler, slik at elevene kan koble det opp mot elektrofaget, sier Frida. Jacob nevnte at det slik er lettere å huske matematikken, enn på ungdomsskolen hvor han mener det bare var regning. Han sa også at de bruker læreboka mer i matematikken enn hva de gjør i programfagene, hvor de bare bruker den til å lese seg opp på ting.

Av andre likheter enn emnene de går gjennom, trakk elevene frem:

IE.13 Jacob: *Skulle jo tro at matematikk hjalp litt med logisk tenkning også. Men ikke noe annet enn det som jeg kommer på i alle fall.*

IE.14 Frida: *Det eneste som er veldig positivt med å ha matte er at vi lærer å være veldig ryddige, to streker under svaret og sånn. For det er veldig viktig når vi kommer på elektro og skal regne ut en oppgave for eksempel eller skal ut i en jobb og skal gi de et svar på et eller annet. Da er det viktig at vi har det ryddig.*

Ulikheter i undervisningen

På spørsmål om faglige ulikheter i undervisningen nevnte Frida at det kan være forvirrende å bruke ulike bokstaver i formler i de forskjellige fagene:

IE.15 Frida: *Eksempel når vi regner på fasevinkler og sånn så bruker vi $\cos \varphi$, hosliggende og sånn, men med en gang vi kommer i mattetimene og bruker linjene a og b , da kobler jeg helt av, da forstår jeg det ikke lenger. Noen ganger bruker vi fasevinkler og X_L og P og S og sånn som vi bruker i programfagene.*

IE.16 Int.: *Hva er det som gjør at det blir vanskelig i matematikktimene?*

IE.17 Frida: *Egentlig bare det at jeg er blitt så vant til å regne med elektromatten hvor vi bruker de samme bokstavene som vi bruker i formlene, og så skal over til helt andre bokstaver. Da blir jeg litt forvirra.*

IE.18 Int.: *Hvis jeg forstår deg riktig så gir de bokstavene som dere bruker i elektro deg mere mening enn de dere bruker i mattetimene?*

IE.19 Frida: *Ja. For i mattetimene så bruker vi bare a , b , c og det er bare for at det skal være navn på vinklene, mens i programfagene så bruker vi X_L , S og R som er forkortelser for de forskjellige tingene som vi skal regne ut.*

Da Fredrik ble spurt om lærerne bruker stort sett de samme ordene og uttrykkene i undervisningen, svarte han:

IE.20 Fredrik: *Noen ganger er det forskjellig. El- og automasjonslæreren har laget sin egen måte, men så følger mattelæreren mye boka. Du har noen forskjellige uttrykk fra de ulike lærerne, men det pleier å være likt.*

IE.21 Int.: *Underviser de på forskjellige måter?*

IE.22 Fredrik: *Ja! Det er svært forskjellige måter.*

Han utdypet det med å si at de i programfagene bruker boka mindre enn i matematikken, slik at Knut ofte bruker egne ord og uttrykk. I tillegg bruker Knut mye mer humor, slik at faget ikke blir så kjedelig. Fredrik mener han lærer mer i programfagsundervisningen, men lurer på om det kan ha sammenheng med at han har en viss matematikkforståelse. Han vet om andre i klassen som ikke er like gode i matematikk og som derfor ikke deler samme opplevelse som ham om at elektrofaget er greit.

Lars synes ofte det er greiest å bruke metodene de lærer i programfagene, fordi det er mindre føringer og mindre å skrive. Derfor kommer de fortere frem til svaret og han synes det da blir enklere å huske svarene.

Av andre ulikheter nevnte Fredrik formelheftet:

IE.23 Fredrik: *Vi bruker veldig mye formelboka i elektrofaget, veldig mye står der, og vi pleier bare å sjekke formelboka, hvis du vil finne noe, så må du bare kunne snu på formlene, hvis det er noe du mangler, hvis det er noe på den ene siden du har, så må du lissom bare snu på hele greia.*

Alle elevene trakk frem at en stor forskjell mellom fagene er at programfagene er mer praktiske enn matematikken som de opplever som bare teori og regning. I det ene programfaget ønsker læreren at de bare skal regne på papir, mens i matematikkfaget jobber de en del på data.

Markus påpekte at programfagene er litt mer avanserte enn matematikkfaget og at "elektrofaglæreren" bruker litt vanskeligere ord enn matematikklæreren.

Et av mine første spørsmål i intervjuene var hvilke forventninger elevene hadde til elektrofaget. Fredrik har flere venner som er elektrikere og har snakket litt med dem om hvordan det kom til å bli:

IE.24 Fredrik: *Det var ikke så mange forventninger. Jeg tenkte egentlig at det var ganske nytt for meg og det var kanskje ikke matten som er vanskeligst, det er kanskje hele forståelsen. De sa at når du forstår det, så forstår du alltid resten. For du har fått et visst innblikk i hvordan alt henger sammen. Så når du har forstått det så gir alt mening.*

IE.25 Int.: *Opplever du at det er sånn også, når du først begynte?*

IE.26 Fredrik: *Ja, vi har nettopp begynt på automasjon nå i det siste og i begynnelsen titta jeg på alle sammen, skjønnte ikke helt hva det var. Så gikk det kanskje til øving 3 før jeg forstod at alt henger sammen. Så nå er det bare enkelt. Det er bare det at det tar tid.*

Oppsummering av intervjuene med elevene

Alle elevene gav uttrykk for at de ser en sammenheng mellom fagene og trakk frem flere emner som de holder på med i begge praksisene. De kom også med forslag til emnes bruksområder i elektrofagene. Etter hvert i intervjuene nevnte de logisk tenkning, ryddighet og repetisjon som fordeler med å ha matematikkfaget.

5.8 Oppsummering av resultatene

I dette kapitlet har jeg presentert tre undervisningsøkter i programfag (Tor og Knut) og tre undervisningsøkter i matematikk (Grete og Olav). Jeg har også fremstilt intervjuer med de fire lærerne. Til slutt skrev jeg et sammendrag av alle de seks intervjuene med elevene. I programfaget data- og elektronikkssystemer har elevene lært å koble opp et brannalarmsystem. I automatiseringssystemer har de koblet opp motorer og jobbet med en fasit til en prøve som handlet blant annet om å regne på krefter i motorer. Funksjoner har vært tema i alle matematikkøktene. Det har også vært snakket om grafer i begge programfagene.

Både Tor og Knut mener det er viktig med god matematisk kompetanse i programfagene. Begge trakk frem at matematikk er et verktøy i elektrofagene, og det er viktig at elevene forstår det de holder på med for å kunne utføre målinger og beregninger.

Mattelærerne Olav og Grete ser det som viktig å legge vekt på den grunnleggende forståelsen av matematikken i matematikkundervisningen. Grete er i større grad enn Olav opptatt av å yrkesrette undervisningen.

Både lærerne og elevene kommenterte at programfagene er mer praktiske enn matematikkfaget. Alle gav uttrykk for at det er en stor sammenheng mellom fagene, og det ble trukket frem flere emner som vi finner innenfor begge praksisene.

I de neste kapitlene vil jeg gå nærmere inn på hvordan fagene imøtekommer hverandre.

6 Analyse av resultatene

I forrige kapittel ble de viktigste funnene fra datainnsamlingen presentert. Nå kommer først en beskrivelse av fagene, hvor jeg gir eksempler på likheter og ulikheter. Her vil jeg ha fokus på omgivelsene, hvordan undervisningen foregikk, hva slags oppgaver elevene jobbet med og andre momenter som bidrar til å karakterisere fagene og sammenhengen. Ut fra resultatene har jeg valgt å presentere analysen under overskriftene: *Praktisk kontra teoretisk*, *Matematikk som et verktøy*, *Generelt kontra situasjonsbestemt* og *Humor i undervisningen*. Etter denne beskrivelsen presenterer jeg de ulike redskapene jeg har identifisert og vurderer dem som ”black boxes” og som grenseobjekter.

6.1 Beskrivelse av praksisene

Slik Evans (1999) anbefaler, er det viktig å beskrive de ulike kontekstene som det forventes at elevene skal overføre kunnskaper mellom, før vi vurderer potensielle overganger. Han mener også at det er viktig at vi observerer hvordan ideer lært innenfor en sammenheng blir brukt i en annen kontekst, slik matematikken blir brukt i programfagene på elektrofag. Det vil derfor være naturlig å gi en grundig beskrivelse av de to ulike praksisene elevene på elektrofag er en del av, som er aktuelle i denne studien; programfagene og matematikkfaget. Selv om de tre programfagene også er forskjellige, velger jeg likevel å beskrive dem samlet under ett. Jeg trekker frem vesentlige ulikheter dersom jeg ser det nødvendig.

Praktisk kontra teoretisk

Undervisningen elevene i denne studien har i både programfag og i matematikkfaget, foregår i de samme klasserommene, men bruken av omgivelsene er forskjellig i de ulike praksisene. I programfagene blir hele klasserommet utnyttet i undervisningen, mens bare halve arealet blir brukt i matematikkundervisningen, som er den delen jeg har valgt å kalle for undervisningsdelen. Denne ulike bruken av klasserommene kan komme av den forskjellen både lærere og elever nevnte i intervjuene, at matematikkfaget er veldig teoretisk og programfagene er praktiske. I begge programfagsundervisningene ser vi hvordan elevene jobbet med praktisk arbeid da de koblet opp brannalarmsystemer og motorer (obs.1 og 2a). I matematikkundervisningen (obs.4) forklarte Olav hvordan egenskapene til en parabel brukes i en parabol. Her gav han eksempel på praktisk nytte av andregradsfunksjonen, men undervisningen ellers var ikke praktisk slik som i programfagsundervisningen. Grete nevnte hvordan læreboka av og til refererer til hvordan matematikken kan brukes i elektrofagene. Slik jeg ser det, består det praktiske i matematikkundervisningen bare av en henvisning til yrkesfaget eller hverdagslige situasjoner.

Alle lærerne startet undervisningen med å snakke litt felles til elevene. Tor og Olav fortsatte undervisningen med repetisjon fra forrige time, hvor de stilte spørsmål underveis til elevene fra tidligere pensum. Deretter begynte de med gjennomgang av nytt stoff, hvor de også stilte spørsmål og brukte eksempler som elevene kunne kjenne seg igjen i, som for eksempel når Olav trakk inn parabolen som eksempel. Begge brukte whiteboarden til å skrive ned notater på. Tor brukte så et virkelig brannalarmsystem da han skulle vise elevene hvordan de skulle koble det opp. Olav brukte PC med GeoGebra for å vise elevene en andregradsfunksjon, og hvordan de kunne finne ulike verdier ved hjelp av programmet. I intervjuet nevnte Olav at han gjerne skulle ha brukt mer problemløsning i undervisningen, men at det ikke alltid er mulig å lage åpne oppgaver i matematikkfaget. Grete definerte den matematikkundervisningen jeg observerte henne i, som et ”LBM – liknende” opplegg. I undervisningen hennes observerte jeg (obs.3a) hvordan hun oppfordret elevene til å tenke selv, samarbeide, utforske grafene og

hun opptrådte som en veileder som stilte spørsmål tilbake til elevene i stedet for å gi dem et fasitsvar. Denne måten å undervise på så jeg også litt igjen i Knut sin undervisning (obs.2a,b), hvor han prøvde å få elevene til å tenke selv, snakke med hverandre og prøve seg frem.

I alle undervisningsøktene har det vært en større eller mindre del hvor elevene har arbeidet med oppgaver. I denne sekvensen av undervisningen har lærerne oppført seg ganske likt om det har vært programfag eller matematikkundervisning. Elevene samarbeidet to og to og de som satt alene snudde seg raskt til noen i nærheten etter hjelp. Læreren gikk rundt og hjalp de elevene som hadde behov for det. Jeg vil beskrive lærerens rolle som en veileder i disse sekvensene av undervisningen, blant annet fordi de stilte spørsmål tilbake til elevene, i stedet for å gi dem svaret med en gang.

Jeg vil karakterisere strukturen i timene jeg har observert som ganske lik i begge fagpraksisene. Enten en del hvor læreren underviste og en del med oppgaver eller praktisk arbeid (obs.1, 2b, 3b og 4), eller så har hele undervisningen vært arbeid med oppgaver eller praktisk arbeid (obs.2a og 3a). Den største forskjellen er praktisk arbeid, som ble beskrevet i intervjuene som utfordrende i matematikkundervisningen (IO.4).

Matematikk som et verktøy

Både lærerne og elevene sa at de ser en forbindelse mellom fagene, da de opplever å få bruk for matematikken i programfagene. Lærerne beskrev matematikken som et verktøy i programfagene (IT.6). Dette er funn som også Johannessen (2012) og Utvik (2012) fant i sine studier. Lærerne uttrykte at dette krever at elevene må forstå matematikken som ligger bak yrkesaktivitetene. Dette er matematikklærerne bevisste på, og de prøver å ha fokus på å hjelpe elevene til å lære den grunnleggende matematikken (IG.3, IO.2). Selv om det ble trukket frem at matematikkunnskaper er viktig i programfagene, nevnte både elevene og programfagslærerne deler av yrket hvor en ikke anvender matematikk. Programfagslærerne føler de ikke har tid til å ta rene matematikkøker med elevene og lære dem det elementære, og må derfor ofte gå rett på anvendelsen av matematikken. I den siste undervisningsøkten med Knut, ser vi hvordan han fortviler over at elevene ikke husker Pytagoras, som han mener er ungdomsskolepensum (obs.2b).

Generelt kontra situasjonsbestemt

Jeg vil karakterisere matematikken som brukes i programfagene som *situasjonsbestemt*. Med det mener jeg at det bare blir brukt de delene av matematikken som skal hjelpe til med å nå et spesielt mål for aktiviteten⁹. I matematikkbøkene varierer oppgavene fra det generelle til oppgaver som handler om elevenes hverdagsliv. Denne forskjellen av praksisene kom frem i intervjuet med Grete hvor hun sa at elevene heller ville kalle vinkelen for φ istedenfor v , da de skulle lære om cosinus til en vinkel. Grunnen til dette kan være at elevene forbandt $\cos \varphi$ med utregninger av vinkler i forbindelse med motorer i programfagene, hvor lærerne bruker φ som navn på vinkelen. Dette kan vise til at elevene har fått en situasjonsbestemt forståelse av cosinus til φ . De forbinder det med en bestemt situasjon i programfagene og de har vanskeligheter med å se at vi kan bruke cosinus også i andre sammenhenger og at φ bare er et navn på vinkelen. Dette kan minne om vanskelighetene sykepleierne som Pozzi et al. (1998) studerte som kunne regne på én bestemt type medisin, men fikk problemer da de skulle gjøre samme regningen med et annet legemiddel. Da jeg var tilbake på skolen for å få en oppklaring på ting jeg ikke forstod (se kapittel 4.4), sa Knut at de nok brukte mye φ i programfagsundervisningen. Han sa seg nesten ”skyldig” i at elevene hadde problemer med å

⁹ Her referer jeg ikke til aktiviteter slik vi finner i KHAT, men en vanlig bruk av ordet aktivitet.

bruke et annet navn på vinkelen i matematikkundervisningen. Frida (IE.15-19) uttrykte at hun synes det blir vanskelig når de i matematikken bruker generelle bokstaver, hvor hun gav eksempelet med a, b og c som står for tilfeldige navn på sidene i en trekant. Hun synes det er lettere i programfagene hvor navnene X_L , S og R er forkortelser for de forskjellige delene i motoren som de skal regne ut. Dette påpekte også Knut i intervjuet, nemlig at han ikke underviser i noe som han ikke kan referere til den konkrete bruken av (IK. 5).

