

Forskningsprosessen i kjemi

- *Utvikling og utprøving av et undervisningsopplegg i kjemi 2*

Preben Johan Olsen

KJE-3906 Masteroppgave i kjemi – lærerutdanning

Mai 2014



FORORD

Denne masteroppgaven markerer slutten på min femårige lektorutdannelse i realfag ved Universitetet i Tromsø. Årene har gitt meg en faglig tyngde og didaktisk kompetanse som forhåpentligvis gjør meg i stand til å møte lærerhverdagen.

Jeg vil takke Jørn H. Hansen ved Institutt for kjemi og Hans-Georg Köller ved Institutt for lærerutdanning og pedagogikk for konstruktive tilbakemeldinger underveis. Deres veiledning har jeg satt stor pris på! I tillegg vil jeg sende en takk til Truls Ingebrigtsen og Jostein Johansen ved Institutt for kjemi for deres hjelp med å analysere de syntetiserte produktene.

Til slutt vil jeg takke min familie som har hatt forståelse for at det siste semesteret har vært prioritert foran dem. Spesielt trist syntes nok mamma det var da jeg fortalte at jeg ikke hadde tid til å komme hjem på påskeferie, men det kommer flere muligheter til det skal du se.

Tromsø, mai 2014

Preben Johan Olsen

SAMMENDRAG

Læreplanen i kjemi legger i stor grad opp til praktisk arbeid i faget. Forskning tyder på at skoleelever sliter med å lære av elevforsøk, særlig strever elevene med å knytte den praktiske delen av øvelsen opp mot fagteori. Denne oppgaven omhandler et undervisningsopplegg i kjemi 2, kalt *syntese og analyse av dibenzalaceton*. Målet med opplegget var å illustrere en helhetlig forskningsprosess for elevene, samtidig som det styrket elevenes teoretiske, praktiske og metodiske kompetanse i kjemi. Oppgaven presenterer didaktisk teori om praktisk arbeid i naturfagene og teori om de moderne analysemetodene opplegget berører, nemlig gasskromatografi (GC), massespektrometri (MS) og kjernemagnetisk resonans (NMR).

Resultatene fra undersøkelsen tyder på at opplegget i stor grad styrker elevenes forståelse av de tre analysemetodene, særlig for de elevene som har noe forkunnskap om metodene fra før. Undersøkelsen peker samtidig på at det er problemer for noen elever å knytte den praktiske delen av opplegget opp mot tidligere lært teori. Totalt sett tyder undersøkelsen på at undervisningsopplegget er et godt utgangspunkt for læring av teoretisk kunnskap, praktiske ferdigheter og kunnskap om arbeidsmetoder i kjemi. I tillegg er opplegget med på å korte ned noe av avstanden elevene opplever mellom ”skolekjemi” og kjemi i ”virkeligheten”, gjennom å illustrere en helhetlig forskningsprosess på en god måte.

INNHold

1. INNLEDNING	11
1.1 Bakgrunn – Kunnskapsløftet	11
1.2 UiT – Skolelaboratoriet i realfag og teknologi.....	12
1.3 Problemstilling.....	13
1.4 Oppgavens struktur	13
2. TEORI	15
2.1 Elevforsøk – en begrepsavklaring.....	15
2.2 Elevforsøkets plass i Kunnskapsløftet	15
2.3 Læringsteorier	16
2.3.1 Elevforsøk i et konstruktivistisk læringsperspektiv	17
2.3.2 Hverdagsforestillinger og misoppfatninger.....	17
2.3.3 Sosiokulturell læringsteori	18
2.3.4 Deduktiv undervisningsmetode som sosiokulturell læring.....	20
2.4 Mål med elevforsøk.....	20
2.5 Nature of Science	22
2.5.1 Elevenes bearbeiding av data fra elevforsøk	23
2.6 Elevforsøkets utforming	23
2.7 Analyseredskap for læringsutbytte	24
2.7.1 Læring av elevforsøk – en sammenheng mellom to ”verdener”	26
2.7.2 Læringsutbytte i sammenheng med de to ”verdenene”.....	26
2.11 Moderne analysemetoder.....	28
2.11.1 Gasskromatografi (GC)	28
2.11.2 Massespektrometri (MS).....	31
2.11.3 Kjernemagnetisk resonsans (NMR)	32
3. METODE	39
3.1 Kvalitative og kvantitative metoder	39
3.2 Metodisk tilnærming til oppgaven	42
3.2.1 Deltagende observasjon.....	42
3.2.2 Elevintervju.....	43
3.2.3 Spørreskjemaene.....	44

3.2.4 Elevenes etterarbeid	44
3.3 Gjennomføringen av undervisningsopplegget og datainnsamlingen	45
3.3.1 En beskrivelse av undervisningsopplegget – forskningsprosessen	46
3.4 Undersøkelsens validitet, reliabilitet og generaliserbarhet	46
3.5 Svakheter ved undersøkelsen	47
3.6 Etske overveielser.....	48
4. RESULTATER	49
4.1 Elevenes holdninger og vurderinger av egen kjemikkompetanse	49
4.2 Elevenes forkunnskap om analysemetodene.....	51
4.3 Elevenes læringsutbytte i tilknytning til analysemetodene	54
4.4 Elevforsøkets betydning for elevene.....	56
4.5 Gjennomføringen av elevforsøkene	57
4.6 Fokus på læring underveis i forsøket	58
4.6.1 Kontrolloppgaver som fokushjelp	59
4.6.2 Elevenes forståelse av forsøket.....	61
4.7 Arbeid med rapporter	63
4.8 Feilkildedrøftinger	64
4.9 Elevenes systematikk på laboratoriet	66
4.10 Sikkerhets- og risikovurdering	67
4.11 Forskning og forskningsetikk.....	69
4.12 Elevforsøk som samarbeidslæring.....	70
4.13 Rammefaktorer	73
4.14 Analysespektrene	73
4.15 Gjennomsnittlig utbytte, varians og standardavvik fra syntesen.....	77
4.16 Elevenes helhetsoppfatning av undervisningsopplegget.....	78
5. DRØFTING	81
5.1 Elevenes motivasjon i tilknytning til undervisningsopplegget	81
5.2 Analysemetodene og deres spektre.....	81
5.2.1 GC-kromatogrammet	82
5.2.2 Tolkning av <i>enkle</i> massespektre og ¹ H-NMR-spektre.....	82
5.2.3 Spektrene som grobunn for tilpasset opplæring	84
5.2.4 Misoppfatninger og manglende forståelse i tilknytning til strukturformler	84
5.3 Vurdering av elevenes læringsutbytte av elevforsøket.....	86

5.3.1 Elevenes læring på nivå 1 i den observerbare verdenen	86
5.3.2 Elevenes læring på nivå 1 i den abstrakte verdenen.....	87
5.3.3 Elevenes læring på nivå 2 i den observerbare verdenen	87
5.3.4 Elevenes læring på nivå 2 i den abstrakte verdenen.....	87
5.3.5 Nødvendigheten av et teoretisk fundament for å forstå elevforsøk	88
5.4 Elevenes forståelse av vitenskapelige arbeidsmetoder	89
5.4.1 Elevenes innsamling og behandling av datamaterialet.....	89
5.4.2 Drøfting av feilkilder	90
5.4.3 Rapportskriving	91
5.5 Sikkerhets- og risikovurderingen som del av undervisningsopplegget.....	91
5.6 Elevenes respons på forskning- og forskningsetikken.....	92
5.7 Elevforsøket som utgangspunkt for samarbeid og diskusjon	92
5.8 Rammefaktorenes påvirkning	93
5.9 Undervisningsoppleggets validitet som illustrasjon på forskning.....	94
6. KONKLUSJON	95
7. REFERANSER.....	99
Appendiks A: Godkjenning av prosjektet	103
Appendiks B: Spørreskjema.....	104
Appendiks C: Intervjuguiden	107
Appendiks D: Labhefte	109
Appendiks E: Etterarbeid.....	115

1. INNLEDNING

Gjennom snart sytten år i det norske skolesystemet har jeg opparbeidet meg mange inntrykk, erfaringer og opplevelser som jeg har tatt med meg dit jeg er idag. Det å skulle velge et tema for masteroppgaven var derfor ikke et lett valg, da mengden med muligheter er uendelig stor. Særlig de siste to årene, etter to perioder i praksis i tromsøskolene, har det vært mange opplevelser og inntrykk som har måttet bearbeides. På mange måter er det slik at praksisopplevelsene har styrt meg inn mot valget av temaet for denne kjemididaktiske masteroppgaven.

For halvannet år siden var jeg i praksis sammen med en medstudent på en ungdomsskole, og skulle gjøre elevforsøk i naturfag. Tidsinvesteringen var stor, og innsatsen for å få gjennomført opplegget var betydelig. Skuffelsen ble desto større da prøveresultatene ble gjennomgått, og læringen av forsøket så ut som den hadde forsvunnet i løse luften. Et halvår senere, denne gangen i en programfagklasse i kjemi, var det på nytt tid for å gjennomføre elevforsøk. Undervisningen ble nøye planlagt, gjennomføringen gikk fint, men på prøven senere viste det seg nok en gang at læringseffekten ikke hadde vært så god som jeg hadde håpet.

Målet med denne oppgaven har derfor vært å lage et undervisningsopplegg i kjemi 2, hvor elevforsøket skulle stå i sentrum for læring av teoretisk kunnskap, praktiske ferdigheter og naturvitenskapelige arbeidsmetoder i kjemi. Elevforsøket tar utgangspunkt i illustrere en helhetlig forskningsprosess, bestående av å syntetisere og analysere dibenzalacetone.

Undervisningsopplegget berører kompetansemål innenfor hovedområdene forskning, organisk kjemi og analyse i læreplanen. Særlig vekt legger undervisningsopplegget på de moderne analysemetodene gasskromatografi (GC), massespektrometri (MS) og kjernemagnetisk resonans (NMR). Oppgaven vil presentere utviklingen og gjennomføringen av undervisningsopplegget, med tilhørende teori og metode, resultater og drøftinger av disse.

1.1 Bakgrunn – Kunnskapsløftet

Høsten 2006 ble kunnskapsløftet (LK06) implementert som nytt læreplanverk, som erstatning for Reform 94 og L97. Endringen medførte en annen struktur for programfaget kjemi, der 2KJ og 3KJ ble erstattet med Kjemi 1 og Kjemi 2. Timetallet økte fra tre timer 2KJ til fem

timer med Kjemi 1. Timeantallet for 3KJ og Kjemi 2 forble uendret (begge fem timer). Konsekvensen av læreplanendringen i kjemi var at nye emner ble lagt inn i kunnskapsløftet, da det totale antallet timer med kjemi økte.

Moderne analysemetoder var et av de temaene det ble lagt betraktelig mer vekt på i LK06 enn det tidligere var gjort, da analysemetodene er svært viktige verktøy i utviklingen av ny kunnskap i kjemi. Reform 94 hadde et læringsmål som omhandlet moderne analysemetoder i organisk kjemi:

”Elever skal kunne gi eksempler på moderne metoder for analyse og strukturbestemmelser av organiske stoffer” (Kirke, utdannings-, og forskningsdepartementet, 1996:7).

I kunnskapsløftet finner vi igjen de moderne analysemetodene i følgende kompetansemål:

*”Gjøre rede for og utføre **kromatografi**, destillasjon og omkrystallisering”*

*”Utføre analyser med kolorimetri og tolke enkle **massespektre** og **1H-NMR-spektre**”* (Utdanningsdirektoratet, 2006a:6)

Kunnskapsmålene i LK06 inneholder spesifikke analysemetoder (uthevet) som elever skal kunne gjøre rede for, og tolke spektre av. Kravene til kunnskap om analysemetodene er kraftig økt fra R94, som igjen stiller høyere krav til kunnskapen til lærerne som underviser i kjemi. En undersøkelse viste at gjennomsnittsalderen blant realfaglærerne i den videregående skolen er rundt femti år (Utdanningsdirektoratet, 2006b), og konsekvensen er at mange av kjemilærerne tok sin utdanning før utviklingen av de moderne analysemetodene startet for fullt. En del av dagens kjemilærere er derfor ikke kompetente nok til å undervise om analysemetodene på en tilfredsstillende måte.

1.2 UiT – Skolelaboratoriet i realfag og teknologi

En mulighet for de videregående skolene er å kontakte Universitetet i Tromsø for å få hjelp med undervisning av moderne analysemetoder. Skolelaboratoriet i realfag og teknologi skal *”utvikle og gjennomføre kompetansehevende tilbud til elever og lærere i grunn- og videregående skole”* (Universitetet i Tromsø, 2014), og i så måte er det viktig at oppleggene som utvikles på skolelaboratoriet er av interesse for skolene. Undervisning av moderne analysemetoder er et av de temaene der universitetet merker størst pågang fra skoler i

området, da kompetansen blant lærerne er varierende, og kravet til avansert instrumentelt utstyr er mye høyere enn hva de videregående skolene har tilgjengelig. For at tilbudet skal virke kompetansehevende for elever i den videregående skolen, er det viktig at undervisningsoppleggene legger opp til et faglig nivå som er oppnåelig for elevene. Tilbakemeldinger fra elever og lærere er derfor viktige i utviklingen av gode undervisningsopplegg. Denne masteroppgaven har som mål å utvikle et opplegg for elever i den videregående som kan brukes av Skolelaboratoriet på UiT i fremtiden, og i så måte være en del av en videreutvikling av tilbudet som gis på universitetet.

1.3 Problemstilling

Som jeg var inne på innledningsvis, og som forskningslitteraturen påpeker (Abrahams & Millar, 2008; Hofstein & Lunetta, 2004), kan det å skape lærerike undervisningsopplegg med elevforsøk som metodisk tilnærming være vanskelig. Hovedmålet med oppgaven var derfor å skape et opplegg med praktisk karakter som fremmer læring hos elevene, og samtidig illustrerer en forskningsprosess i kjemi. I løpet av oppgaven ønsker jeg å finne svar på følgende problemstilling, som er utformet som en forskningshypotese:

- *Et undervisningsopplegg som illustrerer en helhetlig forskningsprosess vil bidra til en styrking av elevenes teoretiske, praktiske og metodiske kompetanse innenfor sentrale deler av kjemifaget.*

Med teoretisk kompetanse menes kunnskap om begreper, lover, modeller, konsepter og teorier som former vår forståelse av kjemi. Sjøberg (2009) refererer til dette som produktdimensjonen ved naturvitenskapen. Praktisk kompetanse er kanskje selvforklarende, men det omhandler altså elevenes evner til å utføre prosedyrer og å beherske nødvendige instrumenter og utstyr. Elevenes metodiske kompetanse berører sentrale trekk ved naturvitenskapelige metoder, som observasjon og målinger, drøftinger av datamateriale, utførelse av holdbare resonnementer og å trekke konklusjoner basert på empiriske data. Dette er hva Sjøberg (2009) kaller prosess- og methodedimensjonen ved naturvitenskapen.

1.4 Oppgavens struktur

Det teoretiske rammeverket for drøftingen av undervisningsopplegget er presentert i kapittel 2, sammen med teori om de moderne analysemetodene som har blitt brukt. Kapittel 3

inneholder de metodiske tilnærmingene i undersøkelsen, med en beskrivelse av utførelsen av selve undervisningsopplegget. I kapittel 4 vil jeg presentere dataene som er samlet inn i forbindelse med undersøkelsen, og disse vil i kapittel 5 drøftes i lys av teorien skrevet i kap. 2. Til slutt vil jeg i kapittel 6 vurdere gyldigheten til forskningshypotesen i en avsluttende konklusjon.

2. TEORI

Laboratorieaktivitet har lenge hatt en sentral rolle i naturfagundervisningen på skolen, og kan spores tilbake til slutten av 1800-tallet (Hofstein, 2004). Siden 60-tallet har også praktisk arbeid tatt større plass i læreplanverk internasjonalt. Allerede samme tiår kom de første artiklene som spredte tvil om effekten denne tilnærmingen hadde på læringen til elevene (Hofstein, 2004). Litteraturen om elevforsøk som er skrevet de siste 40-50 årene er verdifull for å forstå hvordan denne undervisningsmetoden kan brukes for å fremme læring blant elevene i den norske skolen. Derfor vil dette teorikapittelet i stor grad omhandle den forskningen som er gjort på dette området. I tillegg vil jeg gjennomgå teori som omhandler de analysemetodene som er brukt i undervisningsopplegget. For ordens skyld vil jeg understreke at selv om denne oppgaven omhandler et elevforsøk i kjemi – er grunnlaget for teorien basert på forskning innenfor alle naturfagene. Dette ser jeg ingen problemer med, da teorien om praktiske tilnærminger er overførbart fra et av naturfagene til et annet.

2.1 Elevforsøk – en begrepsavklaring

”Kjært barn har mange navn” heter det, og sjeldent passer ordtaket bedre enn når det snakkes om praktisk arbeid i naturfagene. For å skape en felles oppfatning av begrepet elevforsøk, er det viktig å definere hva som ligger i begrepet. Elevforsøk, elevøvelse, eksperiment, laboratorieøvelse, forsøk, øvelse, laboratoriearbeid eller praktisk arbeid er alle beskrivelser av undervisningsmetoder eller situasjoner som har samme eller lignende betydning. I denne oppgaven vil jeg bruke flere av disse uttrykkene om samme undervisningssituasjon. Sjøberg (2009) definerer praktisk arbeid i naturfag ved at elevene innhenter egne erfaringer med stoffer og utstyr, og observerer objektene direkte, ikke gjennom bøker eller andre skriftlige kilder. Jeg vil forholde meg til denne definisjonen i oppgaven videre.

2.2 Elevforsøkets plass i Kunnskapsløftet

Læreplanverket er det dokumentet som styrer mye av virksomheten på skolen, og i så måte er det naturlig å se elevforsøket i sammenheng med kunnskapsløftet. I læreplanen i kjemi ligger det både retningslinjer i forhold til hva som skal læres, i form av kompetansemål, men det ligger også en del føringer for hvordan kunnskapen skal læres. I formålet med faget kan vi for eksempel lese følgende:

”Utviklingen av kjemisk viten skjer i en vekselvirkning mellom eksperimenter og teori. Vekselvirkningen avspeiles i programfaget kjemi, der planlegging og gjennomføring av forsøk og vurdering av resultater er sentralt. (...) I programfaget skal den enkelte utvikle fortrolighet med naturvitenskapelig tankegang og naturvitenskapelige arbeidsmåter, og kunne vurdere eget arbeid og resultater.” (Utdanningsdirektoratet, 2006a:2)

Sitatet over legger tydelige føringer om at i programfaget kjemi står elevforsøket sterkt, og i tillegg finner vi 11 kompetansemål i kjemi 2 med formuleringer som krever en praktisk tilnærming for å kunne oppnås (Utdanningsdirektoratet, 2006a). Det er med andre ord ingen tvil om at læreplanen legger opp til praktiske tilnærminger til en rekke av kompetansemålene i kjemi.

I den norske skolen vektlegges praktiske elevøvelser i naturfagundervisningen, da øvelsene betraktes som en god måte for både å lære både naturvitenskapelige tenke- og arbeidsmåter, og for å lære fagstoff på (Kind, 2003). Svar fra norske elever presentert i PISA-undersøkelsen fra 2006 gir også indikasjoner på at praktisk elevarbeid er en hyppig arbeidsform i skolen. Bare 14 % av elevene sier de nesten aldri eller aldri gjør forsøk i naturfagrommet (Kjærnsli, Lie, Olsen & Roe, 2007). Å lage gode undervisningsopplegg basert på denne undervisningsformen vil derfor være viktig for elevenes læring i naturfagene.

2.3 Læringsteorier

Skolen har som oppgave å videreføre og formidle holdninger, kunnskaper og ferdigheter som blir sett på som nyttige for samfunnet til den oppvoksende generasjonen (Imsen, 2005). En læringsteori vil være en slags forklaringsmodell for hvordan en skal overføre denne kunnskapen til elevene, som er basert på synet om hvordan læring skjer og hva kunnskap er. Alene vil ikke læringsteorier kunne gi svaret på hvilke undervisningsmetoder som bidrar til den mest effektive læringen hos elevene, men Imsen (2005) påpeker at læringsteorier er viktige for at læreren skal kunne ta bevisste valg i forhold til de metodene som brukes i undervisningen. I denne oppgaven kommer jeg til å gå inn på konstruktivistisk og sosiokulturell læringsteori, og prøve å se elevforsøk i lys av disse læringsteoriene, da disse læringsteoriene er mest fremtredende i undervisningsopplegget. Jeg vil likevel påpeke at også behavioristisk læringsteori har en betydelig rolle i det norske klasserommet, men da dette er en læringsteori som i liten grad beskriver hvordan fagkunnskap tilegnes, anser jeg denne som mindre interessant i denne oppgaven.

2.3.1 Elevforsøk i et konstruktivistisk læringsperspektiv

Den kanskje mest populære læringsterorien innenfor naturfagene er konstruktivistisk læringsteori (Quale, 2003), og det er en teori som forklarer både hva kunnskap er, og hvordan læring skjer (Imsen, 2005). Konstruktivismen tar avstand fra den positivistiske oppfatningen av kunnskap som en objektiv sannhet, og mener kunnskap er et produkt skapt av mennesket for å forstå og forklare verden rundt oss (Imsen, 2005). Læring blir sett på som en aktiv prosess, der eleven bygger sin egen kunnskap, ofte i samspill med den fysiske omverdenen (Imsen, 2005; Sjøberg, 2009). Eleven er med andre ord en slags ”forsker”, som undersøker verdenen rundt seg, og i søken etter forklaringer på de erfaringene som gjøres, konstrueres egne ”lover” og ”teorier” (Sjøberg, 2009). Vi ser tydelige likhetstrekk med elevforsøk som undervisningsmetode, der elevene nettopp gjennom bruk av utstyr og stoffer og observasjoner av kjemiske reaksjoner, skal forklare det de erfarer i læringssituasjonen.