Noen elever nevnte at programfagene er mer avanserte enn matematikkfaget. Dette uttrykte også Knut i løpet av intervjuet. Når jeg sammenlikner grafene elevene bruker i programfagene i forhold til dem som blir presentert i matematikkundervisningen, ser jeg også en tydelig forskjell i kompleksitet. Grafen elevene skal arbeide med på Sinus sine hjemmesider, er et hjelpemiddel for å forstå det generelle uttrykket for en rett linje. Grafene vi finner i programfagene inneholder mye mer informasjon for å kunne fungere til et bestemt formål. Som Williams et al. (2001) begrunner forskjellene på grafen i kjemilaboratoriet og grafer studenten kjente fra matematikkundervisningen som en ulikhet i kulturell utvikling, er det også tenkelig at dette er årsaken til forskjellene i grafene som blir presentert i de ulike fagene på elektrofag. Grafene er vokst frem i ulike kulturelle kontekster. I data- og elektronikk-systemer er grafen, slik som beskrevet i observasjon 1, et verktøy hvor vi kan finne reaksjonstiden for varmedetektorer i forhold til temperaturstigningen. I automatiseringssystemer blir grafen presentert som et redskap for å finne ut grensen for når ulike typer automatsikringer løses ut. Grafene i programfagene er altså konstruert for å formidle den nyttige informasjonen for brukeren på en best mulig måte. Der vi finner grafene i programfag-lærebøkene, er det omtrent en side med forklaringer til hver av grafene. Det er med andre ord mye informasjon som er blitt redusert til en graf. I matematikkundervisningen (obs.3a) blir elevene presentert for en mye enklere graf. Denne grafen bygger på den generelle formelen for rett linje, og målet med oppgaven er at elevene skal lære forskjellen på stigningstall og konstantleddet til grafen, altså tolke den generelle formelen ved hjelp av den simulerte grafen.

Humor i undervisningen

Alle lærerne brukte litt humor i sin undervisning. Spesielt observerte jeg mye humor i Knut sin undervisning. Mitt inntrykk var at det ble en lett stemning i klasserommet når Knut overdrev eller tullet mens han underviste. Fredrik nevnte humor som en av forskjellene i måten lærerne underviser. Han mener Knut får programfagene til å virke gøyere med måten han tuller på i undervisningen, og det blir ikke så seriøst.

Oppsummering

Det virker som om de to fagtypene er to ulike *matematikkpraksiser*, hvor den ene bruker praktisk tilnærming i betydelig større grad enn den andre. Matematikkundervisningen har fokus på å gi elevene et generelt grunnlag i matematikk, mens matematikken i programfagene er et redskap som brukes i konkrete situasjoner for å nå bestemte mål, for eksempel å regne ut strømmen i en krets.

På den annen side kan fagene fremstilles som ganske like *undervisningspraksiser*. Blant annet fordi elevene bruker samme klasserom, undervisningen hadde liknende oppbygning, de bruker mye av de samme hjelpemidlene, noe av den samme matematikken, elevene blir oppfordret til å samarbeide i begge fagene og de blir utfordret på problemløsningsoppgaver i begge praksisene. Likevel har elevene gjort det dårlig på en teoretisk prøve i automatisering (obs 2b), og de har vanskeligheter med å gjøre nytte av matematikken i programfaget. De er derfor ikke helt fortrolige med overføringen av kunnskaper mellom fagene, og jeg lurer på om

det finnes noen naturlige grenseobjekter som kan hjelpe elevene med å gjøre denne grensekryssingen enklere.

6.2 Kulturelle hjelpemidler

Både Pozzi et al. (1998) og Williams og Wake (2007) beskriver hvordan redskaper i arbeidskulturen kan skjule matematiske operasjoner. Pozzi et al. (1998) ser et behov for å forstå hvordan ulike redskaper brukes på arbeidsplassene. Dette for å få kunnskap som vi kan bruke i utformingen av yrkesfaglig matematikkundervisning. I det følgende beskrives noen av hjelpemidlene som ble observert i undervisningen og ble nevnt i intervjuene.

6.2.1 Beskrivelse av identifiserte konkrete, symbolske og grafiske verktøy

Først en oversikt over identifiserte hjelpemidler fra datainnsamlingen i tabellen under. De presenteres under inndelingen av *konkrete* og *symbolske* og *grafiske* hjelpemidler.

Tabell 6 viser en oversikt over identifiserte verktøy i studien.

	Elektrofag	Matematikk
Konkrete verktøy:	Whiteboard, PC, Word, lærebok, kalkulator, linjal, oppgaveark, kladdebok med ruter, utstyrsplater, formelhefte, passer, kladdebok med ruter, syl, tegninger og skjemaer.	Whiteboard, PC, Word, lærebok, kalkulator, linjal, oppgaveark, kladdebok med ruter, Sinus sine nettsider, GeoGebra og MathType,
Symbolske og grafiske verktøy:	Språket, Pytagoras setning, vektordiagram, algebra, formler, ohms lov, graf, trigonometri, statistikk, begreper og tall.	Språket, funksjonsuttrykk, formler, graf, likningssett, algebra og tall

Konkrete verktøy

Som vi ser av tabellen, er det mange like konkrete verktøy som blir tatt i bruk i de ulike fagpraksisene.

Bruk av digitale verktøy

Elevene bruker word – programmet på PC i begge praksisene til å notere i, og de kan også skrive inn formler i dette programmet. I matematikkundervisningen jobber elevene av og til også på GeoGebra og MathType. Knut sa at han liker at elevene først skal lære å tegne på papiret før de på Vg2 får et dataprogram som tegner for dem (obs.2a). Dette ønsker han fordi han tror elevene lærer mer av å skrive selv, enn å trykke på symboler og la datamaskinen gjøre selve jobben. Dette har han gode erfaringer med, og han har fått tilbakemelding fra elever på Vg2 at de er fornøyde med det. Grete liker at elevene bruker MathType, for da blir det så fine føringer.

Kalkulatoren er også et mye brukt redskap i begge praksisene. De bruker en avansert, men ikke grafisk kalkulator. Knut nevnte også i denne forbindelsen at han tror elevene har mer nytteverdi av å fysisk trykke på kalkulatoren enn å bruke kalkulatoren på PC. Han ser spesielt at svake elever strever enda mer når de må lære seg programmer på PC.

Bruk av lærebøker i undervisningen

Jacob trakk frem at de bruker læreboka mer i matematikkundervisningen enn i programfagsundervisningen. Han beskrev at de i programfagene bruker den til å lese seg opp på noe. Dette er noe Knut også kommenterte. Han nevnte flere ganger til meg at lærebøkene og formelheftet bare er oppslagsverk i programfagsundervisningen. Grete har et inntrykk av at de i programfagene jobber mer med formelsamlingen med ferdige formler, mens de i matematikken jobber mer med forståelsen bak. Jeg observerte bruken av formelheftet i den andre undervisningsøkten til Knut (obs 2b), hvor han henviste elevene til å finne svaret på en bestemt side i heftet. Men i intervjuet med Knut forklarte han at han starter skoleåret med å lære elevene det grunnleggende om formler, fordi han mener elevene må ha en fundamental forståelse før de går over og bare bruker formelsamlingen.

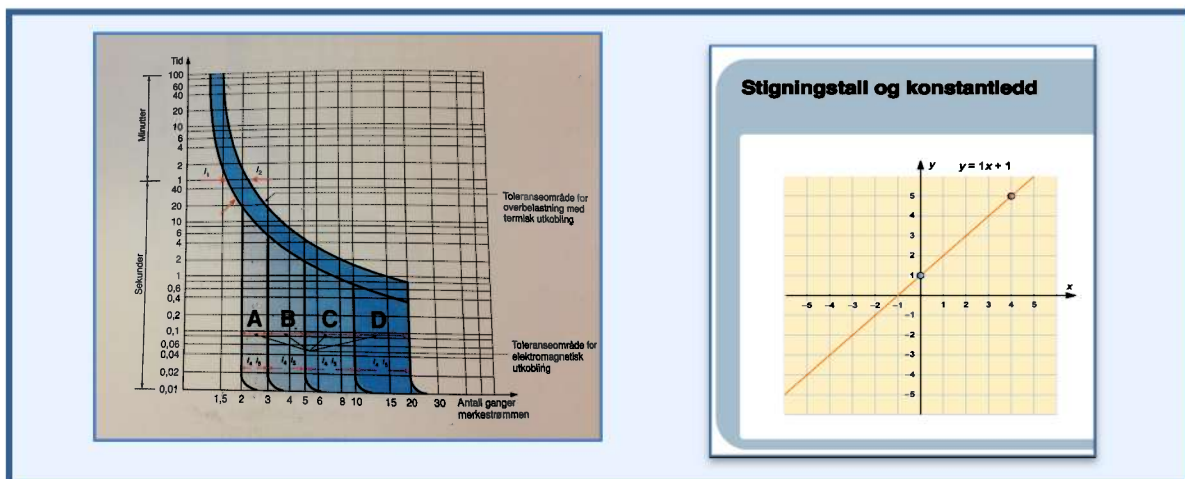
Hovedaktiviteten i den første matematikkundervisningen med Grete var at elevene skulle arbeide med et oppgaveark (vedlegg 12). Her var det ingen av elevene som brukte læreboka, og de ble heller ikke oppfordret til å bruke den. De elevene som ble ferdige med oppgavearket, begynte å regne på oppgaver fra læreboka. I den første økten med automatiseringssystemer jobbet elevene også med noen oppgaveark (vedlegg 9), hvor de brukte ulike lærebøker til å finne svar. I data- og elektronikk-systemer henviste Tor til illustrasjoner og grafen i boka, men oppgavene elevene skulle gjennomføre fikk de utdelt på noen ark. Jeg observerte derfor ulik bruk av lærebøkene. I programfagene fikk elevene utgitt ark med oppgaver fra læreren hvor de kunne bruke formelsamlingen og lærebøker som oppslagsverk for å få hjelp til å løse oppgavene. De måtte også ta i bruk andre verktøy da de for eksempel skulle koble opp et brannalarmsystem. Derfor kan det se ut som at læreboka er et redskap i tillegg til de andre redskapene elevene må bruke for å fullføre oppgaver i programfagsundervisningen. I matematikken fungerte læreboka som en oppgavebok, ikke som et hjelpemiddel.

Symbolske og grafiske verktøy

Her vil jeg trekke frem bruken av graf i de ulike praksisene og bruken av Pytagoras setning i programfagene.

Bruk av graf i undervisningen

Figur 14 viser til venstre grafen Knut referer til i observasjon 2b og til høyre grafen elevene jobber med i matematikkundervisningen, observasjon 3a.



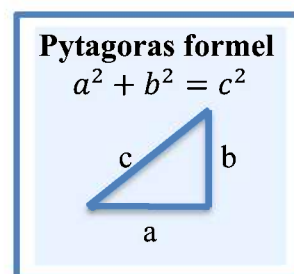
Slik grafene i figur 14 viser, vil jeg beskrive dem som veldig ulike. Grafen som Knut refererte til er langt mer avansert enn grafen elevene arbeidet med i matematikkundervisningen. Lærerne i programfagene har valgt å ikke bruke for mye tid på disse grafene fordi de er for kompliserte for elevene på Vg1 nivå. Jeg lurer derfor på hvorfor grafene er i lærebøkene til elevene når lærerne velger å ikke bruke tid på dem i undervisningen fordi de er for vanskelige for elevene.

Grafene vil jeg definere som kulturelle verktøy, fordi de er laget for å kunne være hjelpemidler for bestemte aktiviteter. Det er vanskelig å skulle definere en graf som et konkret eller symbolsk verktøy. På den ene siden er grafer konkrete verktøy som vi kan hente informasjon fra. På den annen side må fremstillingen tolkes og forstås for at den skal kunne bli nyttiggjort. Jeg velger derfor å betegne dem som grafiske verktøy.

Bruk av Pytagoras setning i undervisningen

Pytagoras setning velger jeg å trekke frem som et symbolsk verktøy, fordi Pytagoras i seg selv ikke har noen betydning for elektrikere, men tankegangen. Med dette mener jeg at ved hjelp av å vite at forholdet mellom sidene i en rettvinklet trekant kan uttrykkes ved likningen $a^2 + b^2 = c^2$ slik vi ser i figuren til høyre, kan vi bruke dette til å regne ut de ulike kreftene i en motor (obs.2b).

Figur 15 viser
Pytagoras setning.



Trekanten er som Knut forklarte elevene (obs.2b) et bilde på hvordan det fungerer inni motoren. Elevene blir bare bedt om å tegne opp trekanten for at det skal hjelpe dem til å forstå, ikke fordi det har noe med motoren å gjøre. Trekanten og Pytagoras setning er hjelpemidler som symboliserer hvordan kreftene i motoren forholder seg til hverandre.

6.2.2 Hjelpemidler som skjuler matematikk – krystalliserte operasjoner og "Black boxes"

I kapittel 2 ble det forklart hvordan noen hjelpemidler kan opptre som krystalliserte operasjoner fordi de er blitt formet for å fungere best mulig til et spesielt formål innenfor sin arbeidskultur (Pozzi et al., 1998). Når verktøyene inneholder mange skjulte operasjoner for brukeren, defineres hjelpemidlene som "black boxes" (Drijvers et al., 2010; Williams & Wake, 2007).

Digitale verktøy

Det er tydelig at Knut er bevisst på at det kan være en fare ved å bare la elevene lære et dataprogram som lager de tegnene de ber det lage. Det virker som om Knut ser at programmet kan fungere som en "black box", som skjuler prosesser for den som bruker programmet. Jeg har ikke selv sett programmet som Knut referer til, men etter hans beskrivelse av programmet vil ikke jeg definere dette som en "black box". Dette fordi det blir på samme måten som med kalkulatoren, at elevene må gi beskjed til programmet hva det skal gjøre, og matematikken er dermed ikke helt skjult for brukeren (Drijvers et al., 2010). Programmet kan mer karakteriseres som en krystallisert operasjon, et verktøy som er vokst frem for å forenkle arbeidet med å lage tegninger. Men hvis elevene ikke selv kan tegne dem, kan programmet inneholde skjulte operasjoner.

Grafer

Det har tidligere blitt beskrevet hvordan elever og lærere opplever programfagene som avanserte, og hvordan dette kommer til uttrykk i grafene. En av årsakene til at grafene i programfagene virker kompliserte, er at de favner flere dimensjoner og informasjon å ta hensyn til i lesingen av grafene. Det er ikke en rett linje eller en enkel kurve som kan avleses ved hjelp av å finne riktig punkt, slik elevene blir utfordret på i oppgave 1 i matematikkundervisningen (obs 3a). Derfor vil jeg karakterisere grafene i programfagene som ”black boxes”. De er krystalliserte operasjoner som er utviklet for å brukes til et spesielt formål i yrkespraksisen. Dette har medført at de skjuler en del matematiske operasjoner som må studeres nøye for å kunne forstås fullt ut.

Grafen over utløsekarakteristikken for automatsikringer (t.v. i figur 14) er en veldig komplisert graf. Den ligner lite på noen graf elevene vil møte i matematikkfaget. Det bekreftet også Olav, matematikklærer, da jeg viste denne for ham i intervjuet. Grafene elevene jobbet med i matematikkundervisningen har lik avstand mellom hver enhet på aksene (vedlegg 12). På grafen over utløsekarakteristikken begynner den vertikale akse med hundredeler, før den fortsetter med 1,2,4, 6,10, 20, 40,1,2,4..., mens den fysiske avstanden mellom verdiene er omtrentlig den samme. Frem til 40 er tiden målt i sekunder, og etter dette tidspunktet endres benevnningen til minutter. Koordinatsystemet inneholder ikke bare én graf, slik som grafene i matematikkundervisningen, men flere. Det er ikke opplagt hvilke funksjoner som ligger bak de ulike grafene. I tillegg er det også en del piler som er satt inn som man må ta hensyn til, som kan være vanskelige å tolke betydningen av.