De erfaringene eleven gjør, i samspill med omgivelsene, vil ifølge konstruktivismen bidra til læring. Jean Piaget mener mennesket lagrer kunnskapen som indre skjemaer, som brukes i tolkninger av nye situasjoner som oppleves av individet (Imsen, 2005). Skjemaene struktureres av individet for å forstå verden slik den oppleves, og skjemaene vil tilpasses etterhvert som nye erfaringer gjøres. En erfaring som kan forklares ved bruk av eksisterende skjema kaller Piaget assimilasjon, og bidrar i så måte ikke til konstruksjonen av ny kunnskap. Dersom skjemaene derimot ikke er tilstrekkelig i forklaringen av fenomenet som oppstår, vil individet være nødt til å forkaste, endre, reorganisere eller utvide de eksisterende skjemaene. En slik prosess kaller Piaget akkomodasjon, og det er denne prosessen som bidrar til ny læring (Imsen, 2005). Assimilasjon- og akkomodasjonsprosessene har mye til felles med naturvitenskapelig forskningmetode, med hypotesedannelse (assimilasjon), hypotesetesting (eksperimentering/empiri), verifisering eller dannelsen av alternativ hypotese (akkomodasjon) (Imsen, 2005:233).

2.3.2 Hverdagsforestillinger og misoppfatninger

Konstruktivismen som læringsteori begrenser ikke læringen til noe som bare skjer i skolehverdagen, men derimot noe som skjer instinktivt fra barnets fødsel (Imsen, 2005). Dette betyr at elever allerede har konstruert skjemaer basert på erfaringene sine i hverdagen. Skjemaene fungerer godt som forklaringer på de daglige observasjonene og opplevelsene de

møter, men kan derimot stride med de vitenskapelige forklaringsmodellene man finner i blant annet kjemi (Sjøberg, 2009). Det er dette som kalles hverdagsforestillinger.

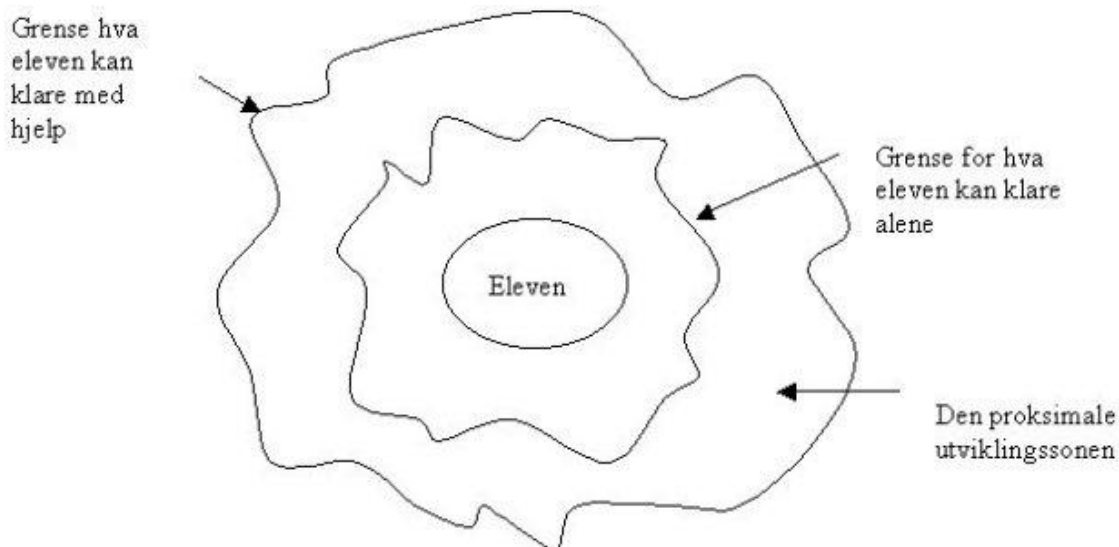
”Self- developed concepts made by students do not often match up with today’s scientific concepts. One fails to take into account that these young folks have often, through observation, come up with their own mostly intelligent ideas of the world” (Barke, Hazari & Yitbarek, 2009:21).

Elevenes hverdagsforestillinger, som på engelsk oversettes til ”self-developed concepts” eller ”preconcepts”, er ofte kognitive skjemaer det er vanskelig å endre på, da de gjerne over lang tid har vært tilstrekkelige for eleven (Sjøberg, 2009). Ofte er det ikke tilstrekkelig at læreren legger frem en alternativ forklaringsmodell, da denne ikke vil aksepteres av eleven (Barke et al., 2009). Praktiske tilnærminger kan i større grad bidra til å rette opp elevenes hverdagsforestillinger.

Mens hverdagsforestillinger er noe elevene har dannet seg på forhånd, er misoppfatninger feilslåtte kognitive skjemaer som er konstruert på skolen. Barke et al. (2009) kaller dette ”school-made concepts”, og ofte dannes disse på høyere nivå i naturfagene. Årsaken er at begrepene ofte er veldig teoretiske, og elevene har dermed ikke noe forhold til dem fra før. I tillegg er kravene til lærerens faglige nivå og evne til å forklare teorien enda høyere, og i enkelte tilfeller kan manglende evner eller forståelse hos læreren bidra til misoppfatninger. I programfagene i kjemi vil man derfor kunne forvente å finne både hverdagsforestillinger og misoppfatninger.

2.3.3 Sosiokulturell læringsteori

Mens konstruktivismen i stor grad fokuserer på enkeltindividet og dets konstruksjon av kunnskap, legger den sosiokulturelle læringsteorien til grunn at læring skjer i samspill mellom individer (Imsen, 2005). Språket er det viktigste verktøyet i læringsprosessen mente Vygotsky, og er byggesteiner for tenkningen. Vygotskys teori påpeker at enkeltindividet er i stand til å utføre handlinger i samspill med andre før det er i stand til å gjøre det alene. Vi skiller altså mellom to ulike evnenivåer; hva individet kan klare alene, og hva individet klarer ved hjelp i samspill med andre. Modellen kalles ofte *den proksimale utviklingssonen*, illustrert ved figur 2-1.



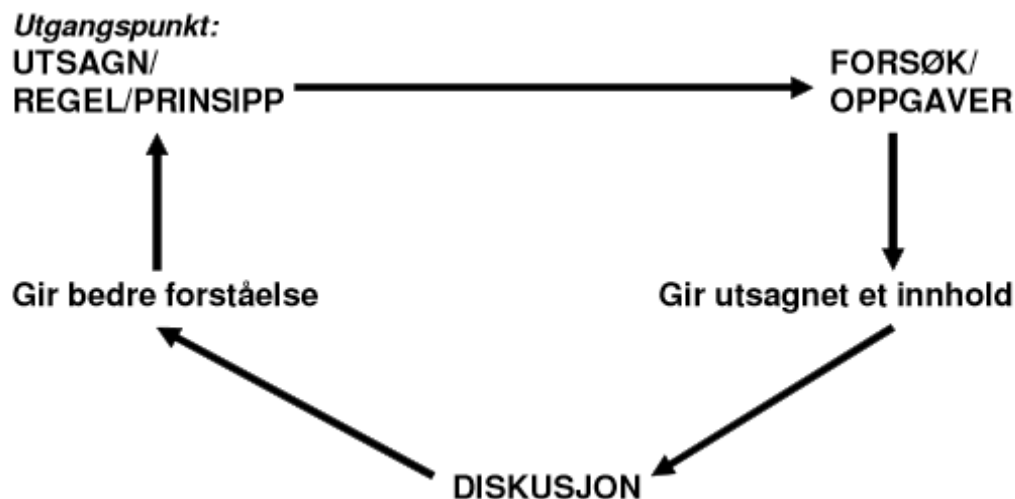
Figur 2-1: Den proksimale utviklingssonen (Imsen, 2005:259).

I klasserommet er det ofte læreren som fungerer som en støttespiller, eller medierende hjelper, men det kan også være medelever. Samarbeidslæringen i skolen har derfor sin rot i sosiokulturell læringsteori. Imsen (2005) påpeker at to medelever som famler seg frem til en løsning på en oppgave i fellesskap ikke er forenelig med sosiokulturell læringsteori, da ingen av dem fungerer som medierende hjelper. De famlende elevene er et eksempel på sosial konstruktivisme, som er en kombinasjon av konstruktivisme og sosiokulturell læringsteori. Hvorvidt elever fungerer som medierende hjelpere for hverandre, eller som likeverdige deltagere i det sosiale samspillet, kommer an på det faglige nivået hvert individ besitter. Det er grunn til å tro at det under praktiske aktiviteter forekommer læring i tilknytning til begge teoriene.

Hofstein & Lunetta (2004) viser til en rekke undersøkelser som peker på at elevforsøk har et potensial for å skape et godt sosialt miljø som kan bidra til økt læring. Elevene jobber vanligvis i små grupper, og vil forbedre sine sosiale ferdigheter, opparbeide seg et bedre vokabular (som er essensielt i sosiokulturell læringstradisjon), mens læreren fungerer som støttespiller i diskusjonene. Et laboratorium (eller kjemilab) vil være en mer uformell læringsarena, og i så måte bidra til en mer samtale- og diskusjonsbasert undervisning (Hofstein & Lunetta, 2004). Dette er også i tråd med de grunnleggende ferdighetene elevene skal kunne i kjemi, beskrevet i den generelle delen av læreplanen for faget (utdanningsdirektoratet, 2006a:4).

2.3.4 Deduktiv undervisningsmetode som sosiokulturell læring

Den deduktive undervisningsmetoden er den metoden som er mest benyttet i norske skoler, særlig ved høyere trinn (Thomassen, 2008). Metoden blir ofte referert til som vanlig tavleundervisning, der læreren går gjennom fagteori og eksemplifiserer denne. Deretter løser elevene selv oppgaver for å få en bedre forståelse av teorien som er gjennomgått. Figur 2-2 beskriver strukturen til den deduktive undervisningsmetoden.



Figur 2-2: Strukturen til den deduktive undervisningsmetoden (Thomassen, 2008:3).

Den deduktive undervisningsmetoden har sin rot i sosiokulturell læring, da læreren forklarer teori eller gjennomgår oppgaver for elevene (Imsen, 2005). Det stiller imidlertid krav til læreren om at han må forstå hvilket nivå elevene er på, for å kunne samarbeide med elevene kognitivt. Diskusjonsdelen i metoden støttes også i henhold til sosiokulturell tradisjon, da språklige ferdigheter er fremtredende. Den deduktive metoden har samtidig en klar utfordring når det gjelder å engasjere elevene underveis, og elevenes eierforhold til fagstoffet blir ofte svakt.

2.4 Mål med elevforsøk

Sjøberg stiller spørsmålet: "er praktisk arbeid mer effektivt enn vanlig undervisning?", og svarer selv at det kommer an på hva som er målet med undervisningen (Sjøberg, 2009:405).

Det viser seg ofte å være avstand mellom hva lærere sier er deres mål med forsøket, og deres praksis (Millar, 2010). Elevene oppfatter heller ikke hvilke mål de er ute etter å nå (Hofstein & Lunetta, 2004). Mange naturfaglærere ser det som deres plikt å utføre praktiske øvelser med elevene, og velger ikke denne arbeidsformen som en strategi for å oppnå læring (Millar, 2010). Resultatet kan være at elevforsøkene virker mot sin hensikt, ved at de forvirrer elevene og fører til lite læringsutbytte, slik Hodson beskriver (Abrahams & Millar, 2008).

Det er heller ingen klar enighet blant forskere om hva elevene skal lære av praktiske øvelser. Millar (2010) mener det er fem hovedmål med laboratoriearbeid:

- Forbedre elevenes forståelse av fagkunnskap (teorier, konsepter, modeller);
- Å lære og utføre eksperimenter ved bruk av nødvendig utstyr/instrumenter;
- Å gi innsikt i naturvitenskapelige metoder, og kunne drive med naturvitenskapelig virksomhet;
- Å øke elevenes interesse og motivasjon;
- Å utvikle forståelse av begrepet nature of science (NOS).

Det virker som det er enighet om at praktisk arbeid skal ha som mål å forbedre elevenes fagkunnskap i naturfagene, da de fleste nevner dette som et mål (Hofstein & Lunetta, 2004; Hodson, 1990 ref. i Millar, (2010); Seré (2002)). Kind (2003) mener dette argumentet ligger til grunn for den høye statusen praktisk arbeid har i norsk skole. Lærere forventer også at elevøvelser skal forbedre elevenes forståelse av begreper i naturfagene (Seré, 2002). Samtidig påpeker Seré at elevene er nødt til å ha en god teoretisk forståelse i forkant av de praktiske aktivitetene, da deres forståelse av utstyret som brukes, og de observasjonene som gjøres i høyeste grad er teoriavhengig. Denne vekselvirkningen mellom teori og den fysiske verdenen kommer jeg tilbake til i delkapittel 2.7.1.

De resterende målene er av praktisk karakter, kunnskap om naturvitenskapelige metoder eller holdninger i kjemi. Vi finner igjen flere slike mål under hovedområdet ”forskerspiren” for naturfag (1. -11. klasse), ”metoder og forsøk” i kjemi 1 og hovedemnet ”forskning” i kjemi 2. Forskerspiren ble lagt inn i kunnskapsløftet som et eget hovedområde for å tydeliggjøre kompetansemål som tidligere hadde ligget skjult i læreplanen (Isnes, 2005).

Prosessdimensjonen ved naturfagene omhandler utvikling av hypoteser, eksperimentering,

observasjoner, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon og begrunnelser for konklusjoner. Hovedmålet er å inkludere denne dimensjonen ved naturfagene, som på engelsk er oversatt til Nature of Science (jfr. Millar).

2.5 Nature of Science

Kind (2003) presenterer en liste med fire mål for praktisk arbeid. Her skiller Kind mellom det å *utøve* naturvitenskap, og det å ha kunnskap *om* naturvitenskap og hvordan naturvitenskapelig kunnskap skapes og etableres. Det er nettopp denne kunnskapen om naturvitenskap vi kan knytte til begrepet Nature of Science (NOS). Å definere Nature of Science er ikke lett, til tross for at det innenfor naturfagdidaktikken er et stort fokus på begrepet (Lederman, 2007). Noen av aspektene ved begrepet er presentert av McComas, Clough & Almazroa (1998):

- Naturvitenskapelig kunnskap er ikke endelig
- Naturvitenskapelig kunnskap avhenger i stor grad av observasjon, eksperimentelle bevis, rasjonelle argumenter og skepsis
- Det finnes ikke en universell naturvitenskapelig metode
- Naturvitenskapen prøver å forklare naturlige fenomener
- Naturvitenskapen er kulturelt betinget
- Naturlover og teorier har ulike roller innenfor naturvitenskapen, og er ikke hierarkiske
- Naturvitenskapelig forskning bygger på kreativitet

Selv om det ikke er en generell enighet om nøyaktig hva konseptet NOS omhandler, er det en bred enighet om at det er av stor nytte å undervise det til elever (Lederman, 2007). McComas et al. (1998) påpeker at de mange misoppfatningene knyttet til NOS i seg selv legitimerer et økt fokus på læring av begrepet. En av de mest vanlige misoppfatningene blant elever er at det bare finnes én naturvitenskapelig metode (McComas, 2002; Sjøberg, 2009). En annen årsak til at fokus på begrepet er at det ser ut til at elevene får en bedre forståelse av de øvrige naturfagemnene (Lederman, 2007, McComas et al., 1998). Lederman (2007) påpeker at en av

årsakene til de mange misoppfatningene hos elevene, er at det finnes misoppfatninger blant lærerne også.

2.5.1 Elevenes bearbeiding av data fra elevforsøk

I PISA-undersøkelsen fra 2006 slås det fast at den viktigste årsaken til at praktisk arbeid er en viktig del av læreplanen er at elevene skal kunne vurdere og bearbeide resultater, samt å kunne trekke konklusjoner fra empirien (Kjærnsli et al., 2007). Denne ferdigheten går inn under kompetanse 3 i PISA; å kunne bruke naturvitenskapelig evidens. Elever i den norske skolen presterer svært dårlig på dette kompetanseområdet. I sin undersøkelse observerte Abrahams & Millar (2008) at lærerne i liten grad brukte dataene til studentene som grunnlag for drøftinger. Seré (2002) påpeker at drøftinger eller analyser av data bør skje i kontekst med praktiske øvelser, men at mange elever ser på drøftinger av data som en atskilt del av laboratorieøvelsen – som ofte finner sted hjemme. Mange elever har også inntrykk av at dersom utstyret er godt nok, og utstyret brukes på en forsiktig og korrekt måte, vil det være mulig å få perfekte målinger fra forsøket (Leach, 2002). Elevene drøfter også dataene sine opp mot en ”sann” verdi for forsøket, ofte gitt av læreren (Leach, 2002; Berry, Mulhall, Gunstone & Loughran, 1999).

2.6 Elevforsøkets utforming

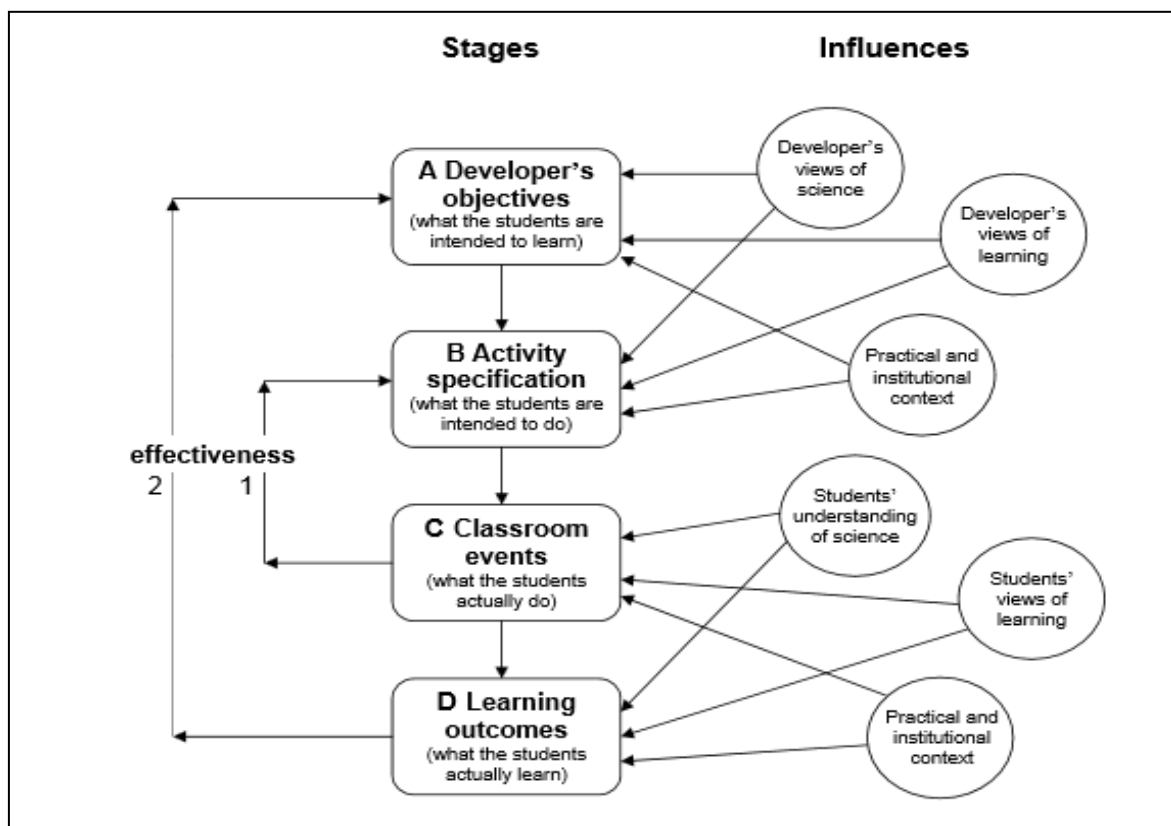
De mest vanlige elevforsøkene er forsøk der fremgangsmåten er gitt, ofte referert til som kokebokoppskrifter. 89 % av lærerne forteller i TIMSS-undersøkelsen at de i all hovedsak bruker øvelser der fremgangsmåten er beskrevet for elevene (Kind, 2003). En av hovedutfordringene med en slik utforming er at elevene klarer å gjennomføre oppgaven uten kognitiv tilstedeværelse i undervisningssituasjonen (Berry et al., 1999), og dette vil ifølge Seré (2002) føre til en dårlig forståelse av stegene i prosedyren. Elever har også uttrykt at lukkede elevforsøk ikke engasjerer nok, da de har mer lyst å undersøke egne spørsmål, enn dem som læreren har bestemt på forhånd (Seré, 2002).

De åpne forsøkene, der elevene selv lager ”forskningsspørsmålet” og utformer egne prosedyrer engasjerer elevene i større grad enn de lukkede forsøkene (Berry et al., 1999). Derimot virker det som om denne interessen raskt forsvinner dersom elevene møter på problemer underveis. Dersom elevene ikke har prosedyrekunnskap, dvs et sett med verktøy

for hvordan de skal finne svar på spørsmålene sine, vil det være svært vanskelig for elevene å være selvstendige i utformingen av prosedyren (Seré, 2002). Studenter vil da kunne lage prosedyrer som ikke leder til meningsfulle resultater (Berry et al., 1999). Forskningen fra Berry et al. (1999) forteller også at dersom elevene har lagd en prosedyre som de bestemmer seg for å følge, vil de følge den uten å tenke underveis, på samme måte som for de lukkede forsøkene. Selv om elevene skal møte på utfordringer ved den valgte prosedyren, viser det seg at de likevel fortsetter, istedet for å modifisere fremgangsmåten (Berry et al., 1999). Kravet til læreren blir derfor mye større i åpne forsøk, i og med at han også må kontrollere at elevenes prosedyrer fører frem til de ønskede resultatene.

2.7 Analyseredskap for læringsutbytte

Som nevnt i delkapittel 2.4, gir det å snakke om læringsutbytte av elevforsøk ingen mening dersom ikke målene for forsøket er spesifisert på forhånd. Figur 2-3 viser en modell utviklet av Millar, Tiberghien & Le Maréchal (2002), som er et nyttig hjelpemiddel i vurderingen av elevforsøkets innvirkning på læringen.



Figur 2-3: Faser i utvikling og gjennomføring av praktiske aktiviteter (Millar et al., 2002:12).

Første fase i utviklingen av et undervisningsopplegg finner vi i **boks A**. Her uttrykkes målene for hva læreren hadde tenkt at elevene skulle kunne etter opplegget. Målene er påvirket av mange ulike faktorer, blant annet lærerens syn på hva som er viktig å kunne, lærerens oppfatning av NOS, lærerens syn på hvordan læring skjer (læringsteoretisk perspektiv), og ikke minst er læreren påvirket av læreplanen (Millar, 2009). I tillegg vil rammefaktorer som utstyr, læringslokaler og andre praktiske faktorer påvirke lærerens mål for aktiviteten.