I læreplanen står det at elevene skal etter kapittelet om funksjoner i fellesfaget matematikk 1T-Y kunne:

- *gjere greie for funksjonsomgrepet og teikne grafer ved å analysere funksjonsomgrepet*
- *beregne nullpunkt, skjæringspunkt og gjennomsnittleg vekstfart, finne tilnærma verdier for momentan vekstfart og gje nokre praktiske tolkingar av desse aspekta*
- *lage og tolke funksjonar som beskriv praktiske problemstillingar, analysere empiriske funksjonar og finne uttrykk for ein tilnærma lineær funksjon*

(Utdanningsdirektoratet, u.å.-c)

I forhold til at elevene blir utfordret på å tolke de empiriske grafene i programfagene er det en del spørsmål som dukker opp omkring bakgrunnskunnskapen elevene skal ha fra matematikkfaget. Hvordan skal de beregne nullpunktene? Hvilke skjæringspunkt skal vi se etter? Aksene oppfører seg ikke slik som grafene vi finner igjen i læreboka i matematikken, hvor forholdet stort sett er likt mellom hver enhet på x-aksen og hver enhet på y-aksen. Jeg finner tre eksempler på grafer fra virkelige og mer komplekse situasjoner i *Sinus IYT*, ellers er grafene veldig enkle (Oldervoll et al., 2011). I følge Williams et al. (2001) er det vanlig at aktiviteter i skolen ofte inneholder tegning eller lesing av grafer som oppfører seg riktig, og bruk av kjente grafer og funksjoner, noe jeg kan kjenne igjen fra det jeg ser i matematikkboka. Men på grafen over utløsekarakteristikken for automatsikringer (t.v. i figur 14), hvordan skal elevene tolke sammenhengen mellom grafene og aksene? Hvilke funksjoner ligger bak? Disse spørsmålene er grunnlaget for å definere grafene i programfagene for ”black boxes” for elevene. De inneholder mange flere perspektiver og skjult matematikk enn elevene er blitt trent opp i å tolke og forstå. Likevel er det noen elever, i følge Knut, som med litt undersøkning på egenhånd forstår mer og mer av dem etter hvert. Det er en mulighet for at elevene kan lære å hente ut informasjon av grafen i automatiseringsfaget, men å forstå den fullt ut, er som både Knut og Olav sa naturlig at de ikke vil klare på dette stadiet.

Matematikken som skjules i grafene i de ulike praksisene, avhenger altså av hvilken hensikt eller mål grafen har. Dette diskuterer også Williams et al. (2001), nemlig at grafene i matematikken ofte brukes til å tolke funksjoner slik vi så i matematikkundervisningen med Grete. I programfagene brukes de derimot til å rapportere om hvilket produkt vi bør velge. Grafenes egenskaper og dimensjoner vil derfor variere fra praksis til praksis.

Rettvinklet trekant

Det er tydelig at den rettvinklede trekanten fungerer som en ”black box” for en del av elevene. Trekanten skjuler flere egenskaper enn elevene kanskje er klar over, og de ser ikke hvordan de kan gjøre nytte av dem. Hva betyr trekanten for elevene? Er det som en hvilken som helst figur? Leter de etter en trekant i motoren? Ser de egenskapene til trekanten? Klarer de å se sammenhengen mellom trekanten og Pytagoras setning?

Matematikk som trekanten skjuler:

- Vektorer; trekanten kan presenteres som et vektordiagram som kan illustrere hvordan kreftene i en motor virker
- Forhold mellom sidene; forholdet mellom sidene kan illustreres ved Pytagoras setning som kan gjenspeile forholdet mellom kreftene i en motor
- Trigonometri; ved hjelp av trekanten kan vi finne fasevinkelen i spolen i motoren og vi kan bruke lengdene i trekanten til å beregne strøm og spenning.
- Areal
- Vinkler

6.2.3 Hjelpemidler som grenseobjekter

Nå vil jeg vurdere noen av hjelpemidlene som grenseobjekter mellom matematikkfaget og programfagene. Jeg undersøker deres styrker og begrensninger i å kunne fullføre overgangen mellom praksisene.

Fra litteraturen identifiserte jeg blant annet fem momenter grenseobjekter bør inneholde. Disse var at de uttrykker en *mening* innenfor hver av fagpraksisene, inneholder ulike *perspektiver* fra områdene, *tilhører sosiale kontekster*, er *gjenkjennelige på tvers av områder* og at de ikke kan *erstatte kommunikasjon*. Grenseobjektene befinner seg i overlappende områder, hvor det kan oppstå vanskeligheter dersom objektenes strukturer er ulik i de forskjellige grenseområdene. De kan opptre som ”black boxes”, som kan bidra til læring dersom de åpnes opp. Undervisningen jeg har observert er en sosial kontekst hvor elevene samarbeider med å løse oppgaver. De tar i bruk ulike verktøy for å nå målene med oppgavene. Hjelpemidlene jeg nå analyserer som grenseobjekter er hentet ut fra denne sosiale settingen.

Her analyseres:

- Grafer
- Pytagoras setning (rettvinklet trekant)
- Lærebøker

Graf som grenseobjekt

I denne studien fant jeg grafer brukt i begge fagpraksisene. Innenfor hvert av fagene uttrykker grafene flere perspektiver. I den første matematikkundervisningen (obs.3a), ble elevene utfordret på hvordan de kunne bruke en graf til å finne ulike antall SMS. Koordinatsystemet hvor de skulle tegne inn grafen inneholder ikke navn på aksene, bare enheter. Grafen er ikke fullstendig kommunikativ, fordi den er avhengig av en tilhørende forklaring. Om grafen var gitt til elevene uten oppgaveteksten, ville det være ganske vanskelig å vite at den var laget for å gi en oversikt over et mobilforbruk. Ved hjelp av oppgaveteksten kunne elevene bruke grafen til å finne et funksjonsuttrykk som kunne regne ut alle antall sendte SMS. De kunne også se stigningen i kroner per SMS de sender over en lengre periode enn vist i koordinatsystemet.

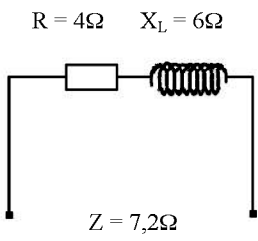
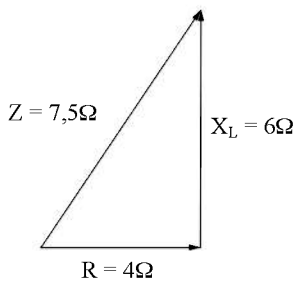
Jeg har tidligere beskrevet grafene som "black boxes". Dersom elevene får muligheten til å utforske grafene, og forstår hvilken matematikk og informasjon de skjuler, kan de gi muligheter for læring. Grafene har ulik mening og mål i hver av praksisene, men vi kjenner dem likevel igjen når vi ser dem, fordi noen av strukturene er like. Vi ser derfor at grafene er potensielle som grenseobjekter mellom matematikkfaget og programfagene. Grafen Tor presenterer i data- og elektronikkssystemer (obs.1) er et hjelpemiddel som er matematisert for å illustrere reaksjonstiden til varmedetektorer, slik diagrammet over væskebalanse var matematisert for sykepleierne i studien til Pozzi et al. (1998). Tor uttrykte at grafen er for vanskelig for elevene, noe som tyder på at grafen mislykkes som grenseobjekt. Hva står i veien for at grafene kan opptre som grenseobjekter? Hva kan vi gjøre for at de skal kunne lykkes som grenseobjekter? Hvilken betydning har grafene for elevene? Kan grafene føles viktige for elevene hvis de ikke forstår dem?

Pytagoras setning og rettvinklet trekant som grenseobjekt

Det hjelpemiddelet som har utpekt seg tydeligst som et potensielt grenseobjekt i denne studien, er Pytagoras setning kombinert med den rettvinklede trekanten. Dette fordi Knut brukte disse matematiske konseptene tydelig i sin undervisning, og ønsker at elevene skal forstå og bruke dem. Knut hentydet til at trekanten er et opplagt hjelpemiddel for å forstå motorens krefter, mens en del elever ikke ser ut til å se denne sammenhengen (obs.2b).

Under kategoriseringen av den rettvinklede trekanten som "black box" listet jeg opp ulike egenskaper den skjuler. Den inneholder altså flere matematiske perspektiver. Men inneholder trekanten flere perspektiver fra motoren i programfaget? Slik jeg ser det, viser trekanten slik Knut beskrev for elevene, et bilde på hva som skjer inni motoren (det finnes ingen fysisk trekant inni motoren). Kvadratet av impedansen (hypotenusen) = kvadratet av resistansen (korteste kateten) + kvadratet av motstanden (lengste kateten) (2b.26). I figuren under har jeg illustrert forbindelsen mellom Pytagoras setning, motoren og trekanten. Fra undervisningen (2b.27-29) tolker jeg at vi kan skrive Z inn i prinsippskissa, i stedet for U som Knut skrev i timen.



Figur 16 viser sammenhengen mellom Pytagoras setning, kreftene i en motor og en rettvinklet trekant.

Pytagoras setning:	Prinsippskisse for en motor:	Rettvinklet trekant (vektordiagram):
$R^2 + X_L^2 = Z^2$ $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{4^2 + 6^2} = 7,2 \Omega$		

Pytagoras setning brukes i programfaget til å regne ut kreftene i en motor (2b.nr). Trekanten brukes til å illustrere Pytagoras setning. Gjør vi om sidene i trekanten til vektorer kan de illustrere kreftene i motoren (2b.24). Setningen er et matematisk verktøy som viser at kvadratet av et tall kan skrives som summen av to kvadrattall. Denne regelen skal elevene ha lært på ungdomsskolen, i forbindelse med rettvinklede trekanter. Den skal i utgangspunktet derfor være kjent for elevene, når de nå skal bruke den i programfagene. Knut nevner også i undervisningen at de har gått gjennom dette om høsten (2b.nr).

Hvilken mening uttrykker den rettvinklede trekanten i de ulike praksisene? Når elevene i programfagsundervisningen skal bruke Pytagoras, er det ikke i den hensikt at de konkret skal regne ut hva en side i motoren er, slik som snekkere kan bruke Pytagoras til å regne ut sider for få hjørner rette. Her i programfaget må elevene tenke på sidene i trekanten som de ulike delene av en motor og hvilke krefter de inneholder. Det er altså flere ledd de må gå gjennom før de kommer frem til målet. Dette har jeg prøvd å illustrere i figuren nedenfor.

Figur 17 viser min fremstilling av ulik bruk av Pytagoras setning i de forskjellige fagene.

Matematikkundervisningen		Programfagundervisningen		
Problem: Finne lengden på hypotenusen	Løsning: Pytagoras setning $a^2 + b^2 = c^2$	Problem: Finne impedansen (Z)	Hjelpemiddel: Rettvinklet trekant	Løsning: "Pytagoras setning" $R^2 + X_L^2 = Z^2$
				

Figuren viser min oppfatning av hvordan den rettvinklede trekanten og Pytagoras setning ble brukt i programfagsundervisningen. Elevene måtte først finne ut hvilken del de skulle regne på. Deretter kunne de overføre dette til en trekant, for så å bruke Pytagoras til å regne ut. Svaret måtte de så finne riktig tilhørende benevnelse til som passer til funksjonen i motoren. For å regne ut Z, må elevene vite både hva X_L og R er.

Her vil jeg igjen sammenlikne med Williams et al. (2001) som diskuterer forskjellen på hensikten med grafer i skolen og på arbeidsplasser. I figur 17 ser vi hvordan det å finne en

side i trekanten kan være målet for oppgaven i matematikkundervisningen, mens den samme operasjonen bare er et hjelpemiddel i programfaget. Trekanten blir mer en huskeregel for å komme frem til Pytagoras setning i programfaget. Den hjelper dem til å regne ut kreftene. Figur 17 leder frem til mange nye spørsmål, som jeg ikke har anledning til å besvare i denne avhandlingen. Må elevene forstå Pytagoras setning for å forstå hvordan en motor fungerer? Hva er elevenes grunnlag for å forstå sammenhengen? Hvordan kan Pytagoras setning brukes som et grenseobjekt? Det er tydelig at Knut ønsker å bruke Pytagoras setning som et grenseobjekt, men det ser ut som at det ikke fungerer slik for alle elevene. Hva kan gjøres for at det skal fungere som det for alle elevene? Hvilke kunnskaper om trekanten må elevene ha fra matematikkundervisningen for at de skal kunne bruke den som et grenseobjekt? Tor nevnte i intervjuet at vektorregning burde være et eget emne i matematikken, og at de ikke har tid til å grundig gjennom dette temaet i programfagene. Hadde elevene lettere forstått sammenhengen mellom trekanten og motoren dersom de behersket vektorregning bedre?

Mot slutten av undervisningen begynte Knut å tegne piler på trekanten mens han forklarte sammenhengen med motoren (2b.24-29), slik jeg har tegnet inn vektorer i stedet for sider i trekanten i figur 17.

Lærebøker som grenseobjekter

Lærebøker finner vi i begge praksisene, men de brukes på ulike måter i undervisningen. De ble beskrevet som mer fremtredende i matematikkundervisningen enn i programfagene, men i begge praksisene har de en viktig rolle for elevene. I matematikkboka refereres det til situasjoner hvor en kan få bruk for matematikken i programfagene. I programfagsbøkene finnes det noe matematikk, for eksempel i form av grafer og formler. Dersom lærebøkene skal fungere som grenseobjekter, bør det da være en felles bok for begge fagene? Hvilke perspektiver inneholder bøkene? Hvordan kommuniserer de? Hvilken mening gir de elevene? Det er tydelig i programfagene at lærebøkene ikke kan erstatte all kommunikasjon, ettersom lærerne bare bruker dem som supplement til undervisningen. Hva med oppgavene i bøkene? Fungere de som grenseobjekter?

Spørsmålene rundt lærebøker som grenseobjekter har ført til nysgjerrighet rundt et annet tenkelig grenseobjekt; Kan en lærer fungere som et grenseobjekt?

7 Diskusjon og konsekvenser

Det kom frem flere ubesvarte spørsmål i analysen av resultatene, og kapittelet ble avsluttet med et spørsmål om en lærer kan fungere som et grenseobjekt. Dette kan medføre at læreren må befinne seg innenfor begge praksisene. I intervjuene var jeg interessert i elevene og lærerne sine tanker omkring matematikk som eget fag i yrkesutdanningen. Jeg spurte også lærerne om hvilken betydning det har at det er en matematikklærer uten yrkeskompetanse som underviser i matematikk.

I det første delkapittelet diskuteres det om matematikken bør være et separat fag i yrkesutdanningen. I det neste delkapittelet, 7.2, vil jeg gi noen avsluttende refleksjoner omkring grenseobjekter. I delkapittel 7.3 gir jeg en oppsummering av resultatene fra denne studien. Deretter presenterer jeg noen tanker omkring konsekvensene funnene i oppgaven har for matematikkundervisningen på yrkesretninger i 7.4. Til slutt kommer jeg med forslag til en videreføring av studien.

7.1 Refleksjoner om matematikk og programfag som adskilte fag

Det viser seg å være både fordeler og ulemper ved å holde matematikkundervisningen adskilt fra programfagsundervisningen.

Det er bare Frida av elevene som gav uttrykk for at hun godt kunne vært foruten matematikkfaget. De andre elevene trakk spesielt frem to fordeler med å ha et rent matematikkfag:

- En del av matematikken er lik i begge praksisene, men lærerne underviser den forskjellig. Derfor får elevene presentert matematikken på ulike måter og de får minst to muligheter til å forstå den på.
- De matematiske emnene som ikke har direkte relevans til programfagene, har elevene bruk for i hverdagslige situasjoner.

I tillegg nevnte elevene hvordan matematisk tankegang hjelper dem til å tenke logisk, være ryddige og nøyaktige, som er spesielt viktig i forhold til sikkerhet i programfagene.

Både Tor og Knut nevnte at det før var et ekstra fag med elektroteknikk og at det var elektrofaglærere som underviste matematikken på yrkesretningen elektrofag. Knut skulle gjerne hatt dette faget inn igjen i tillegg til de andre programfagene. Tor mener det har vært en styrke for ham å ha undervist et år i matematikk. Han har nå god innsikt i hvilke emner elevene går gjennom i matematikkfaget, og han har klare meninger omkring temaer som burde vært lagt til pensumet. Knut nevnte at det kunne vært en fordel om han hadde noe mer matematikkutdanning. Alle lærerne uttrykte at matematikklærerne har liten kjennskap til programfagene. Lærerne var usikre på om det er best for elevene at en programfagslærer underviser matematikken heller enn en matematikklærer, slik det stor sett gjøres i dag.

Lærerne virket fornøyde med den inndelingen fagene har i dag. De ser fordeler ved at matematikken blir lært grundig i matematikkundervisningen og at de i programfagene kan ha fokus på anvendelsen.

Knut nevnte at han har hatt elever som har gjort det langt bedre på utregningsprøver hos ham i programfaget enn hva de har prestert på prøver i matematikkfaget. Elevene sa at det er lettere

å forstå matematikken i programfagene fordi lærerne forklarer den konkrete nytten av det de holder på med, og det er lettere når det brukes bokstaver som kan knyttes til noe konkret. Tor nevnte at elevene bedre behersker den matematikken de har i programfaget som de også har i matematikken. Olav uttrykte at han ikke er særlig positiv til yrkesretting av matematikkundervisningen, og Grete virket noe likegyldig til dette spørsmålet. Selv om de ønsker å lære elevene det grunnleggende og generelle, prøver de likevel å trekke inn litt fra programfagene der det er naturlig. Knut nevnte viktigheten av matematikkunnskaper i forhold til sikkerhet. Det er viktig at elevene kan regne ut hvor mye strøm som går et visst sted eller hva spenningen er. På den måten kan de sikre seg mot at det skjer noe galt. Tor nevnte også at det er viktig at elevene kan beregne.

Lærerne mener det er viktig at elevene først bør lære den grunnleggende matematikken før de lærer å anvende den i yrkessituasjoner. Derimot diskuterer Carraher et al. (1985) om dette kommer i konflikt med deres resultater som blant annet viser at realistiske problemer kan fremkalle logisk tenkning som kan være på et høyere nivå enn når elevene løser generelle matematikkoppgaver (Carraher et al., 1985). Men de vil ikke konkludere med at skolene skal la elevene bare finne sine egne utregningsmetoder. Gillespie (2000), Miettinen (1999) og Pozzi et al. (1998) nevner alle hvor viktig det er at elevene blir presentert for autentiske yrkesaktiviteter og lærer å se kompleksiteten av disse. I studien til Williams og Wake (2007) kommer de med forslag om at elevene bør lære å tolke andres matematikk på skolen. Ved å la elevene undersøke matematikken i realistiske situasjoner kan de selv erfare at matematikken er nyttig. Dette gjenspeiles også i læreplanen hvor det er et mål at elevene skal bli utfordret på å analysere empiriske funksjoner (Utdanningsdirektoratet, u.å.-c). Samtidig står det i læreplanen under de grunnleggende ferdighetene, at en forutsetning for at elevene skal kunne arbeide med problemløsning og utforskning av praktiske matematiske problemer, er at de blant annet må beherske de grunnleggende regneoperasjonene og kunne bruke ulike strategier (Utdanningsdirektoratet, u.å.-c).

Kunnskapsdepartementet (2013) skriver at å gjøre fellesfagsundervisningen relevant for elevene handler først og fremst om å motivere elevene og gi dem den nødvendige kunnskapen de trenger for videre opplæring. Dette kan bety at god yrkesretting av matematikkfaget er å gi elevene en solid grunnleggende kompetanse i matematikk. Når elevene behersker den nødvendige matematikken, kan programfagslærerne bygge videre på elevenes kunnskaper og hjelpe dem å anvende matematikken i yrkessituasjoner. Dette bygger på det lærerne snakket om i intervjuene, nemlig at elevene trenger en grunnleggende forståelse av matematikken for å kunne bruke den som et verktøy i programfagene.

Ved første øyekast kan det virke som om lærerne og litteraturen er noe motstridende i hvordan de tenker det er lurt å legge opp matematikkundervisningen. Litteraturen foreslår at elevene bør bli presentert for virkelige arbeidsoppgaver og oppdage matematikken i disse, mens lærerne ser styrken i å lære elevene den elementære matematikken først. Trenger dette å være motstridene meninger? Kan den grunnleggende matematikken bli oppdaget i realistiske yrkesaktiviteter, for så å bli utforsket grundigere, og deretter bli brukt i arbeidsoppgaver? Min opplevelse er at litteraturen og lærerne begge er enige om at den grunnleggende matematikken må læres, men at de er uenige om på hvilken måte.

7.2 Refleksjoner omkring grenseobjekter

Pozzi et al. (1998) skriver at overføringen av kunnskaper fra matematikkundervisning til yrkesaktiviteter som krever matematikkunnskaper, bør inneholde en dynamisk sammenheng mellom kontekstene. Elevene i denne studien befinner seg mellom to matematikkpraksiser i sin skolehverdag. Matematikklæreren skal legge opp til en yrkesrelevant undervisning, og det forventes at elevene skal overføre kunnskaper fra matematikkfaget til programfagene. Men blir elevene utfordret på å overføre kunnskaper den andre veien? Driver elevene i denne studien med grensekryssing? Eller er det bare overføring av matematikkunnskaper til programfagsundervisningen? Er det egentlig bare overføringsobjekter vi snakker om? Bør grensekryssing mellom de ulike praksisene være en del av elevenes skolehverdag?

Akkerman og Bakker (2011) gir i sin artikkel bare et sammendrag av andre sine funn om grensekryssing. De ønsket å finne ut av hva grenseobjekter egentlig er ved å presentere andre sine resultater. Min studie er bare en videreføring av begrepet, og gir ingen klare svar på hva som er grenseobjekter i undervisningen. Jeg har identifisert hjelpemidler brukt til å presentere matematikk i undervisningen, og analysert dem som grenseobjekter på bakgrunn av Akkerman og Bakker (2011) sine observasjoner av hva et grenseobjekt er.

Et viktig funn Akkerman og Bakker (2011) kom frem til, var at all læring inneholder grenser. De gjennomgikk også kilder som viste at grenseobjekter kan føre til læring. Dersom grenseobjektene skal brukes i undervisningen, er vel hensikten at de skal hjelpe elevene til å tilegne seg kunnskap. Det vil si at grenseobjektene som brukes i undervisningen er hjelpemidler som hjelper elevene til å gå frem og tilbake over grenser som fører til læring. Derfor er det viktig å finne grenseobjekter som inneholder de nødvendige momentene og virkelig har et potensial for læring. Fra undervisningsøkten i automatiseringssystemer i denne studien, ser vi hvordan den rettvinklede trekanten i utgangspunktet ser ut som et fint grenseobjekt. Den befinner seg mellom Pytagoras setning og forholdet mellom kreftene i motoren. Men likevel mislykkes den som et grenseobjekt, slik jeg beskrev i analysen.

Pytagoras setning kan føre til læring for elevene dersom det får dem til å forstå sammenhengen i en motor. Kan dette også gå den andre veien? Dersom elevene har en forståelse av hvordan kreftene i en motor virker, kan de bruke denne kunnskapen til å forstå Pytagoras setning? Både Pytagoras setning og motoren kan dermed bli redskaper for å forstå og gjøre nytte av hverandre i hverandres praksiser. De vil altså bli brukt i handlinger på kryss av kontekstene (Akkerman & Bakker, 2011).

Da jeg prøvde å forstå denne sammenhengen selv, forsøkte jeg samtidig å tenke etter hva som gjorde at jeg ikke klarte å skjønne det med en gang. Noe av grunnen tror jeg var fordi jeg hadde liten forståelse av den elektriske delen av det. Jeg hadde ubevisst innstilt meg på at dette kom jeg ikke til å forstå. Derfor tok det lang tid før det gikk opp for meg at trekanten bare er et bilde på hva som skjer i motoren. I begynnelsen prøvde jeg å finne en fysisk trekant i spolen, noe jeg ikke fant. Det var først da jeg forstod at det var forholdene i Pytagoras setning vi var ute etter, og trekanten kunne brukes som et hjelpemiddel for å forstå dette, at jeg skjønnte sammenhengen. Denne prosessen som jeg måtte gjennom har ført til enda flere spørsmål rundt trekanten som et hjelpemiddel for å forstå motoren. Hva er elevenes utgangspunkt? Mitt utgangspunkt for å forstå motorens funksjon var å forstå hvordan Knut brukte Pytagoras setning til å regne ut kreftene i motoren. Men gjelder dette også for elevene? Er trekanten et hjelpemiddel eller fungerer den mer som et hinder? Elevene må ikke bruke motorens relasjon til den rettvinklede trekanten og Pytagoras setning for å regne ut kreftene i motoren. Pytagoras setning og dens forbindelse til den rettvinklede trekanten brukes som et

redskap for å hjelpe elevene til å forstå sammenhengene i motoren, og for å hjelpe dem til å huske hvordan de kan regne ut kreftene. Utregningen av kreftene er i utgangspunktet uavhengig av Pytagoras setning, men på grunn av deres betydelige likheter brukes Pytagoras setning i undervisningen.

Hos Lyngsnes og Rismark (2007) beskrives viktigheten av at lærere og elever har felles mål for samtaler i undervisningssituasjoner. I undervisningen i automatiseringssystemer er jeg usikker på om Knut og elevene har felles situasjonsdefinisjon når de regner på kreftene i motoren (obs.2b). Blant annet fordi Knut bruker flere perspektiver samtidig i undervisningen. For å forklare hvordan de finner cosinus til vinkelen, bruker Knut Pål sitt svar (2b.17) R delt på Z og sammenlikner med trekanten hvor R er hosliggende katet og Z er hypotenusen. Fredrik foreslår her (2b.19) impedansen i stedet for hypotenusen som Knut vil frem til. Det ser rett og slett ut som om at det blir for mange ledd elevene må ta stilling til, så de mister Knut sitt mål for aktiviteten. Vi ser også hvordan Knut bruker begreper både fra motoren og fra trekanten i samme setning i 2b.29. Det kan derfor være blandingen av for mange ulike perspektiver på en gang som fører til at trekanten mislykkes som et grenseobjekt. Dersom en veileder skal hjelpe til i grensekryssingen, kan det derfor se ut som en nødvendighet at grensekrysseren og veilederen må ha felles situasjonsdefinisjon.

Det er vanskelig å finne ut om det er Pytagoras setning eller den rettvinklede trekanten som er grenseobjektet. Kan flere grenseobjekter være med på å ødelegge for grensekryssingen?

Hva slags læring kan grafene føre til? Pozzi et al. (1998) ser farer ved at matematikken bak noen hjelpemidler er usynlig for brukeren, fordi det kan bli vanskelig å finne årsaker til feil, de kan mistolkes og de kan være vanskelige å forklare videre til andre. Om elevene får opplæring i hvordan de skal lese grafene, trenger de ikke nødvendigvis å vite hvordan grafene er blitt laget for å kunne gjøre nytte av dem. Men kunnskapen deres vil da bare bli begrenset til de grafene de har lært å lese, og uten fullstendig forståelse tror jeg de fort kan få problemer med å bruke dem. Uten fullstendig kunnskap om grafene tror jeg det vil bli vanskelig for elevene å overføre ideene bak dem til liknende situasjoner, slik også Straesser (2000) påpeker. Matematikkunnskaper som er lært i en spesifikk kontekst kan være vanskelig å overføre til andre områder. Det var vanskelig å få tak på hvor viktige grafene i programfagene er. Tor uttrykte at grafen i data- og elektronikk-systemer ikke var så vesentlig for elevene. Derimot virket det som om grafen i automatiseringssystemer kunne være betydningsfull å kunne for elevene etter hvert i utdanningen.

7.3 Studiens resultater

I denne studien har jeg ved hjelp av intervjuer av elever og lærere og observasjoner av undervisning prøvd å finne situasjoner, hjelpemidler og andre trekk som kunne hjelpe meg med å finne svar på problemstillingen: *Hva karakteriserer sammenhengen mellom fellesfaget matematikk IT-Y og programfagene på yrkesutdanningen elektrofag?* Ved hjelp av sosiokulturell teori, teori om overføring av kunnskaper og grensekryssing har jeg prøvd å identifisere områder der de ulike praksisene imøtekommer hverandre og hva som kan føre til overlappinger. Jeg har brukt forskningsspørsmålene for å hjelpe meg på veien:

1. Hva er likhetene og forskjellene på hvordan matematikk presenteres i matematikkundervisningen og i programfagsundervisningen?
2. Hvordan opplever elever og lærere sammenhengen mellom matematikkfaget og programfagene?
3. På hvilken måte imøtekommer matematikkfaget og programfagene hverandre?

Resultatene jeg har funnet som svar på de tre forskningsspørsmålene har vært overlappende. Derfor velger jeg å presentere alle funnene samlet.

Resultatene fra denne studien indikerer en tydelig sammenheng mellom matematikkfaget og programfagene. Informantene trakk frem flere matematiske emner de jobber med i begge praksisene. Logisk tenkning og nøyaktighet er egenskaper ved matematikkundervisningen som det er viktig at elevene innehar for å forstå programfagene og for å ivareta sikkerheten i elektrofaglige yrkesaktiviteter.

Ved hjelp av observasjon av undervisning har jeg sett hvordan elevene og lærerne bruker de samme klasserommene i både matematikkundervisningen og i programfagsundervisningen, men bruken er ulik. De gjør også nytte av noen av de samme redskapene i begge praksisene. Det var også likheter i måten lærerne la opp undervisningen på, spørsmålene de stilte elevene og hvordan de opptrådte som veiledere da elevene arbeidet med oppgaver.

Gjennom intervjuene viste det seg at elevene erfarer at lærerne underviser matematikk forskjellig. Elevene ser dette som en fordel. Det var bare en av elevene som ikke oppgav matematikk som et av de beste teoretiske fagene. Elevene oppgir sin interesse for matematikkfaget som en av grunnene til at de ser sammenhengen mellom fagene.

Matematikk ser ut til å binde sammen, men samtidig skille programfagene og matematikkfaget. I matematikkundervisningen undervises det i grunnleggende matematikk. Matematikkoppgavene varierer mellom å være generelle, relatert til elevenes hverdagsliv, og å ha en elektrofaglig kontekst. I programfagsundervisningen blir matematikken presentert som et verktøy for å utføre ulike yrkesaktiviteter. Her inngår det noe teori, men for det meste benyttes matematikken som redskap i praktiske situasjoner.

Det mest tankevekkende funnet i denne studien er vanskelighetene elevene har med å benytte seg av matematikkunnskaper i programfagene, til tross for at fagene har mange likheter. Programfagene viser seg å gjøre nytte av langt mer avansert matematikk, enn hva elevene blir presentert for i matematikkfaget. Dette viser seg spesielt i grafene elevene møter i programfagene. Disse er veldig kompliserte, og de fleste elevene forstår ikke de matematiske operasjonene som ligger bak konstruksjonene. Flere elever så også ut til å ha vanskeligheter med å se nytten av å tegne en rettvinklet trekant for å forstå sammenhengen mellom kreftene i en motor. Det oppstod også problemer da de ble oppfordret til å bruke Pytagoras setning for å regne ut kreftene. Jeg er usikker på om den rettvinklede trekanten, Pytagoras setning, en motor eller en graf kan brukes som grenseobjekter som hjelper elevene til å overføre kunnskap mellom de ulike praksisene.