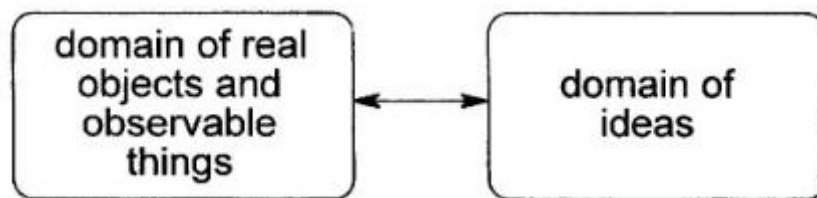
Målene i boks A må så læreren ”oversette” til handling; hva må elevene gjøre for å nå målene? **Boks B** gir svaret på hva elevene bør gjøre for å nå målene, slik læreren ser det. Når det gjelder elevforsøk vil ofte denne ønskede handlingen vise seg i form av en detaljert prosedyreliste for lukkede forsøk (closed investigations), eller som åpne spørsmål som stiller krav til at elevene selv finner en metode å løse problemet på (open investigations). Igjen vil læreren påvirkes av de samme faktorene som for boks A (Millar, 2009).

I **boks C** har vi forflyttet oss til læringsarenaen, og læreren kan observere hva elevene faktisk gjør når de har fått oppgaven. På samme måte som læreren er påvirket av ulike faktorer, vil også elevene være påvirket (Millar, 2009). Elevenes mangelfulle kunnskap i faget kan være til hindring i utførelsen ved at de ikke forstår oppgaven/prosedyren, eller har manglende ferdigheter i bruk av utstyret som er nødvendig for å klare oppgaven. Synet på læring kan også være en faktor å se opp for, da elevene kan ha spesielle meninger om hvordan de lærer (for eksempel om de lærer mest ved at læreren ”gir” dem svaret, eller ved egen utforskning) (Millar, 2009). Til slutt vil ytre påvirkning, som relevans til læreplan, vurderingsform og tilgjengelig utstyr kunne styre elevenes handlinger. Resultatet kan være at elevene utfører aktiviteten tett opp mot det læreren hadde tenkt på forhånd, eller at handlingene avviker betydelig fra det som var tenkt på forhånd. Forholdet mellom boksene B og C kaller Millar et al. (2002) læringseffekt på nivå 1.

Den siste boksen, **boks D**, forteller hva elevene faktisk lærte av aktiviteten. Forholdet mellom boksene A og D, altså forholdet mellom målene læreren hadde for hva elevene skulle lære, og hva de faktisk lærte. Millar et al. (2002) beskriver dette som læringseffekt på nivå 2.

2.7.1 Læring av elevforsøk – en sammenheng mellom to ”verdener”

I delkappitel 2.4 gikk vi gjennom endel av målene med å gjøre elvforsøk, og ofte hensikten å forbedre elevenes forståelse av teoretiske begreper, fenomener eller ideer. Millar et al. (2002) påstår til og med at enhver laboratorieøvelse har som hensikt å hjelpe elever med å se sammenhengen mellom to verdener; den observerbare verdenen (o), i form av stoffer, utstyr, observerbare hendelser og andre faktorer som påvirker sansene våre, og en abstrakt verden (a), bestående av lover, teorier eller begreper som forklarer det observerbare. Forskning viser at elever i stor grad ikke klarer å se sammenhengen mellom det observerbare, og de teoretiske begrepene eller konseptene som ligger bak (Berry et al., 1999). I beste fall vil elevene opparbeide seg et mentalt bilde, eller en ”følelse” av hva fenomenet innebærer gjennom forsøk (Berry et al., 1999).



Figur 2-4: Elevforsøkets hensikt; å skape sammenheng mellom den observerbare verdenen (o) og den abstrakte verdenen (a) (Millar et al., 2002:9).

Mengden ideer som spiller inn for å forstå det observerbare, vil variere ut fra hvilken elevøvelse som gjennomføres. I noen tilfeller vil det være relativt enkle ideer som vil kunne forklare de observasjonene som utføres, mens andre ganger kan det være tunge, sammensatte teoretiske konsepter som er ment å forklare den virkelige verdenen (Millar, 2009). Berry et al. (1999) påpeker at elever ofte har et fokus på å gjennomføre eksperimentet så raskt som mulig, og bruker uttrykket ”hands-on” istedet for ”minds-on”. I situasjoner hvor tunge teoretiske konsepter forklarer tingene som blir observert, vil dette være svært uheldig.

2.7.2 Læringsutbytte i sammenheng med de to ”verdenene”

For å få et helhetlig bilde av den læringen som skjer i tilknytning til elevforsøk, må vi både ta i betraktning om læringseffekten ligger på nivå 1 eller nivå 2, og om læringen skjer i den observerbare verdenen eller den abstrakte verdenen. Ved å kombinere modellene fra de to

foregående delkapittelene, vil vi kunne danne et rammeverk for vurdering av læringsutbytte av elevforsøk (Abrahams & Millar, 2008), gitt i tabell 2-1.

Tabell 2-1: Rammeverk for vurdering av læringsutbytte i tilknytning til praktisk arbeid (Abrahams & Millar, 2008:1949).

Læringsutbytte	Den observerbare verdenen (o)	Den abstrakte verdenen (a)
En aktivitet kan betraktes som vellykket på nivå 1 dersom:	Elevene utfører aktiviteten, med de stoffene og utstyret de har fått utgitt, på en korrekt måte i henhold til hva læreren hadde som mål.	Elevene tenker på de teoriene/begrepene læreren ønsker i tilknytning til de handlingene de gjør og observasjonene de merker seg underveis (mens de utfører aktiviteten).
En aktivitet kan betraktes som vellykket på nivå 2 dersom:	Elevene ved en senere tid kan huske og beskrive handlinger de utførte med stoffene og utstyret, det de observerte da de utførte oppgaven, og de viktigste elementene ved de innsamlede dataene.	Elevene kan senere vise forståelse for de teoriene eller begrepene som de gjennom aktiviteten skulle lære (og i beste fall også anvende disse i nye situasjoner)

Det er viktig å merke seg at de fire cellene på ingen måte er uavhengige av hverandre; det vil for eksempel være vanskelig å se for seg at en aktivitet er vellykket på nivå 1-a, dersom den ikke var vellykket på nivå 1-o (Abrahams & Millar, 2008). I mange sammenhenger vil det interessante være å se på om aktiviteten har vært vellykket på nivå 2, gitt vi vet at den har vært vellykket på nivå 1 (dvs at forsøket har gått etter planen).

Rammeverket har en klar utfordring, og det er at til en viss grad vil alle observasjoner gjort av individet være ”farget” av det teoretiske grunnlaget det besitter, slik Seré (2002) påpeker. I så

måte vil det i enkelte tilfeller kunne være vanskelig å dra skillelinjene mellom de to verdenene beskrevet over. Likevel mener Millar et al. (2002) rammeverket er et godt verktøy for å vurdere læringen av praktiske øvelser. Jeg har derfor tatt utgangspunkt i denne modellen når jeg har drøftet læringen elevene oppnådde i tilknytning til elevforsøket.

2.11 Moderne analysemetoder

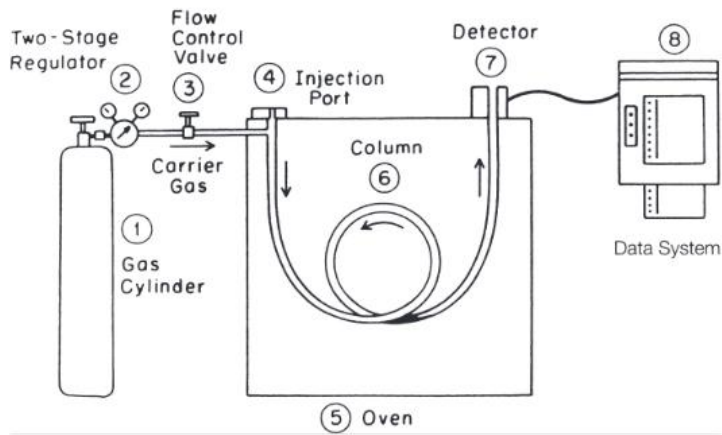
Som jeg var inne på innledningsvis, har fokuset på moderne analysemetoder økt betraktelig i kunnskapsløftet. Gasskromatografi (GC), massespektrometri (MS) og kjernemagnetisk resonans (NMR) er tre analysemetoder som nevnes der, og som er svært kjente og mye brukt i kjemi. Prinsippene for metodene er relativt gamle, for eksempel kan prinsippet for MS dateres til 1890-tallet (Pavia, Lampman, Kriz & Vyvyan, 2009). De siste årene har utviklingen av disse analysemetodene vært enorm, særlig innenfor biokjemien (se Pavia et al., 2009; Miller & Tanner, 2008). Nå brukes både MS og NMR aktivt blant annet i utviklingen av medisiner og til bestemmelse av 3D-strukturer til proteiner og DNA/RNA.

De neste avsnittene vil jeg bruke til å gjennomgå prinsippene for de 3 metodene nevnt over, da disse tre metodene ble brukt i undervisningsopplegget med kjemi 2 – elevene.

2.11.1 Gasskromatografi (GC)

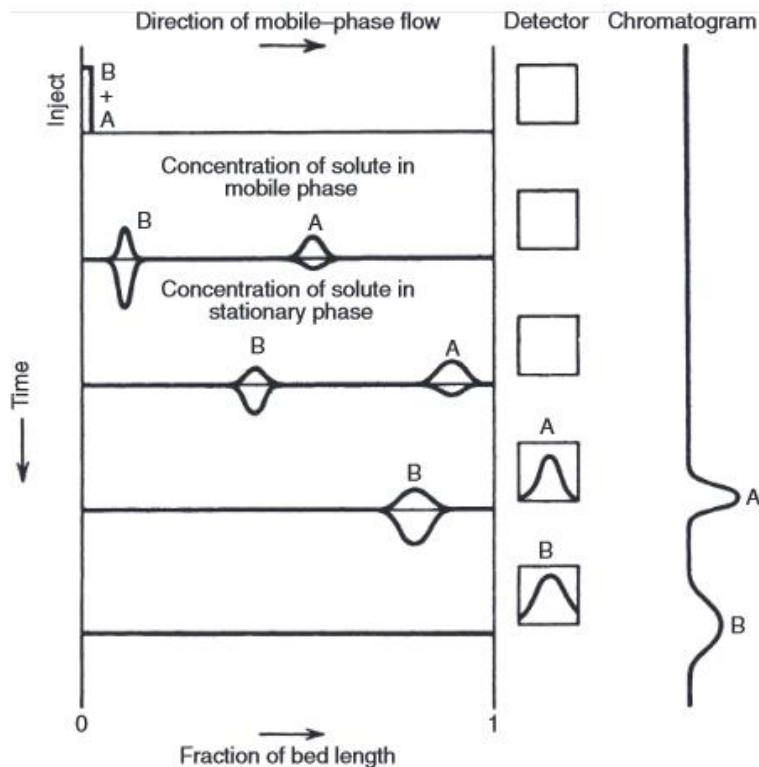
I løpet av relativt få år, har gasskromatografi blitt en ledende analysemetode når det kommer til separasjon og analyse av flyktige kjemiske stoffer. Gasskromatografi er faktisk den mest brukte analyseinstrumentet i verden (McNair & Miller, 2009).