7.4 Studiens konsekvenser for undervisning i yrkesutdanningen

Denne forskningen mener jeg kan ha betydning for andre lærere dersom de blir gjort oppmerksomme på at elever foretar mange grensekryssinger i en læringsprosess og at det finnes grenseobjekter som kan gjøre overgangene enklere. En del lærere har nok tenkt mange av disse tankene før. Ved å gi navn til disse overgangene, får lærerfellesskapet felles forståelse for hva det er snakk om og på den måten kan begrepene utvikles. Det er tross alt de utøvende lærerne som har best kjennskap til hvilke hjelpemidler eller redskaper som kan brukes som grenseobjekter og hvilke grenseoverganger elevene har vanskeligheter med.

Derfor ser jeg det som høyst nødvendig å gjøre lærere kjent med begrepene, og la dem komme med forslag til hva som kan brukes som grenseobjekter og hvordan vi kan bruke dem.

Studien viser også viktigheten av en bevisstgjøring om at enkelte hjelpemidler lærere anser som gode grenseobjekter, ikke alltid er tilstrekkelige. De kan fungere for noen elever, men ikke for alle. Det er ikke nødvendigvis læreren som ikke lykkes i å formidle en sammenheng mellom ulike områder, men årsaken kan være artefaktens begrensninger. Det er viktig å være kritisk i valg av grenseobjekter, og ha fokus på hva elevene kan lære av dem.

Det kan være avgjørende for elevenes grensekryssing at lærere og elever har felles situasjonsdefinisjon for at grenseobjektene skal ha noen funksjon. Ved to anledninger trakk Fredrik i denne studien inn elektrofaglige uttrykk når lærerne (Knut/Grete) gav uttrykk for å ønske et ”matematisk svar” (impedans/hypotenus (obs.2b) og virkningsgrad/stigningstall (obs.3b)). Dette viser at elevene kan overføre tanker og ideer som ikke alltid lærerne legger merke til, eller gjør nytte av (Evans, 1999). I forbindelse med at fellesfagsundervisningen på de yrkesfaglige studieretningene skal ta utgangspunkt i elevenes forståelse, kan det bety å bygge videre på de svarene Fredrik her gir. Hvorfor svarer Fredrik virkningsgrad når det er snakk om stigningstall? Like før hadde han prøvd å forklare stigningen ved hjelp av lik vinkel på trekanter. Grete bad ham komme frem å forklare hva han mente, men vi fikk ikke vite hvorfor Fredrik foreslo virkningsgrad. Fra teorien så jeg at elevene kan ha tanker på et høyere nivå enn kanskje lærerne av og til er klar over. Er det bare *en* måte å se stigningstallet til en graf på? Kunne det blitt gjort en kobling til elektrofaget? Dersom lærere oftere tar i bruk elevenes innspill og ideer fra andre kontekster, kan det føre til at elevene ikke opplever et veldig skille mellom fagene? Kan elevene på den måten bli flinkere til å se sammenhenger mellom fagene og tørre å bruke ideer fra andre områder enn fra den aktuelle fagkonteksten?

For at elevene ikke skal møte for mange nye utfordringer i den videregående skolen, blant annet nye fag og nye hjelpemidler, kan en mulighet være å introdusere programfag på ungdomsskolen. Det er mange overganger for elevene fra ungdomsskolen til videregående skole, så en måte å gjøre det lettere på er å gi dem muligheten til å oppdage matematikk i virkelige situasjoner. Dette er jeg usikker på hvor godt det ville ha fungert i praksis. En annen mulighet er at elevene blir utfordret på å løse flere virkelige yrkesoppgaver i matematikkundervisningen på videregående.

7.5 Forslag til videreføring av studien

Grensekryssing ser ut til å være et ganske komplekst tema, og jeg ser viktigheten av mer forskning på området. Et viktig funn var at all læring inneholder grenser (Akkerman & Bakker, 2011). Det må bety at all undervisning handler om grenser. Videre i Akkerman og Bakker (2011) skriver de om hvilket potensiale for læring grensekryssing har, og de presenterer fire læringsmekanismer på grensen. Dette hadde det vært interessant å utforske nærmere.

I denne studien har det vært fokus på hvordan matematikk blir presentert i både matematikkundervisningen og programfagsundervisningen. Det hadde vært interessant å observere hvordan oppgaver relatert til programfagene blir presentert i matematikkundervisningen. Jeg stilte matematikklærerne noen spørsmål i forhold til dette, men jeg skulle gjerne ha stilt dem flere spørsmål, for eksempel:

- Hva er lærernes hensikter med å bruke undervisningsopplegg relatert til elektrofag? Er det for å få elevene motiverte for andre matematikkoppgaver? Fordi det er et krav at de skal gjøre det? Blir elevene utfordret på å utforske autentiske yrkesaktiviteter?

- Om læreren bruker X_L , R og Z i stedet for a , b og c , forstår elevene matematikken bedre? Fører bruk av kontekster fra programfagene i matematikkundervisningen til at elevene får en bedre matematikkforståelse?

Det viser seg at lærerne i denne studien ikke helt vet selv hva som er best for elevene: matematikk og programfag separert, eller i samme fag. Det har tydeligvis blitt gjort en endring fra slik det var før, hvorfor denne endringen? Hva er egentlig det beste for elevene?

Jeg fikk ikke observert hvordan Knut introduserte prosjektskissen, trekanten og Pytagoras setning for elevene første gang. Det hadde vært interessant å undersøke flere læreres introduksjon av sammenhengen, for å se om det er mulig å bruke Pytagoras eller trekanten som grenseobjekter.

Når elevene skal lære om Pytagoras setning på begynnelsen av året, hva med at de heller begynner med motoren og prøver å finne ut av hvordan de ulike kreftene påvirker hverandre? Er det mulig å gjennomføre? På den måten tenker jeg at elevene selv kan få oppleve at de trenger et redskap for å regne ut kreftene, og det redskapet har de lært på ungdomsskolen; Pytagoras setning. Men hva med de elevene som ikke forstår Pytagoras setning, og som ikke husker den?

Det hadde vært spennende å prøve ut et grenseobjekt og se om overgangene mellom fagene da hadde gått lettere. For eksempel å snakke med lærere innenfor begge fagene og få dem til å være enige om de ulike målsettingene for undervisningen i de ulike fagene og diskutere retningslinjene for hjelpemiddelet.

8 Refleksjoner over arbeidet

Jeg innledet denne oppgaven med å fortelle om mine forestillinger av hvordan de yrkesfaglige utdanningsprogrammene er. Fra gjennomgangen av litteraturen fikk jeg et nytt innblikk i hvordan det faktisk kan være, og hvilke utfordringer elever kan møte på når det forventes at de skal anvende kunnskaper lært i et fag i et annet fag. Gjennom observasjon av undervisning og intervjuer med noen av aktørene i filmene, har jeg sett hvordan de ulike læringspraksisene imøtekommer hverandre. Presentasjonen av matematikk og undervisningssituasjonen var mer lik i de forskjellige fagene enn hva jeg hadde forventet. Jeg vil derfor betegne denne forskningen som veldig relevant for min utdanning og min yrkesutøvelse. Jeg har ikke lenger bare noen forestillinger om yrkesfag, jeg har gjennom studien tilegnet meg noe kunnskap.

8.1 Litteraturen

Da jeg startet å lete etter litteratur til denne oppgaven, ble jeg overrasket over hvor lite forskning jeg fant omkring yrkesutdanningen i Norge. I forbindelse med ny læreplan i 2006 og innføringen av Ny Giv – overgangsprosjektet, hadde jeg antatt at det hadde vært noen forskningsstudier. Etter litt undersøkning fant jeg ut at det heller fantes veldig mye forskning omkring matematikk brukt i yrkesaktiviteter, og elevers overgang fra skole til arbeid, men artiklene var utenlandske. Jeg ble så tipset om begrepet ”Boundary crossing” (grensekryssing), og fant dette veldig interessant og relevant for min oppgave. Dermed var det mye god litteratur å ta tak i. Det har vært utfordrende å få tak på konseptet om grensekryssing. Det er litt vanskelig å sette ord på hvorfor, men en av grunnene har vært at det har virket litt abstrakt. Da jeg i tillegg ville bruke forskernes tanker i min oppgave, var jeg redd for å både ha tolket teoriene feil, og samtidig ha oversatt feil fra engelsk. Derfor valgte jeg å la leseren selv få tolke noen sitater fra forskningsartiklene, i tillegg til at jeg presenterte min oppfattelse.

Den tidligere litteraturen har gjennom hele prosessen gitt meg nye tanker og gitt resultatene stadig et nytt perspektiv. Jeg føler meg langt fra ferdig med denne litteraturen og dette temaet, men det er kanskje derfor det finnes så mange studier om grensekryssing også.

8.2 Metodene og innhenting av data

Jeg hadde begrensede erfaringer med forskningsarbeid før jeg startet med denne studien. I tidligere oppgaver har jeg analysert noen oppgavebesvarelser og fremstilt enkle intervjuer (uten opptak). Da jeg snakket med veilederen min om valg av metoder, ble jeg utfordret på å ta i bruk både observasjon ved hjelp av filmopptak og intervju med lydopptak. Fra tidligere masterstudenter hadde jeg hørt erfaringer om at det ville være et krevende arbeid, og jeg ville få inn altfor mye data til en liten masteroppgave. Men jeg kan ikke legge skjul på at jeg liker utfordringer, og tok selvfølgelig denne. Metodene egnet seg jo godt for å hente inn den informasjonen jeg ønsket å forske på.

Det har vært utrolig interessant å få oppleve å være med i undervisningen i programfagene. Å få se hvordan lærerne legger opp undervisningen, hva slags oppgaver de arbeider med og hvordan elevene oppfører seg har vært veldig lærerikt. Det var også nyttig å observere matematikkundervisningen, slik at jeg hadde litt kjennskap til det lærerne og elevene uttrykte i intervjuene. Men slik andres tidligere erfaringer hadde vist meg, tok datainnsamlingen mye tid og krefter. Det var mye støy på videoene, slik at jeg måtte høre gjennom noen av opptakene opptil flere ganger med høy lyd for å være sikker på at jeg hadde hørt riktig. I tillegg fant jeg ikke ut før etter noen observasjoner at det kunne være lurt å ha på det håndholdte kameraet hele tiden, slik at jeg ikke fikk mange korte filmsnutter som måtte

systematiseres. Kameraet som stod bakerst i klasserommet var mest for å få med helheten og kanskje få med situasjoner jeg ikke fikk med det håndholdte. De beste opptakene var de som var med det håndholdte kameraet, hvor jeg stod midt i klasserommet og fikk med både hva to elever snakket om, men samtidig hva som skjedde rundt, og hva læreren skrev og snakket om fremme ved tavla.

Databehandlingen viste seg også å være en utforskende prosess. Hvordan skal jeg fremstille informasjonen på en ryddig og oversiktlig måte? Men med hjelp av diverse bøker og avhandlinger om kvalitativ forskning, og hjelp fra veileder, fant jeg etter hvert en måte å redusere mengden datamateriale og plukke ut de viktigste sammenhengene. Jeg kan ikke si at jeg ikke ville valgt de samme metodene på nytt, men jeg ser at en mindre mengde data, for eksempel bare intervjuer eller bare observasjon, også ville gitt mange gode resultater. Hadde jeg hatt bedre tid, ville jeg satt meg enda bedre inn i databehandling før jeg gikk ut og samlet inn. Jo flere ganger jeg så gjennom opptakene fra undervisningen og hørte på intervjuene, jo flere ideer fikk jeg og jo mer var det å skrive om. Men oppgaven hadde dessverre ikke plass til alt, så tankene får fortsette i mitt hode.

En ting jeg er spesielt fornøyd med i forbindelse med metodene, er intervjuene. Jeg brukte veldig lang tid på å utarbeide spørsmålene. Jeg gikk gjennom flere tidligere oppgaver som inneholdt lærer- eller elevintervjuer, for å se hva forskeren hadde stilt spørsmål om, hvordan spørsmålene var stilt, forskerens kritiske tanker til intervjuene, og hva slags informasjon intervjuet tilførte oppgaven. Dette har resultert i at jeg er ekstremt fornøyd med informasjonen intervjuene har gitt meg. Det var flere spørsmål jeg spurte litt for min egen interesse, og noen jeg ikke visste hva jeg ville få ut av, som har gitt mye nyttig informasjon. Dette var blant annet spørsmål til lærerne angående inndelingen av fagene før og nå, og spørsmål til elevene angående forskjeller fra undervisningen på ungdomsskolen.

Underveis i datainnsamlingen hadde jeg hele tiden tanker om at jeg forstyrret undervisningen og tok mye av lærernes tid. Dette var ikke noe lærerne gav uttrykk for, men tanker jeg hadde med meg fra egne erfaringer fra praksiser på lærerstudiet og vikarjobber. Dette la et lite hinder for meg som gjorde at jeg kanskje ikke alltid våget å spørre lærere og elever om alt jeg ønsket og fikk filmet alle situasjoner jeg så som interessante.

Dersom jeg skulle gjort en liknende studie igjen, ville jeg ha lest meg bedre opp på elektrofag før observasjonene og kanskje deltatt i noen flere timer før datainnsamlingen slik at jeg ble mer kjent med hva de holdt på med. Jeg ville også i stedet for å intervju seks elever i den ene klassen, heller intervjuet tre elever fra hver klasse. Dette fordi jeg også filmet den andre klassen i undervisningen. Jeg ville også passet på å legge inn en pause etter helst hvert intervju, men i alle fall etter to intervjuer. Da kunne jeg ha skrevet ned tanker jeg hadde hatt etter hvert intervju med en gang, og det hadde vært lettere å være konsentrert i intervjusituasjonen. Men jeg er alt i alt fornøyd med datainnsamlingen og de resultatene den har gitt meg.

8.3 Eget arbeid

Dette arbeidet har som uttrykt over, ikke vært enkelt og det har vært mye nytt å sette seg inn i. Underveis i prosessen har jeg lurt på om jeg har gjort arbeidet en del mer komplisert enn hva det trengte å være. Mine forestillinger om at yrkesretningene ikke krever på langt nær så høye fagkunnskaper som de studiespesialiserende retningene, stemte tydeligvis ikke. Elektrofag er ganske komplisert! Men desto mer har det vært å lære for min del. Jeg er veldig glad for at jeg

valgte dette temaet å forske på, før jeg startet i jobb. Jeg vet ikke hvor mye jeg hadde lært meg på egenhånd, og jeg tenker at jeg har fått en mye bedre innsikt i yrkesfag generelt, elektrofag og ikke minst prosessene som elevene må gjennom i sine fag- og emnebytter.

Ettersom jeg visste lite om hva elevene lærer på elektrofag, tok det lang tid for meg å komme inn i hva de holdt på med. Jeg har derfor tatt kontakt med et par kamerater som er elektrikere og prøvd å få dem til å forklare. Selv om en del av undervisningen var matematikk var det en del ord og uttrykk som hindret meg i å forstå det som ble gjennomgått. Jeg vil derfor påstå at jeg forstår godt den frustrasjonen elevene kan oppleve når det forventes at de skal ta i bruk matematikkunnskaper i elektrofagene som de ikke fullstendig behersker. Jeg fikk også en følelse av at de driver med en annen matematikk i elektrofagene enn hva jeg er vant med fra matematikkundervisning. Jeg opplever derfor at jeg også har forsket litt på meg selv i denne studien. Hva kunne jeg gjort for at det skulle være lettere å forstå sammenhengene i elektrofaget? Hvorfor synes jeg Pytagoras setning er greit å regne med i matematikken, men når jeg skulle bruke den i programfaget så var det som en vegg ble slått ned, og jeg mista all selvtillit på mine matematikkunnskaper?

Før jeg begynte på denne oppgaven kom det en tydelig oppfordring fra både veileder og andre at det var viktig at jeg valgte å skrive om noe jeg interesserte meg mye for, fordi jeg tross alt skulle arbeide med dette i et halvt år. Jeg gjorde for så vidt som de sa, jeg valgte *noe* som engasjerte meg, men ikke et *emne* som de kanskje hadde i tankene. Valg av forskningsområde ble valgt ut fra en nysgjerrighet om å prøve å finne ut av noe jeg ikke hadde kjennskap til og ikke hadde veldig stor interesse for. Jeg hadde lite kunnskaper om yrkesfaglige studieretninger, og elektrofag visste jeg relativt lite om på forhånd. Dette visste jeg ville bli utfordrende for meg å sette meg inn i på egenhånd, dersom jeg skal undervise elektrofagelever i matematikk en gang. Derfor satte jeg i gang, med hjertet i halsen, å forske på elektrofag. Arbeidet har hatt en god dose av frustrasjon over å ikke forstå noe som 16-åringer blir forventet å kunne, blandet med en andel perfektjonistiske tanker om å skulle forstå alt av elektrofag og teori. Til sammen har det blitt en del mer arbeid enn hva jeg kanskje hadde sett for meg. Men den største frustrasjonen har kanskje vært å ikke klare ”å løse” problemet med hvordan vi kan hjelpe elever til å overføre kunnskaper mellom ulike områder. Jeg sitter litt igjen med følelsen av bare å bekrefte enda en gang at det å overføre kunnskaper er et problem, og at jeg bare har kommet med enda flere perspektiver å ta stilling til. Det er nesten litt vanskelig for meg å sende oppgaven avgårde med så mange uferdige tanker. Men jeg håper jeg får tid og mulighet til å fortsette prosessen i mitt eget klasserom. Jeg gleder meg!

9 Referanser

Jeg har brukt APA 6th, UiA, norsk bokmål, til å skrive referansene mine.

- Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary Crossing and Boundary Objects. *Review of Educational Research* 81, 132-169. doi: 10.3102/0034654311404435
- Bastian, P., & Gundersen, T. (2009). *Elektroteknisk formelsamling*. Oslo: Elforlaget.
- Bryman, A. (2008). *Social research methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Carraher, T. N., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 21-29.
- Cohen, L., Manion, L., Morrison, K., & Bell, R. C. (2011). *Research methods in education*. London: Routledge.
- DeGiro. (u.å.). Lindefjeld Vinkelen. Hentet 9. mai, 2013, fra <http://www.lindefjeldvinkelen.no>
- Drijvers, P., Kieran, C., Mariotti, M.-A., Ainley, J., Andresen, M., Chan, Y., . . . Meagher, M. (2010). Integrating Technology into Mathematics Education: Theoretical Perspectives. I C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Red.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain* (Vol. 13, s. 89-132): Springer US.
- Evans, J. (1999). Building Bridges: Reflections on the problem of transfer of learning in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 39, 23-44. doi: 10.1023/A:1003755611058
- Fosbæk, F. (2009). *Automatisering*: Elforlaget.
- Fosbæk, F., Vangsnes, S., & Venås, V. (2006). *Data- og elektronikkssystemer i praksis*: Elforlaget.
- Gillespie, J. (2000). The integration of mathematics into vocational courses. I A. Bessot & J. Ridgway (Red.), *Education for mathematics in the workplace* (s. 53–64). Dordrecht: Kluwer.
- Imsen, G. (2011). *Hva er pedagogikk*. Oslo: Universitetsforl.
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Johannessen, K. A. (2012). *Elever på yrkesfag og matematikk: en studie av elever på Bygg og Anlegg sine oppfatninger av matematikkfagets relevans for eget yrke*. Masteroppgave, Universitetet i Agder, Kristiansand.
- Kunnskapsdepartementet. (2013). Yrkesretting og relevans. Hentet 21. mai, 2013, fra <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/kampanjer/ny-giv/overgangsprosjektet/yrkesretting-og-relevans.html?id=667523>
- Larsen, R. P., & Fagernes, J. (2012). *Hvordan gjennomføre en relevant opplæring i Vg1-Elektro?* Masteroppgave, Høgskolen i Oslo og Akershus.
- LBM. (u.å.). Hva er Inquiry? Hentet 23.mai, 2013, fra <http://lbm.vaf.no/default.aspx?m=29&amid=341>
- Lyngsnes, K. M., & Rismark, M. (2007). *Didaktisk arbeid*. Oslo: Gyldendal.
- Matematikksenteret. (u.å.). Ny Giv - FYR. Hentet 21. mai, 2013, fra <http://www.matematikksenteret.no/fyr/>
- Miettinen, R. (1999). Transcending traditional school learning: Teachers' work and networks of learning. I Y. Engeström, R. Miettinen & R. L. Punamäki (Red.), *Perspectives on activity theory* (s. 325-343). Cambridge: Cambridge University Press.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. Thousand Oaks, Calif.: Sage.
- Nunes, T., Schliemann, A. D., & Carraher, D. W. (1993). *Street mathematics and school mathematics*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Oldervoll, T., Orskaug, O., Vaaje, A., & Hanisch, F. (2006). *Sinus 1EL*. Oslo: Cappelens Forlag A.S.
- Oldervoll, T., Orskaug, O., Vaaje, A., & Hanisch, F. (2011). Sinus 1EL (T). fra <http://sinus.cappelendam.no>
- Postholm, M. B. (2007). *Forsk med!: lærere og forskere i læringsarbeid*. [Oslo]: Damm.
- Pozzi, S., Noss, R., & Hoyles, C. (1998). Tools in practice, mathematics in use. *Educational studies in Mathematics*, 36, 105-122. doi: 10.1023/A:1003216218471
- Rangnes, T. E. (2012). *Elevers matematikksamtaler: læring i og mellom praksiser* (Vol. 57). Kristiansand: Universitetet i Agder.
- Schwandt, T. A. (2007). *The Sage Dictionary of Qualitative Inquiry*. University of Illinois, Urbana-Champaign: SAGE Publications.
- Sogn, E. (2012). *Kvalitetssikring av opplæringen på Vg1 Elektrofag*. Masteroppgave, Høgskolen i Oslo og Akershus.
- St.meld. nr. 44 (2008-2009). *Utdanningslinja : Tilråding fra Kunnskapsdepartementet av 12. juni 2009, godkjent i statsråd samme dag, (Regjeringen Stoltenberg II)*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Hentet fra <http://www.regjeringen.no/pages/2202348/PDFS/STM200820090044000DDDPDFS.pdf>.
- Stamsø, C. D. (2012). *Frafall i yrkesfaglig opplæring: opplevelse av sammenheng og mening i yrkesutdanningen*. Masteroppgave, Universitetet i Oslo.
- Statistisk sentralbyrå. (2012). Stabil gjennomstrømning i videregående. Hentet 16. januar, 2013, fra <http://www.ssb.no/vgogjen/>
- Straesser, R. (2000). Mathematical means and models from vocational contexts. I A. Bessot & J. Ridgway (Red.), *Education for mathematics in the workplace* (s. 65–80). Dordrecht: Kluwer.
- Utdanningsdirektoratet. (2012). *Utdanningsspeilet 2012 Tall og analyse av grunnopplæringen i Norge*. Hentet fra <http://www.udir.no>
- Utdanningsdirektoratet. (u.å.-a). Elektrofag. Hentet 21. april, 2013, fra <http://www.udir.no>
- Utdanningsdirektoratet. (u.å.-b). Læreplan i felles programfag i Vg1 elektrofag. Hentet 9.mai, 2013, fra <http://www.udir.no>
- Utdanningsdirektoratet. (u.å.-c). Læreplan i matematikk fellesfag. Hentet 25.mai, 2013, fra <http://www.udir.no>
- Utvik, L. W. (2012). *Matematikk i programfaget Tegning og bransjelære for utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk*. Masteroppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet Trondheim. Hentet fra <http://ntnu.diva-portal.org/smash/record.jsf?searchId=1&pid=diva2:565911>
- Vilbli.no. (u.å.-a). Læreplan for prosjekt til fordypning. Hentet 21. april, 2013, fra <http://www.vilbli.no>
- Vilbli.no. (u.å.-b). Videregående trinn 2 (Vg2). Hentet 21. april, 2013, fra <http://www.vilbli.no>
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Williams, J., & Wake, G. (2007). Black Boxes in Workplace Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 64, 317-343. doi: 10.1007/s10649-006-9039-z
- Williams, J., Wake, G., & Boreham, N. C. (2001). School or college mathematics and workplace practice: an activity theory perspective. *Research in Mathematics Education*, 3(1), 69-83. doi: 10.1080/14794800008520085

Vedlegg

Vedlegg 1: Samtykkeerklæring til elever og foresatte

Til elever og foresatte i klasse A og B ved ”navn” videregående skole

Forespørsel om tillatelse til observasjon og intervju av elever i forbindelse med en masteroppgave

Jeg er masterstudent i matematikdidaktikk ved Universitetet i Agder. Denne våren skal jeg fullføre studiet ved å skrive en prosjektoppgave. Temaet for oppgaven er matematikk i det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Elektrofag, og jeg er interessert i å se på sammenhengen mellom fellesfaget matematikk (1T-Y) og programfagene.

For å få best mulig datamaterialet til oppgaven er det ønskelig om jeg kan få ta videoopptak av noen undervisningsøkter og intervju noen elever og lærere. Jeg vil bare filme enkelte undervisningstimer og ønsker å fange opp hvordan den vanlige undervisningen foregår. Intervjuet vil ta omtrent 20 minutter og vil omhandle spørsmål omkring elevenes tanker om relevansen mellom matematikkfaget og programfaget. Det er frivillig å være med og eleven har mulighet til å trekke seg når som helst underveis, uten å måtte begrunne dette nærmere.

Opplysningene som blir samlet inn vil bli behandlet konfidensielt, og ingen enkeltpersoner vil kunne gjenkjennes i den ferdige oppgaven. Alle opptak slettes når oppgaven er ferdig, senest innen 20. desember 2013. Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD).

Jeg håper dere synes dette er interessant og viktig og ønsker å bli med i denne forskningen. Vennligst skriv under på samtykkeerklæringen på neste side og lever den til læreren.

Ta gjerne kontakt med meg på telefon eller e-post dersom du har noen spørsmål. Min veileder, Simon Goodchild ved UiA, kan også kontaktes på simon.goodchild@uia.no.

På forhånd takk!

Med vennlig hilsen

Maria Løvgren

Sigynsvei 2A

4631 Kristiansand

Mob: 481 99 790

marilo08@student.uia.no

SVARSLIPP

Sett kryss:

Jeg samtykker til at det kan filmes i timen

Ja Nei

Jeg samtykker til at jeg kan intervjues

Ja Nei

Dato

Signatur elev

Signatur foresatte

Vennligst returner svarslippen til Knut så snart som mulig.

Vedlegg 2: Observasjonsskjema

Observatør	1 person med kamera, håndholdt og stativ
Klasse	
Antall elever	
Tid/dato	
Fag	
Emne	
Lærer	
Undervisningsmål	

1. Organisering av klasserommet

Plassering av elevene og læreren. Hvordan beveger læreren seg? Har elevene mulighet for samarbeid? Er det noe tilgjengelig matematikk – verktøy?)

2. Hva slags matematikk blir brukt?

- a) Matematiske ord
- b) Matematiske sammenhenger
- c) Matematisk undervisningsmateriell
- d) Matematiske tenkemåter

3. Undervisningssituasjonen

- a) Lærer-sentrert?
- b) Elev-sentrert?
- c) Blanding?
- d) Hvordan foregår dialogen og kommunikasjonen?

4. Faglig innhold

- a) Hva er det faglige innholdet i undervisningen?
- b) Hvordan blir innholdet formidlet?
- c) Kan elevene læringsstoffet fra før eller var det nytt stoff?

5. Motivasjon

Hvordan reagerer elevene på undervisningen? Motiverte?

6. Hvilke hjelpemidler brukes i undervisningen?

7. Egne refleksjoner og annet

**8. Observasjon av
undervisningssituasjonen**

Tid	Tema - aktivitet	Egen kommentar/ tolkning

Vedlegg 3: Intervjuguide programfagslærere

Bakgrunn:

1. Hva slags utdanning har du? Hvilke fag?
2. Hvilke fag har du undervist i og hva underviser du i nå?
 - Hvor lenge har du arbeidet på denne skolen?
 - Har du jobbet som elektriker?

Matematikk generelt på elektrofag:

3. Hva tenker du at den grunnleggende ferdigheten *å regne* innebærer i elektrofag?
4. Hvor viktig tenker du at god matematisk kompetanse er for en elektriker?
 - Har det noe å si hva slags elektriker eleven skal bli eller om eleven skal ta utdanning når han eller hun er ferdig med skolen?

Matematikk i programfaget:

5. Hva handler programfagene du underviser på Vg1 om? Hva skal elevene lære?
6. Hva slags matematikk finnes i programfaget du underviser i?
7. Hvilken kunnskap og forståelse for matematikk kreves av elevene i disse programfagene?
8. Hvor god kjennskap har du til hva som undervises i matematikktimene?
 - Er det noen emner du ser som mer relevante enn andre?
 - Noe du kunne ønske det var mer eller mindre av? Hvorfor?
9. Hva slags matematikk ser ut til å være utfordrende for elevene i programfaget?
 - Hva ser ut til å gå lettere? Hvorfor?

Undervisningen:

10. Hvordan påvirker det deg og din undervisning at elevene skal utvikle den grunnleggende ferdigheten *å regne* i elektrofaget?
11. Hvordan underviser du matematiske problemstillinger i programfaget?
 - Gjør du elevene oppmerksomme på at de arbeider med matematikk?
 - Er du selv oppmerksom på at du underviser matematikk?
12. Har du erfaring med undervisning i matematikk?
 - Tror du det er/ville vært en fordel?
13. Hvilke likheter og forskjeller tror du det er i undervisningen av fellesfaget matematikk og undervisning av matematikk i programfagene?
 - Underviser dere matematiske problemstillinger på lik måte?
14. Hva tenker du om at elektrofag lærere underviser bare i programfag og mattelærere underviser bare i matematikk?
15. Det jobbes nå i forbindelse med Ny Giv å yrkesrette fellesfagene. Hva tenker du om tanken om å fellesfagrette programfagene?

Sammenheng mellom fellesfaget og programfaget

16. Hvordan vil du karakterisere sammenhengen mellom matematikkfaget og programfaget?
17. Hvilke muligheter ligger det til rette for et samarbeid mellom matematikklærer og programfagslærere på elektrofag?
18. Hva tror du elevene vil svare på om det er noen sammenheng mellom matematikkfaget og programfagene? Spesielt dine programfag.
19. I løpet av den tiden du har vært lærer, har du endret måten du underviser programfagene på? I så fall hvorfor? Har du endret fokus på matematikk i programfaget?
20. Hvis du skal beskrive matematikk med noen få ord, hvilke ord vil du velge/tenker du først på?
21. Hva tenker du om denne forskningen, er den viktig? Hvorfor?
22. Er det noe mer du ønsker å legge til?

Avslutning

Dersom du ønsker det kan jeg sende de delene av intervjuet jeg skal bruke i oppgaven over på e-post.

Hvis jeg i etterkant av de andre intervjuene skulle komme på noe mer jeg kunne tenke meg å spørre deg om, er det greit at jeg sender deg en e-post med et spørsmål?
Tusen takk for at du stilte opp på intervjuet!

Vedlegg 4: Intervjuguide med matematikklærere

Spørsmål

23. Hva slags utdanning har du? Hvilke fag?

24. Hvilke fag har du undervist i og hva underviser du i nå?

- Hvorfor underviser du i matematikk?
- Hvor lenge har du arbeidet på denne skolen?

Yrkesretting – generelt

25. Hva tenker du om ønsket om at fellesfagene skal bli mere yrkesrettet (Ny Giv/FYR)?

- Hva gjør du for å yrkesrette matematikktimene?
- Er det noen emner du synes er lettere å yrkesrette enn andre?