To viktige begreper må på plass når vi snakker om GC, nemlig den stasjonære og mobile fasen. Den stasjonære fasen, som enten kan være et fast stoff eller en væske, sitter i en kolonne. Hensikten med å ha den stasjonære fasen, er at ulike stoffer i en prøve vil kunne vekselvirke ulikt med den stasjonære fasen. Den mobile fasen, som er en bære-gass, er med på å transportere prøven gjennom kolonnen. Se figur 2-5 for gasskromatografens ”anatom”.



Figur 2-5: Illustrasjon som viser hvordan gaskromatografen er bygd opp (McNair & Miller, 2009:12).

En forutsetning for at en prøve kan analyseres med GC er at prøven kan gå over i gassform, det vil si at flyktigheten til stoffene i prøven er relativt høy. Figur 2-6 illustrerer hvordan en prøve, bestående av komponentene A og B, vil separeres ved hjelp av GC (McNair & Miller, 2009).



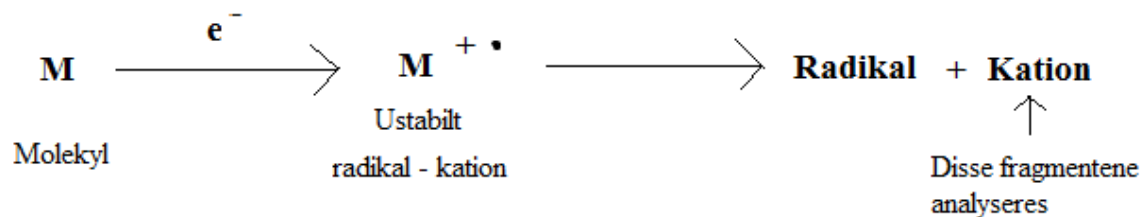
Figur 2-6: Illustrasjon som viser hvordan en prøve bestående av komponentene A og B separeres i en gaskromatograf (McNair & Miller, 2009:5).

De horisontale linjene representerer kolonnen ved en gitt tid (økende fra topp til bunn). Øverst ser vi tiden der prøven injiseres i maskinen, over et smalt område. Prøven blir så dratt gjennom kolonnen, fra venstre mot høyre. Komponentene i prøven vil fordele seg ulikt mellom den stasjonære og mobile fasen, alt ettersom hvilke interaksjoner som skjer mellom komponenten og den stasjonære fasen. Ethvert kjemisk stoff har sine unike egenskaper og vil derfor bruke en karakteristisk tid på å vandre gjennom kolonnen. I eksempelet over ser vi at komponent A i større grad holder seg i den mobile fasen, mens komponent B har en større mengde som er i kontakt med den stasjonære fasen. Konsekvensen av dette er at stoff A beveger seg raskere gjennom kolonnen enn det stoff B gjør. Komponentene passerer så en detektor, som måler tiden de har brukt på å bevege seg gjennom kolonnen. Resultatet kommer ut som et kromatogram, der arealet under kurven er proporsjonalt med mengden stoff, og retensjonstiden, som er karakteristisk for hvert stoff, er gitt ved toppens plassering i forhold til x-aksen.

2.11.2 Massespektrometri (MS)

En av begrensningene til gasskromatografi, er at den ikke gir oss noe svar direkte på hvilket stoff de ulike toppene i kromatogrammet representerer (McNair & Miller, 2009). Ofte er gasskromatografen direkte koblet opp mot et massespektrometer, slik at når prøven har forlatt kolonnen og blitt registrert, fortsetter de ulike komponentene videre til massespektrometeret. Fordelen med dette er at det da er mulig å få massespektrum av hver enkelt komponent i prøven (Pavia et al., 2009). Videre vil det være mulig å bestemme strukturen deres.

Massespektrometri fungerer ved at prøven fordampes (allerede gjort dersom det kjøres GC-MS) og ioniseres. Vanligvis bombarderes prøven med elektroner med høy energi (Electron Impact MS) (Smith, 2008). Konsekvensen er at et elektron i molekylet "slås" vekk, og vi får dannet et radikal-kation. Et radikal-kation er et molekyl med et uparet elektron, som er positivt ladd (siden et elektron er fjernet). Dette stoffet vil være svært ustabil, og vil spontant dele seg i mindre fragmenter, i form av et nytt radikal og et kation, se reaksjon illustrert i figur 2-7.



Figur 2-7: Beskrivelse av en generell kation-dannelse i massespektrometri (Smith, 2008:464).

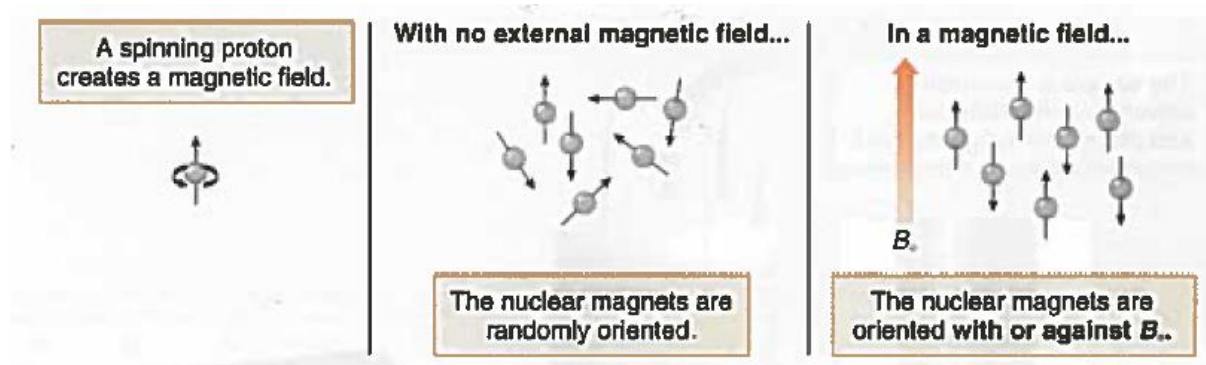
Radikal-kationet $M^{+ \bullet}$ kalles molekylionet (referert til som parent ion på engelsk), og skrives ofte bare som M. Resten av kationene som dannes kalles fragmentioner, og har lavere masse enn det opprinnelige molekylet. Kationene akselereres gjennom et magnetfelt. I hvor stor grad ionene bøyes av magnetfeltet, kommer an på forholdet mellom massen og ladningen til ionet, ofte forkortet m/z . I de aller fleste tilfellene vil ladningen til kationene som dannes være +1, og i så måte er ofte det vi får informasjon om i et massespektrum de ulike massene (målt i u) til fragmentene (Smith, 2008). De aller fleste massespektrene vil gi en topp med massen $M+1$, og dette skyldes at ca 1% av karbonatomene har masse 13 (pga et ekstra nøytron i kjernen).

Slike topper kalles ofte isotoptopper. Isotoptopper gir karakteristiske mønstre i spektrene til molekyler som inneholder halogener (Cl/Br).

Ved å analysere de ulike toppene i massespektret, vil en kunne få strukturinformasjon om stoffet, både ved å finne molekylionet (som gir molekylmassen), studere isotopfordelinger og gjennom å analysere fragmentene.

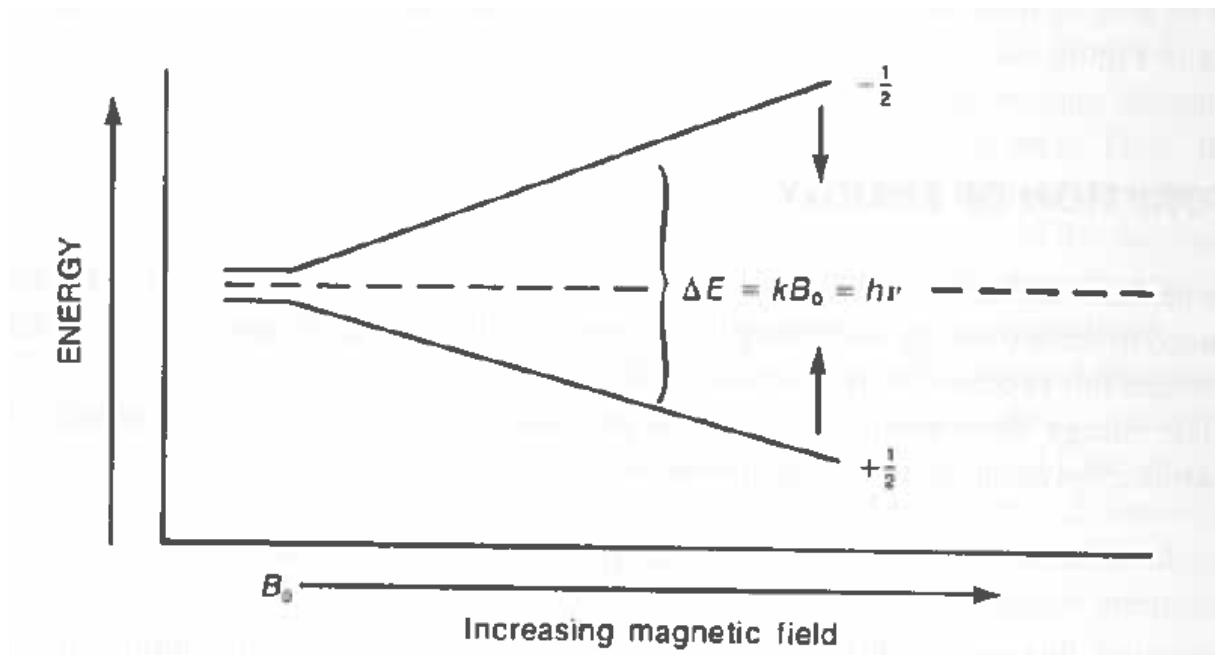
2.11.3 Kjernemagnetisk resonsans (NMR)

En forutsetning for bruk av NMR er at mange atomkjerner har en egenskap kalt *spinn*, og i en klassisk visualiserbar modell kan dette illustreres ved at kjernen spinner rundt sin egen akse. I realiteten er dette en intrinsisk kvantemekanisk egenskap ved odde kjernemasser. De mest vanlige atomkjernene som har denne spin-egenskapen er ^1_1H , ^2_1H , $^{13}_6\text{C}$, $^{14}_7\text{N}$, $^{17}_8\text{O}$ og $^{19}_9\text{F}$ (Pavia et al., 2009). Når en ladet partikkel, for eksempel et proton (hydrogenkjerne) spinner rundt sin egen akse, dannes et lite magnetfelt som kan illustreres som en stavmagnet. Orienteringen til protonene vil i et upåvirket miljø være tilfeldig, men påvirket av et ytre magnetfelt, B_0 , vil protonene orientere seg slik at de enten peker i samme eller motsatt retning av det ytre magnetfeltet, slik som det er illustrert i figur 2-8.



Figur 2-8: Oversikt over protonenes spinn uten og med ytre magnetfelt B_0 (Smith, 2008:493).

Energitilstanden til protonene er forskjellige i de ulike tilstandene, da en orientering med magnetfeltet har en lavere energitilstand enn orienteringen mot magnetfeltet. Denne energiforskjellen betegnes ofte som ΔE , og er illustrert i figur 2-9.



Figur 2-9: Forskellen i energi mellom de ulike spintilstandene under påvirkning av B_0 (Pavia et al., 2009:108).