26. I løpet av den tiden du har vært lærer, har du opplevd noen endring i hvordan det har vært å undervise yrkesrettet?

- Lærerplanenes innflytelse
- Timeantall

Kjennskap til elektrofagene

27. Hvor god kjennskap har du til hva elevene lærer i programfagene på elektrofag?

28. Hva slags undervisningsmateriell bruker du? (PC, læreboka eller andre kilder)

- Er oppgavene elevene jobber med i fellesfaget relevante for yrkesutdanningen?

29. Hva tror du er det viktigste elektrofageleven lærer i matematikktimene?

30. Tror du at det hadde vært en fordel dersom du hadde arbeidet som elektriker eller hadde en slik utdanning?

31. Hvilken betydning tror du det er for elevene at de har et nesten rent matfefag i tillegg til programfagene?

Undervisningen i de ulike fagene

32. Hvilke likheter og forskjeller tror du det er i undervisningen av matematikkfaget og programfagene?

- Noen forskjeller i hvordan matematiske problemstillinger presenteres for elevene og hvordan det arbeides med disse?
- For eksempel funksjoner.

33. Hvorfor skal elevene lære funksjoner?

- Hvilket mål er det å lære elevene grafer i matematikkfaget?
- Hva tenker du om denne grafen? (viser grafen fra elektrofaget, automatisering og data-elektronikk)

34. Hvis du skal beskrive matematikk med ett ord, hva vil du velge da?

35. Hva tenker du at matematikk er? (ja det er et vanskelig spørsmål)

36. Hvilke muligheter ligger det til rette for et samarbeid mellom matematikklærer og programfagslærere på elektrofag?
37. På hvilken måte samarbeider du med programfagslærerne?
38. På hvilken måte samarbeider du med de andre matematikklærerne?
39. Hvordan vil du **karaktarisere sammenhengen** mellom matematikkfaget og programfagene?
40. Jeg intervjuer også elevene, hva tror du de sier om sammenhengen mellom matematikkfaget og programfagene?
41. Hva tenker du om denne forskningen, er den viktig? Hvorfor?
42. Hvis du kunne komme med forslag til videre forskning, hva tenker du kunne vært interessant å forske på da?
43. Da har jeg fått spurt om det jeg ønsker å spørre om, er det noe mer du ønsker å legge til?

Avslutning

Dersom du ønsker det kan jeg sende de delene av intervjuet jeg skal bruke i oppgaven over på e-post.

Hvis jeg i etterkant av de andre intervjuene skulle komme på noe mer jeg kunne tenke meg å spørre deg om, er det greit at jeg sender deg en e-post med et spørsmål?
Tusen takk for at du stilte opp på intervjuet!

Vedlegg 5: Intervjuguide elever

Informasjon

Tusen takk for at du vil bli intervjuet. Denne våren skriver jeg en oppgave som handler om sammenhengen mellom matematikk fellesfag og programfagene som du har i år på elektrofag. Formålet med intervjuet er å finne ut av hvilke tanker du har om matematikk i forhold til ditt kommende yrke som elektriker. Det er viktig at du svarer akkurat det som faller deg inn.

Jeg ønsker å ta opp intervjuet på båndopptaker. Er det greit for deg? Det vil bare være jeg og kanskje min veileder som kommer til å høre på opptaket i ettertid. Intervjuet er anonymt, så i oppgaven vil jeg endre navnet ditt så ingen vil vite hvem du er. Har du noe spørsmål før vi begynner?

Spørsmål

Elevens forhold til skolefagene

1. Hvorfor valgte du elektrofag?
 - Er du fornøyd med valget? Evt. med hva?
2. Hva har du tenkt til å gjøre når du er ferdig med elektrofagutdanningen?
 - Hva har du tenkt til å fordype deg i neste år?
3. Hvilke tanker (forventninger) hadde du til fagene før du begynte på elektrofag?
 - Hvordan ble forventningene innfridd/ikke innfridd?
4. Hvilket fag liker du best? Og dårligst? Hvorfor?
5. Hvilket forhold har du til matte?
 - Har det alltid vært sånn?
 - Har det endret seg? Eventuelt hvorfor?
 - Har det endret seg etter at du begynte på videregående?
6. Hvilke tanker (forventninger) hadde du om mattefaget før du begynte på elektrofag?
 - Har det vært slik du tenkte det skulle være? (Hvordan ble forventningene innfridd/ikke innfridd)?

Elevens opplevelse av sammenhengen mellom fagene og undervisningen i de ulike fagene

7. Føler du at det er noen forskjell på hvordan matteundervisningen var på ungdomsskolen og hvordan det er nå? Kan du gi et eksempel?
8. Kommer du på en gang hvor mattetimen var interessant, spennende eller gøy? (Enten vgs eller u.skolen.)
9. Føler du at det er noen sammenheng mellom det dere lærer i mattetimene og det dere lærer i programfagene?

10. Kan du gi eksempel på en gang du har hatt bruk for det du har lært i mattetimene i noen av programfagene?

- Eller omvendt, bruk for det du har lært i programfagene i en mattetime?

11. Hva slags matematikk tenker du at du må kunne i yrke ditt?

- Er det noen emner du synes er mer nyttige enn andre?
- Eventuelt hvilke? Og hvorfor?

12. Hvilke likheter og forskjeller er det på undervisningen dere har i programfagene og matematikkfaget? Underviser lærerne likt?

13. Hvis dere skal lære noe som likner på matematikk i et programfag, lærer dere det på samme måte som i en mattetime?

14. Hva tenker du om at dere har matte som et eget fag på elektrofag?

Annet

15. Hva er det første ordet du kommer på når jeg sier matematikk?

- Hvorfor?

16. Jeg intervjuer også mattelæreren din og programfagslærerne dine. Hva tror du de har svart på spørsmålet om det er noen sammenheng mellom matematikkfaget og elektrofagene?

- Hva tror du matematikklæreren din sier?
- Hva tror du programfagslærerne dine sier?

17. Da har jeg fått spurt om det jeg ønsket å spørre om. Er det noe annet du kunne tenke deg å si?

Avslutning

Dersom du ønsker det, så kan jeg sende deg de delene av dette intervjuet som jeg tenker å bruke i oppgaven min. Dette for at du kan lese igjennom det og gi beskjed til meg dersom det er utsagn du ønsker at jeg ikke skal bruke i oppgaven min. Intervjuet er som sagt anonymt. Tusen takk igjen for at du stilte opp.

Vedlegg 6: Kategoriseringer

Tabellene viser en oversikt over hvilke kategorier som er brukt i studien. De er basert på forskningsspørsmålene som har sitt utspring fra teorien. Mye av datainnsamlingen går på tvers av kategorier, så disse grupperingene er mer en strukturering enn en tydelig inndeling.

Observasjonsskjema	I resultatene	I analysen
<ol style="list-style-type: none"> 1. Organisering av klasserommet 2. Hva slags matematikk blir brukt? 3. Undervisningssituasjonen 4. Faglig innhold 5. Motivasjon 6. Hjelpemidler 	Kronologisk beskrivelse av undervisningene hvor jeg hentet informasjonen fra observasjonsskjema og opptakene (datareduksjonene).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Praktisk kontra teoretisk</i> ▪ <i>Matematikk som et verktøy</i> ▪ <i>Generelt kontra situasjonsbestemt</i> ▪ <i>Humor i undervisningen.</i> ▪ <i>Kulturelle hjelpemidler</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ ”Black boxes” og kulturelle verktøy ○ grenseobjekter

Intervjuguide programfaglærere	I resultatene Knut/Tor	I analysen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matematikk generelt på elektrofag ▪ Matematikk i programfaget ▪ Undervisningen ▪ Sammenheng mellom fellesfaget og programfaget 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tanker om matematikk i programfaget ▪ Kjennskap til matematikkfaget/undervisningen ▪ Tanker om undervisningen/ ▪ Tanker om sammenhengen mellom fagene 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Praktisk kontra teoretisk</i> ▪ <i>Matematikk som et verktøy</i> ▪ <i>Generelt kontra situasjonsbestemt</i> ▪ <i>Humor i undervisningen.</i> ▪ <i>Kulturelle hjelpemidler</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ ”Black boxes” og kulturelle verktøy ○ grenseobjekter

Intervjuguide matematikklærere	I resultatene Grete/Olav	I analysen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yrkesretting – generelt ▪ Kjennskap til elektrofagene ▪ Undervisningen i de ulike fagene 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tanker om yrkesretting ▪ /kjennskap til programfagene ▪ Tanker om undervisningen ▪ Tanker om sammenhengen mellom fagene 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Praktisk kontra teoretisk</i> ▪ <i>Matematikk som et verktøy</i> ▪ <i>Generelt kontra situasjonsbestemt</i> ▪ <i>Humor i undervisningen.</i> ▪ <i>Kulturelle hjelpemidler</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ ”Black boxes” og kulturelle verktøy ○ grenseobjekter

Intervjuguide elever	I resultatene	I analysen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevens forhold til skolefagene ▪ Sammenhengen mellom fagene og matematikk i forhold til yrkesutførelse ▪ Annet 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sammenheng mellom fagene 2. Likheter i undervisningen 3. Ulikheter i undervisningen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Praktisk kontra teoretisk</i> ▪ <i>Matematikk som et verktøy</i> ▪ <i>Generelt kontra situasjonsbestemt</i> ▪ <i>Humor i undervisningen.</i> ▪ <i>Kulturelle hjelpemidler</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ ”Black boxes” og kulturelle verktøy ○ grenseobjekter

Vedlegg 7: Transkripsjonsnøkler

Transkripsjonsnøkler for lyd- og videotranskripsjoner

.	Full stans
,	Naturlig pause i utsagnet
!	Vektlagte ord eller utsagn
?	Stigning av tonefall på slutten av utsagn
<i>Kursiv</i>	Direkte sitat
<i>(kursiv)</i>	Beskriver ikke verbale gestikulasjoner, handlinger og lyder underveis i utsagnet
Vanlig	Beskrivelser før eller etter utsagn
..	Pause, eller uferdig setning
...	En del av utsagnet er utelatt
obs.2b.	Observasjon nummer 2b,
2b.nr	Sitat i observasjon 25. nr
IG. nr	Intervju med Grete, nr
IE. nr	Intervju med elever, nr
Int.	Intervjuer (som er meg, Maria)

Vedlegg 8: Forklaring til grafen i data- og elektronikkssystemer

Hentet fra elevenes lærebok "Data- og elektronikkssystemer" (2006), med tillatelse fra Elforlaget.

4 Brannalarmanlegg

Typer av varmedetektorer

Det er to typer varmedetektorer:

- Maksimaldetektorer (fast temperaturdetektor)
- Differensialdetektorer



Figur 4.10
Varmedetektor

Vi skal se på hvordan detektorene er bygd opp og hvordan de virker.

Maksimaldetektor

Detektoren går i alarmtilstand når temperaturen i rommet er høyere enn en bestemt romtemperatur, for eksempel 60 °C. Det finnes også detektorer der en kan velge temperaturen som setter detektoren i alarmtilstand, for eksempel ved 60, 70 eller 80 °C.

Alarmtemperaturen stiller vi inn med en bryter bak på detektoren.

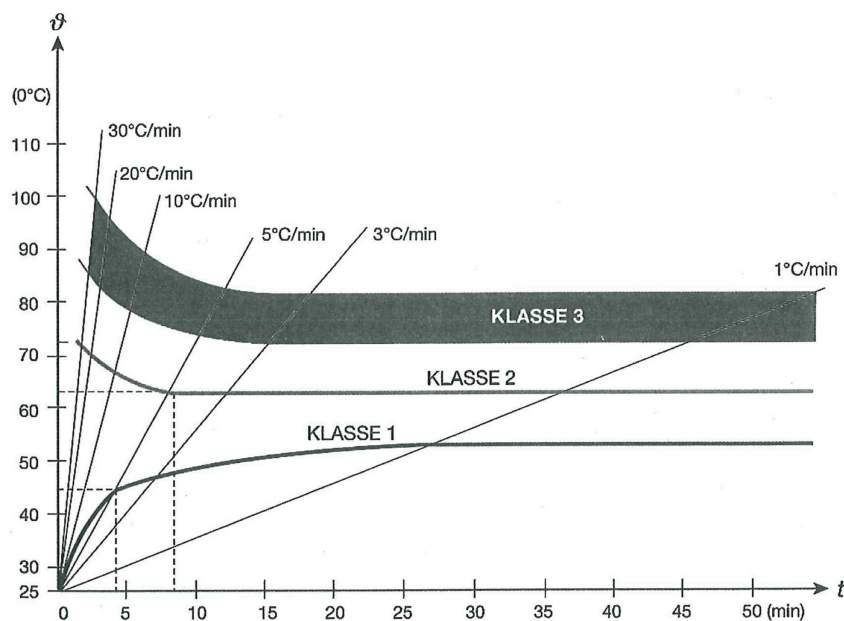
Differensialdetektor

Differensialdetektorene går i alarmtilstand ved en bestemt temperatur eller ved en bestemt temperaturstigning (temperaturgradient) innen et bestemt temperaturområde. Detektorene er delt inn i tre klasser etter temperaturområde.

Klasse 1-detektorer gir alarm i temperaturområdet 54–65 °C.

Klasse 2-detektorer gir alarm i temperaturområdet 54–70 °C.

Klasse 3-detektorer gir alarm i temperaturområdet 69–85 °C.



Figur 4.11 Reaksjonstiden for varmedetektorer

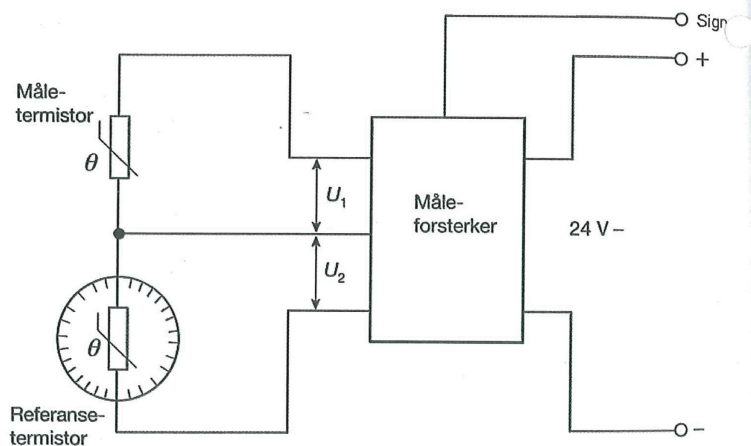
4 Brannalarmanlegg

Figur 4.11 viser reaksjonstiden for varmedetektorer i forhold til temperaturstigningen. Av figuren kan vi lese at en detektor i klasse 1 som blir utsatt for en temperaturstigning på $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ per minutt, går i alarmtilstand i løpet av 4–8 minutter i temperaturintervallet $47\text{--}62\text{ }^{\circ}\text{C}$.

De fleste branntilløp starter med røykutvikling og senere varmeutvikling. Det gjør at varmedetektoren vil gi signal om brann til sentralapparatet senere enn røykdetektorer. Derfor bruker en varmedetektorer kun i de tilfeller hvor røykdetektorer ikke egner seg. Det er i rom hvor det forekommer damp, for eksempel i kjøkken og vaskerom. Der kan en bruke varmedetektorer klasse 1.

Hvordan en varmedetektor er bygd opp

Figur 4.12 viser skisse av en varmedetektor.



Figur 4.12 Skisse av en varmedetektor

Termistor

En termistor er en motstand som endrer resistansverdi når temperaturen endres. Her er det brukt *NTC-motstander* som har en utpreget negativ temperaturkoeffisient. NTC er en forkortelse for det engelske begrepet, *negative temperature coefficient*. Det vil si at resistansen minker sterkt når temperaturen stiger.

Virkemåten

Detektoren på figur 4.12 har to temperaturfølere (termistorer) som er koblet i serie, og en måleforsterker med en differanseforsterker. Den ene termistoren er plassert i et lukket kammer, mens den andre termistoren er plassert direkte ut mot omgivelsene. Ved normal temperatur er begge termistorene like varme, spenning over termistorene er like store og spenningsforskjellen er 0 V . Ved brann

Evalueringsskjema

Internkontroll før og under arbeid :		
Vurder risiko før du begynner å jobbe!!!		
Husk prosedyre for inn og utkobling av anlegget ved testing!!!		
Forsikre deg at du kobler i spenningsløs tilstand!!!		
Bruk riktig verktøy og måleinstrumenter.		
Sjekk innstilling av instrument før du måler!!!		
Til vurdering	Egenvurdering	Lærers vurdering
Bruk av riktig utstyr (24-230volt, AC/DC)		
Plassering av utstyr		
Ledningsføring		
Sjekket tilskruing		
Avisolering og kordelere Stemmer kobling med tegning. (forlegningsriktig tegnet)		
Isolasjonsmåling av anlegget (megge)		
Kontinuitet i jordleder (Måle R i jordledere med 200mA)		Ω
Test av anlegget		
Motorvern innstilt på:		A
Test av motorvern		
Har du ryddet opp etter deg?		
Totalvurdering av anlegg		
Tegning/skjema:		
Riktige symboler		
Riktig bokstavmerking av symboler		
Riktig nummer på symboler		
Er komponentene på linje		
Totalvurdering av tegninger		
Hvordan vurdere du din egen arbeidsinnsats / effektivitet		

Dato:.....

Sign. elev:.....

Dato:.....

Sign. lærer:.....

hsh

Fag: Aut.	Øving: 5	Påbegynt dato:
Elev nr:	Elev:	

- Hvordan kan vi skifte dreieretning på en 3-fase kortslutningsmotor (i klembrettet)?
- Hvordan fungerer et (termisk) motorvern teknisk?
- Hvor mye skal motorvernet stilles på?

- Lag en kladd av et styrestrømskjema til en motor som skifter dreieretning, tegn inn lamper for drift og ikke drift og koble opp.
- Lag styrestrømskjema.
- Lag hovedstrømskjema.

Ferdig dato:	Godkjent:
--------------	-----------

hsh

Evalueringsskjema

Internkontroll før og under arbeid :		
Vurder risiko før du begynner å jobbe!!!		
Husk prosedyre for inn og utkobling av anlegget ved testing!!!		
Forsikre deg at du kobler i spenningsløs tilstand!!!		
Bruk riktig verktøy og måleinstrumenter.		
Sjekk innstilling av instrument før du måler!!!		
Til vurdering	Egenvurdering	Lærers vurdering
Bruk av riktig utstyr (24-230volt, AC/DC)		
Plassering av utstyr		
Ledningsføring		
Sjekket tilskruing		
Avisolering og kordelere		
Stemmer kobling med tegning. (forlegningsriktig tegnet)		
Isolasjonsmåling av anlegget (megge)		
Kontinuitet i jordleder (Måle R i jordledere med 200mA)		Ω
Test av anlegget		
Motorvern innstilt på:		A
Test av motorvern		
Har du ryddet opp etter deg?		
Totalvurdering av anlegg		
Tegning/skjema:		
Riktige symboler		
Riktig bokstavmerking av symboler		
Riktig nummer på symboler		
Er komponentene på linje		
Totalvurdering av tegninger		
Hvordan vurdere du din egen arbeidsinnsats / effektivitet		

Dato:.....

Sign. elev:.....

Dato:.....

Sign. lærer:.....

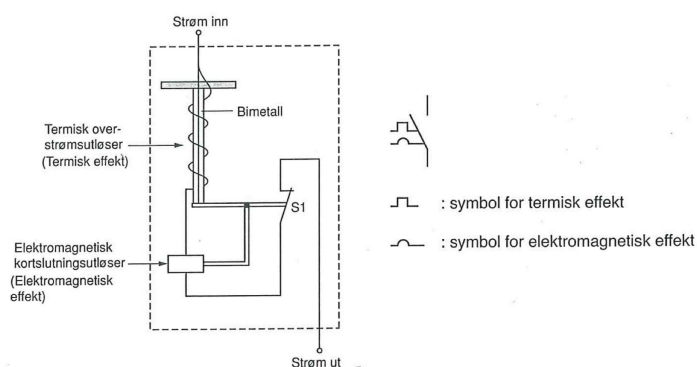
hsh

Vedlegg 10: Forklaring til grafen i automatiseringssystemer

Hentet fra elevenes lærebok "Automatisering" (2009), med tillatelse fra Elforlaget.

Figur 4.27
Prinsippskisse av en
automatsikring og
symbolet for en
automatsikring med
termisk og elektro-
magnetisk utløser-
mekanisme

Brytesystemet basert på termisk effekt bryter strømkretsen ved mindre overstrømmer over tid. Brytersystemet basert på elektromagnetisk effekt bryter strømmen momentant ved stor overstrøm og ved kortslutning. Figur 4.27 viser en prinsippskisse for en automatsikring og symbolet for en automatsikring med to utløsermekanisme, én basert på termisk effekt og én basert på elektromagnetisk effekt.



Forklaring til figur 4.27

Figur 4.27 viser prinsippet for en termisk overstrømsutløser og en elektromagnetisk kortslutningsutløser koblet i serie. Den termiske utløseren består av et bimetal som varmes opp av strømmen. Når bimetallet varmes opp, bøyes det til siden og bryter kontakten S1. Ved liten overstrøm (overbelastning) vil det gå lang tid før kontakten S1 brytes, mens det vil gå kort tid før kontakten S1 brytes ved stor overstrøm (overbelastning.) Kortslutningsutløseren løser ut momentant ved store overstrømmer (kortslutningsstrømmer). Den består av en spole og et anker som mekanisk er koblet til bryteren S1. Når overstrømmen kommer over en viss verdi, blir releet aktivisert, og S1 bryter strømmen.

Utløsekarakteristikk for automatsikringer

I elektriske anlegg bruker en overstrømsvern (sikringer) med ulike utløsegrenser eller utløsekarakteristikk for å dekke ulike bruksområder. Det er blitt vanlig å omtale automatsikringer som sikringsautomater eller overstrømsautomater. Her er det valgt å bruke betegnelsen automatsikringer. For automatsikringer brukes følgende inndelingen av typene av automater og automatenes utløsekarakteristikk.

- A: automatsikring, A-karakteristikk
- B: automatsikring, B-karakteristikk
- C: automatsikring, C-karakteristikk
- D: automatsikring, D-karakteristikk

B-automater blir brukt som overstrømsvern i styrestrømskretser der det ikke er stor strøm ved innkobling. Kortslutningsutløseren skal løse ut ved 4,8 ganger merkestrømmen.

C-automater blir brukt som overstrømsvern for ledninger, motorvern og motorer i motoranlegg. Kortslutningsutløseren skal løse ut ved 10 ganger merkestrømmen. Dermed fører ikke en stor startstrøm til utkobling av motoren.

D-automater blir brukt som overstrømsvern i anlegg med store induktive belastninger. Det er anlegg der det blir brukt apparater med mange elektriske spoler, som for eksempel magnetventiler, magnetspoler og transformatorer, og i motoranlegg. Kortslutningsutløseren skal løse ut ved 20 ganger merkestrømmen.

Norm for utløsegrenser for automatsikringer

Figur 4.28 viser normen for utløsegrensene for B-, C- og D-automater.

Type	I_n	I_1	I_2	I_4	I_5
B-automat	$6 \cdot 63 \text{ A}$	$1,13 \cdot I_n$	$1,45 \cdot I_n$	$3 \cdot I_n$	$4,8 \cdot I_n$
C-automat	$0,5 \cdot 63 \text{ A}$	$1,13 \cdot I_n$	$1,45 \cdot I_n$	$5 \cdot I_n$	$10 \cdot I_n$
D-automat	$6 \cdot 40 \text{ A}$	$1,13 \cdot I_n$	$1,45 \cdot I_n$	$10 \cdot I_n$	$20 \cdot I_n$

Figur 4.28
Norm for utløsegrenser for B-, C- og D-automater

Normen angir hvilke krav som stilles til termisk og elektromagnetisk utløsning for automatsikringer.

Termisk utløsning

I_n er merkestrøm på automatsikringen

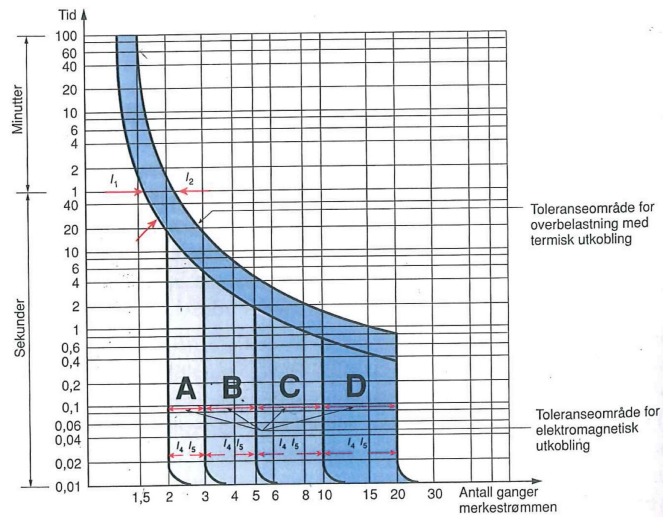
I_1 er den strømmen automaten garantert ikke kobler ut på i løpet av en time

I_2 er den strømmen automaten garantert kobler ut på i løpet av en time

Elektromagnetisk utløsning

I_4 er den strømmen som elektromagnetisk utkobling garantert ikke kobler ut på

I_5 er den strømmen som elektromagnetisk utkobling garantert kobler ut på.



Figur 4.29
Utløsekaraktistikken for A-, B-, C- og D-automater

Vedlegg 11: Prøve i automatiseringssystemer

ç (

Aut prøve 12.02.13

NR:	Navn:	Karak.
-----	-------	--------

1. Merkeskilt motor:

1-fas	50Hz
8kW	1400rpm
230V	η 0,78
Cos ϕ 0,6	IP23

- Forklar kort (men vær presis) hva som står på merkeskiltet (sett inn i kolonnene).
- Beregn: Ptilf., I og S
- Hva blir strømmen hvis du kobler inn en kondensator på 5kVA?

2. En seriekrets består av en resistans på 4Ω og en spole på 6Ω . Den blir tilkoblet 230V.

- Beregn kretsens impedans og $\cos\phi$ + vinkel
- Beregn kretsens strøm.

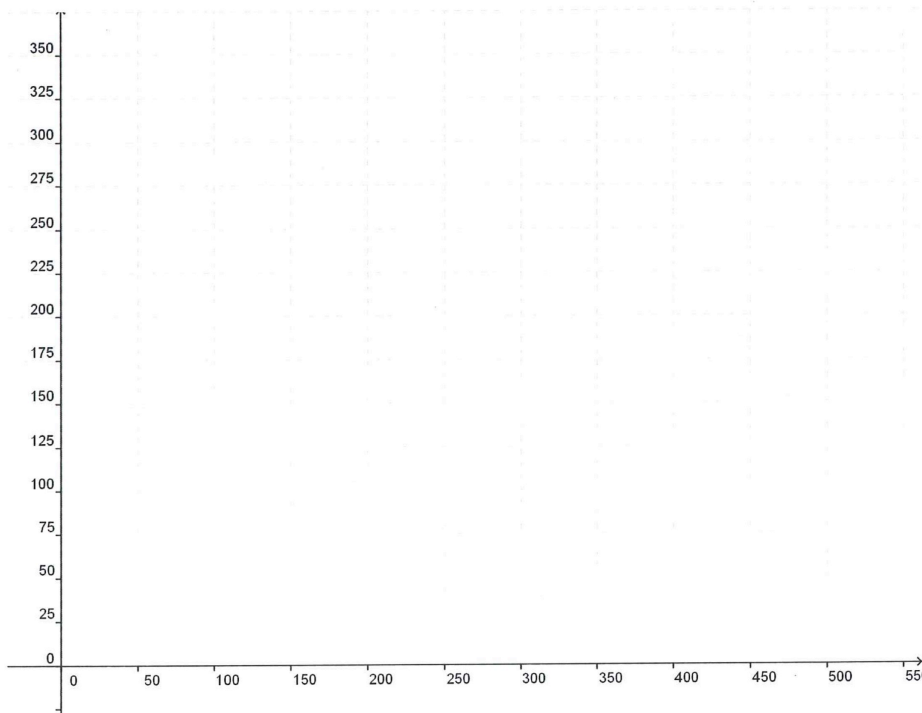
Vedlegg 12: Oppgaveark, matematikktime, Grete

Lineære funksjoner – Grafer

27/2
Fredag 8. januar 2013

Der skal arbeide sammen to og to og forsøke å løse noen problemstillinger i forbindelse med lineære funksjoner. Dere skal bruke blyant/penn og papir på disse oppgavene.

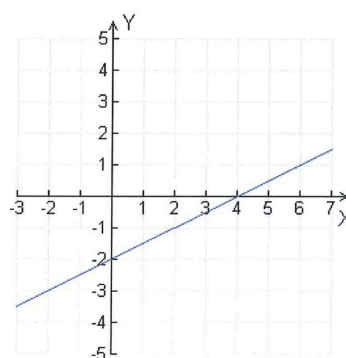
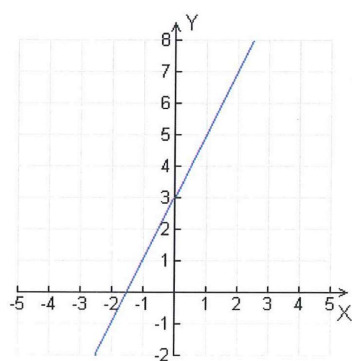
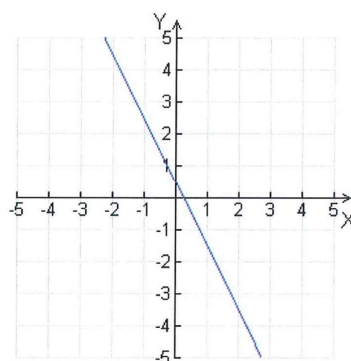
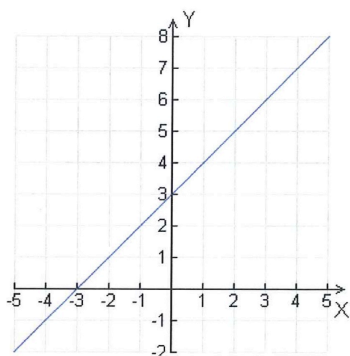
1. Du har kjøpt en mobiltelefon. I avtalen står det at det koster 0,70 kr å sende en SMS.
 - a) Tegn i et koordinatsystem hva det koster å sende 50, 100, 350 og 500 SMS
 - b) Hvordan ser grafen ut?
 - c) Kan du se på grafen hva det koster å sende 150 SMS?
 - d) Hvor mange SMS kan du sende for 100 kr?
 - e) Hvordan kan du bruke grafen til å finne ut hva det koster å finne andre antall SMS?



2. Generell formel for rett linje er $y = ax + b$

På fagsiden på its ligger det en lenker til [program som simulerer rett linje](http://sinuspaabyggp.cappelendam.no/flash/popup_vis.html?tid=79253).
(http://sinuspaabyggp.cappelendam.no/flash/popup_vis.html?tid=79253)
Bruk denne til å finne ut hva tallene a og b står for. Formuler en svarsetning for dette.

3. Bruk det dere fant ut i punkt 2 til å finne funksjonsuttrykket til de fire grafene som er tegnet under.



4. Tegn grafene i et koordinatsystem uten å regne ut punkter.

(tips: start med punktet som skjærer y-aksen)

a) $y = 3x - 3$

b) $y = 2x + 3$

c) $y = \frac{1}{2}x + 1$