Dersom en ekstern kilde bestråler kjernen med energien $E=h\nu$, tilsvarende energiforskjellen ΔE , vil protonet endre orienteringen sin fra med til mot magnetfeltet. Dette finner ofte sted ved påføring av radiobølger (lavenergetisk elektromagnetisk stråling). Når protonet har ”mottatt” denne strålingen, og endret orienteringen som tilsvarer en høyere energitilstand, vil kjernen falle tilbake til sin opprinnelige tilstand. Da frigjøres den samme energien ΔE , som vil kunne registreres av en detektor (Smith, 2008). Denne energien vil være unik for protoner i ulike elektroniske miljøer.

Frekvensforskjellen mellom ulike protoner i ulike miljøer ofte være svært liten, slik at det ikke engang er forsøkt å måle resonansstrålingen fra protoner (vanskelig å måle eksakt). Derfor brukes en universell referanse, tetrametylsilan (TMS), hvor frekvensen på strålingen fra protonene i prøven blir målt i forhold til frekvensen protonene referansen utstråler. Denne målestokken kalles kjemisk skift (δ), og har benevning parts per million (ppm).

$$\text{Kjemisk Skift } (\delta) = \frac{\text{Observert kjemisk skift (i Hz) fra TMS}}{\text{frekvensen } (\nu) \text{ til spektrometeret (i MHz)}}$$

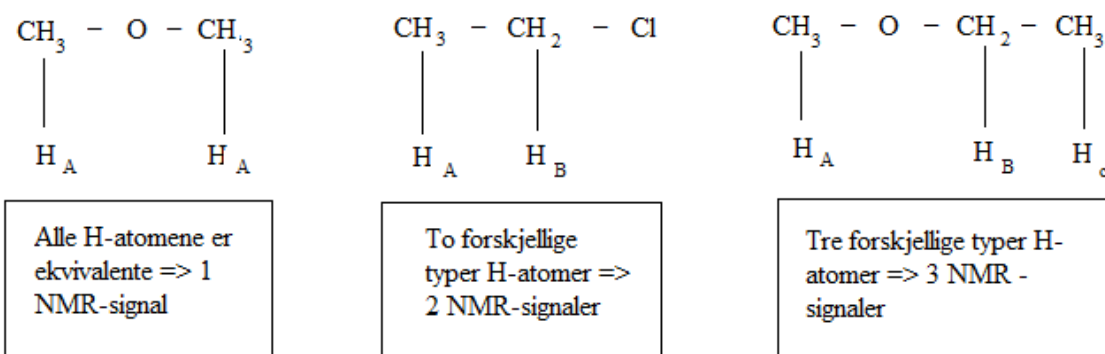
Årsaken til at TMS brukes som referanse, er at protonene i metylgruppene er mer skjermet enn de fleste andre kjemiske forbindelser, slik at det nesten alltid vil være det første signalet som kommer på NMR-spekteret (Pavia et al., 2009). Posisjonen til de andre signalene vil være i forhold til TMS-signalet.

Når vi skal tolke H-NMR-spektre, er det fire forskjellige ting vi ser etter (Smith, 2008:496):

- Antallet signaler
- Posisjonen til signalene
- Intensiteten til signalene
- Splittingen av signalene

De samme elementene finner vi igjen i læreboken for kjemi 2 (Brandt & Hushovd, 2011), med et tydelig fokus på posisjonen til signalene og splittingen av dem (finstrukturen).

Antallet signaler, eller signalgrupper om du vil, forteller hvor mange ulike typer protoner det er i forbindelsen. Ulike protoner gir ulike signaler, mens ekvivalente protoner gir samme signalet (Smith, 2008). Forbindelser med spilbildeisomeri (eller høy symmetri generelt) vil gi færre signalgrupper, da protoner på begge sider av ”speilet” vil gi samme signal, da de er ekvivalente.



Figur 2-10: Eksempler på tre organiske molekyler som vil gi ulike antall signalgrupper i NMR-spektrene sine (Smith, 2008:496).

I likhet med protoner, vil også elektroner danne sitt eget magnetfelt. Magnetfeltet elektronene danner vil være orientert i motsatt retning av det ytre magnetfeltet B_0 (Smith, 2008).

Konsekvensen av dette er at Hydrogenatomene/protonene blir skjermet fra det ytre magnetfeltet, og forskjellen i energi (ΔE) mellom spinnstilstandene for protonene vil bli mindre (se figur 2-9). I motsatt tilfelle vil protoner i nærheten av elektronegative atomer (N, O, F, Cl, Br etc) føle større tilstedeværelse av det ytre magnetfeltet, da elektronet rundt protonet vil bli dratt mot de elektronegative atomene. Dette kalles avskjerming (deshielding). Desto mindre skjermet et proton er, desto lengre til venstre (høyere kjemisk skift) vil signalet komme. Det er altså det elektroniske miljøet rundt hydrogenkjernen som avgjør det kjemiske skiftet til hydrogenet.

For de fleste funksjonelle grupper vil man kunne vite anslagsvis hvor signalene fra protonene vil komme. Tabell 2-2 viser kjemiske skift for hydrogenatomer som er vanlige å møte for kjemi 2 – elever (Brandt & Hushovd, 2011).

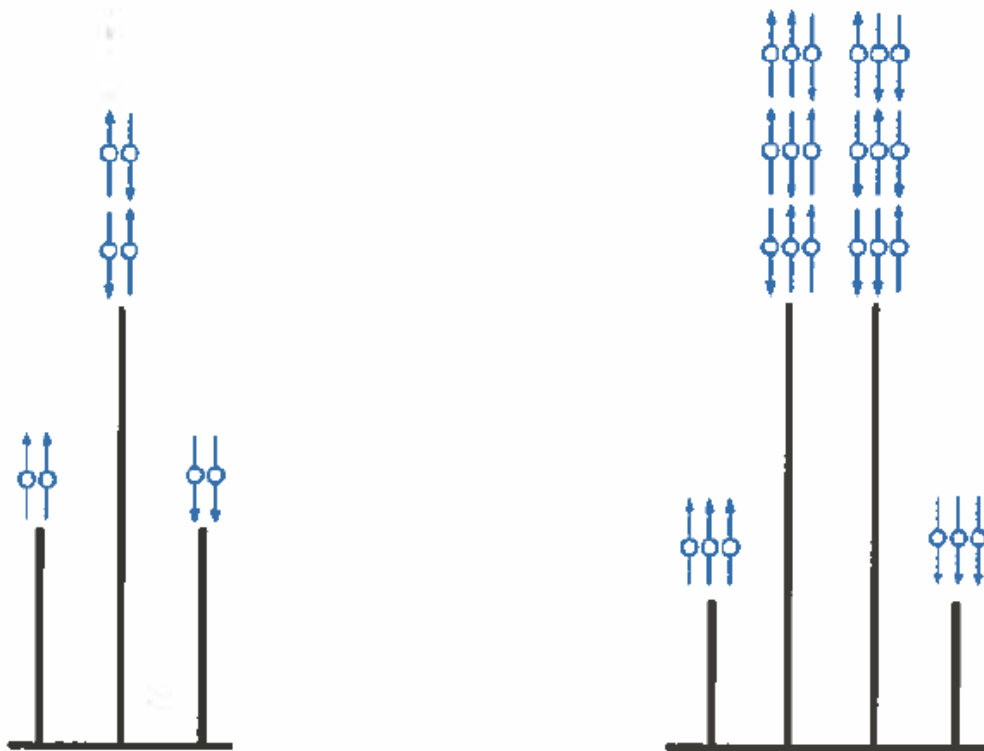
Tabell 2-2: Oversikt over omtrentlige kjemiske skift for utvalgte typer H-atomer (Brandt & Hushovd, 2011:195).

Type protoner	Kjemisk skift (ppm)	Type protoner	Kjemisk skift (ppm)
R – CH ₃	0,8 – 1,5	CH ₃ – O – R	3,5 – 4,0
R – CH ₂ – R	1,2 – 1,4	R – O – H	2,0 – 12,0
R – CH ₂ – COOR	2,0 – 2,5	R – CH = CH ₂	4,0 – 6,0
R – CH ₂ – COR	2,1 – 2,9	C ₆ H ₅ –	6,0 – 9,0
C ₆ H ₅ – CH ₃	2,5 – 3,5	R – CHO	9,0 – 10,0 (ofte svak)
R – CH ₂ – O – R	3,0 – 4,0	R – COOH	10,0 – 12,0 (kan være svak)
CH ₃ – CO – R	2,1	R – CH ₂ – F/Cl/Br/I	3,0 – 4,0

Det er viktig å påpeke at dette bare er veiledende verdier for protonene. Ofte kan de faktiske verdiene divergere en god del fra disse, da det er den helhetlige strukturen som avgjør hvilke kjemiske skift de ulike protonene gir signaler ved.

Ved en H-NMR-analyse vil det være vanlig at en datamaskin regner ut integralet under hver topp i spekteret, for å få arealet. Arealet under hver topp er proporsjonalt med antallet hydrogenatomer som genererer det signalet (Pavia et al., 2009). Dersom det er meningen at kjemi 2-elevene skal bruke informasjon om arealene til toppene, vil disse være oppgitt, eller så vil høydene være så tydelige at det er enkelt å se et forhold mellom dem. Det siste kan ofte være et problem dersom signalene ikke er singletter.

Det siste elementet vi ser etter når vi tolker NMR-spektre, er finstrukturen (eller splittingen) av signalene. Et proton i et molekyl vil også påvirkes av andre protoner på nabokarbonatomer, ved at deres magnetfelt kan være orientert enten med eller mot det eksterne magnetfeltet. Resultatet er at protonet vil føle forskjellige magnetfelt, ettersom hvilken orientering naboprotonenes magnetfelt har. Dette vil påvirke det kjemiske skiftet noe, som gjør at signalet fra protonet deles opp. Den generelle regelen er at dersom et proton har n naboer, vil signalet fra protonet splittes til $n+1$ topper (Smith, 2008). Merk at ekvivalente protoner ikke splitter hverandres signaler. I figur 2-11 vises splittingsmønsteret til CH_3 -gruppen og CH_2 -gruppen i etanol. Hydrogenatomene i CH_3 -gruppen har 2 hydrogenatomer sittende i nabogruppen, og vi får $2+1=3$ topper. På samme måte finner vi ut at CH_2 -gruppen har 3 hydrogenatomer som naboer, og vi får $3+1=4$ topper.



Figur 2-11: Splittingen for CH₃-gruppen og CH₂-gruppen i etanol (CH₃CH₂OH) (Brandt & Hushovd, 2011:197).

Intensitetsfordelingen innad i signalgruppen er basert på antallet mulige kombinasjoner av spinnretninger for nabohydrogenene. Fordelingen er gitt ved Pascals trekant (Pavia et al., 2009).

Singlett					1
Dublett			1	1	
Triplett		1	2	1	
Kvartett	1	3	3	1	
Pentett	1	4	6	4	1

Figur 2-12: Pascal's trekant gir oss intensitetsfordelingen mellom toppene i finstrukturen (Pavia et al., 2009:137).

3. METODE

Masteroppgaven er på mange måter det første møtet med rollen som forsker, der man gjennom ulike tilnærminger skal belyse problemstillingen i oppgaven. Disse tilnærmingene, eller metodene, er helt sentrale i å finne svar på det vi lurer på, og det er ofte slik at ulike metoder vil belyse ulike aspekter ved problemstillingen. Å velge hvilken eller hvilke forskningsmetoder som skal benyttes er med andre ord helt avgjørende for resultatet av forskningen. Sigmund Grønmo forklarer metodenes viktighet på følgende måte:

”Metodene angir hvordan vi skal framskaffe kunnskapen og utvikle teoriene, og hvordan vi skal sikre at kunnskapen og teoriene oppfyller kravene til vitenskapelig kvalitet og relevans på det aktuelle fagområdet.” (Grønmo, 2004:27)

I dette kapittelet vil jeg drøfte metodene i lys av deres styrker og svakheter, for å kunne gi en begrunnelse for de metodiske valgene som er tatt i denne oppgaven. Jeg vil belyse de styrkene og svakhetene ved metodene som er brukt, for å kunne vurdere validiteten og reliabiliteten til undersøkelsen. Til slutt vil jeg også berøre de etiske vurderingene som er tatt underveis i tilknytning til datainnsamlingen.

3.1 Kvalitative og kvantitative metoder

Når vi snakker om samfunnsvitenskapelige metoder er det vanlig å gruppere metodene i kvalitative og kvantitative metoder. Denne todelingen har til tider vært preget av uforsonlighet og grunnleggende motsetninger (Grønmo, 1996). Anne Ryen (2002) påpeker at det ikke lenger er like lett å dele metodeverdenen i to, men av pedagogiske hensyn blir det til en viss grad fremdeles gjort. Grønmo (1996) betrakter kvalitative og kvantitative metoder som ytterpunktene på en kontinuerlig skala, der en gitt metode representerer et punkt på denne skalaen. Metoden som blir brukt vil igjen generere et sett med data, som vil inneha egenskapstrekk som kan være kvalitative eller kvantitative. Sagt med andre ord; kvalitative og kvantitative tilnærminger gjør det mulig å få tak i ulike typer kunnskap, der kvantitative tilnærminger ofte gir svar i form av omfang eller utbredelse, og gjerne er tallfestet. Den kvalitative forskningens mål er å gi en dypere forståelse av fenomenet som undersøkes, gjerne i samspill med informantene (Fossåskaret, 1997). Siden metodene belyser ulike aspekter ved

et fenomen, er det derfor naturlig å se på kvalitative og kvantitative metoder som komplementære (Grønmo, 1996; Fossåskaret, 1997).

Tidligere har det vært slik at kvalitative metoder stort sett har vært tilknyttet antropologi og etnografi, men de siste tiårene har andelen kvalitative studier økt betraktelig innenfor samfunnsvitenskapene (Holter, 1996). Postholms (2005) forståelse av kvalitativ forskning illustrerer noe av den skepsisen som ligger til den kvalitative forskningen.

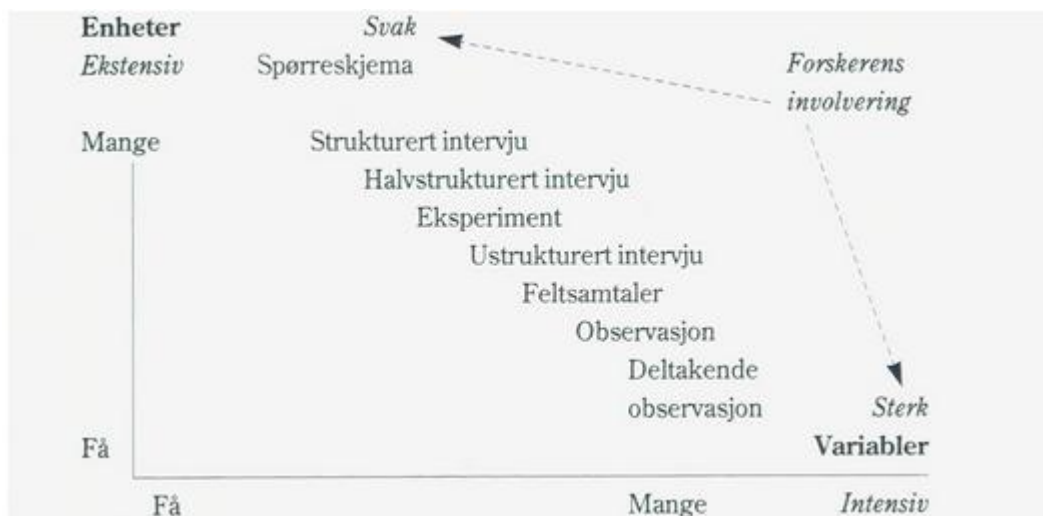
”Å forske kvalitativt innebærer å forstå deltakernes perspektiv. En kvalitativ forsker retter blikket mot menneskers hverdagshandlinger i sin naturlige kontekst, men dette forskerblikket blir selvsagt farget av forskernes teoretiske ståsted.” (Postholm, 2005:17)

Sitatet fremhever at den kvalitative forskningen bryter med den positivistiske kunnskapstradisjonen, der den vitenskapelige kunnskapen bygges på større mengder med empiriske data (Grønmo, 2004). Generaliseringen som foretas i en kvantitativ studie vil være vanskelig å gjøre med en kvalitativ tilnærming, og dersom dette gjøres, bør den være velargumentert.

Et annet argument som setter spørsmålsteget ved påliteligheten til kvalitative studier er forskerens evne til å forholde seg objektiv. Blikket til forskeren er både farget av det teoretiske ståstedet (Postholm, 2005), men ikke minst også farget av personlighet, verdisyn, sosial bakgrunn eller andre psykologiske faktorer. Dette kan føre til at datainnsamlingen blir svært farget av forskeren, og i så måte svekkes reliabiliteten til undersøkelsen. Samtidig kan man argumentere for at de kvantitative analysene også er subjektive, da de slutningene som trekkes absolutt er avhengig av forskeren.

I og med at denne oppgaven ikke har som hensikt å drøfte de respektive styrkene og svakhetene ved metodene i seg selv, men tvert imot å drøfte dem i lys av oppgavens problemstilling, vil jeg rette fokuset mot valgene gjort i forhold til denne oppgaven. Til det vil jeg ta utgangspunkt i to oversikter gitt i avsnittene under.

Grønmos (1996) kontinuerlige eller trinnvise skala for kvalitative og kvantitative metoder kan illustreres slik Fossåskaret (1997) gjør ved hjelp av de mest kjente metodene som er brukt for innsamling av data, vist i figur 3-1.



Figur 3-1: Oversikt over en rekke metoder sett i forhold til antall enheter og variabler (Fossåskaret, 1997:17).

Oversikten over viser de mest kjente og brukte metodene for innsamling av data, sett i forhold til antallet enheter/personer i undersøkelsen, som vi finner langs y-aksen, og mengden variabler som spiller inn på fenomenet langs x-aksen (Fossåskaret, 1997). I tillegg viser figuren forskerens involvering i metoden. Figuren viser at spørreskjema ligger lengst mot den kvantitative siden, da få variabler blir undersøkt ved hjelp av mange enheter (f. eks personer), der forskerens involvering er svak. På den andre siden av skalaen finner vi deltakende observasjon, som preges av mange variabler, få enheter og sterk involvering fra forskeren.

Som supplement til oversikten over ønsker jeg å se på de ulike aspektene ved undersøkelsen, nemlig problemstilling, design, kilde og tolkningsmulighet.

ASPEKT VED UNDERSØKELSEN	DATATYPE	
	Kvalitative data	Kvantitative data
Problemstilling	<i>Analytisk beskrivelse</i>	<i>Statistisk generalisering</i>
Design	<i>Fleksibilitet</i>	<i>Strukturering</i>
Kilde	<i>Nærhet og sensitivitet</i>	<i>Avstand og selektivitet</i>
Tolkningsmulighet	<i>Relevans</i>	<i>Presisjon</i>

Figur 3-2: Undersøkelsestrekk basert på kvalitative og kvantitative data (Grønmo, 1996:81).

De fleste momentene fra figurene over peker i retning av at det mest fornuftige i forhold til min oppgave vil være å ha en kvalitativ tilnærming. Siden opplegget har blitt utviklet på universitetet, var det naturlig at jeg ledet undervisningsøktene der opplegget ble gjennomført, for å sikre at gjennomføringen ble gjort på den måten det var tenkt på forhånd. I så måte vil jeg som forsker være svært involvert i undervisningssituasjonen, og jeg vil da også opprette en viss nærhet til kildene (elevene). Siden dette er den første forskningen jeg har gjennomført, er det heller ingen ulempe at kvalitative tilnærminger gir større fleksibilitet enn kvantitative tilnærminger.

For å vurdere hvor godt undervisningsopplegget er egnet til å brukes som utgangspunkt for læring, vil det være naturlig å se på de kvalitative sidene, da dette kan gi verdifull informasjon om positive og negative sider ved det. Samtidig vil en kvantitativ undersøkelse gi informasjon om den generelle opinionen til deltagerne i undersøkelsen. Ryen (2002) påpeker at det å kombinere kvalitative og kvantitative metoder, kalt *metodetriangulering*, vil kunne være med på å bekrefte dataene, samt å gi en dypere forståelse. Begge metodene er derfor brukt i denne oppgaven.

3.2 Metodisk tilnærming til oppgaven

For å finne svar på problemstillingen i denne oppgaven er både kvalitative og kvantitative tilnærminger benyttet. Under gjennomføringen av selve undervisningsopplegget ble observasjon (deltagende) brukt som metodisk tilnærming, mens elevene svarte på et spørreskjema både i forkant og i etterkant av undervisningen. Etter undervisningsøktene ble også noen elever intervjuet, og elevenes etterarbeid ble samlet inn som data.

3.2.1 Deltagende observasjon

Alle mennesker gjør observasjoner, ved hjelp av alle sanser, enten vi går i skogen eller sitter på bussen. Forskjellen på hverdagslige observasjoner og observasjon som metodisk tilnærming i forskning er at forskeren har et fokus for sine observasjoner, som gjerne er basert på et teoretisk ståsted (Postholm, 2005). Faren med observasjon er at forskeren gjerne kan være så bundet av forhåndsbestemte kategorier, at han ikke klarer å oppdage det som faktisk skjer i situasjonen.

Som nevnt tidligere er et kjennetegn for kvalitativ forskning at mennesket undersøkes i sin naturlige kontekst, og for denne oppgaven er det helt naturlig å undersøke elevenes undervisningen foregår. Robson (2002) påpeker at en av fordelene med observasjon som teknikk er at den er svært direkte. Gjennom å være til stede, å høre på hva elevene sier, se hva elevene gjør eller oppleve stemningen i rommet vil dette kunne gi et godt utgangspunkt for å finne svar på problemstillingen. I tillegg peker han på at observasjon er en metode som lett komplementerer andre metodiske tilnæringer.

”Data from direct observation contrasts with, and can often usually complement, information obtained by virtually any other technique. Interview and questionnaire responses are notorious for discrepancies between what people say that they have done, or will do, and what they actually did, or will do.” (Robson, 2002:310)

I etterkant av hver undervisningsøkt ble det ført en observasjonslogg, og i tillegg hadde jeg tilgjengelig penn og papir under øktene i tilfelle det var noe interessant som dukket opp underveis som var viktig å notere ned. Dette ble gjort for å sikre at de notatene som ble skrevet lå så tett opp mot selve observasjonen som mulig.

3.2.2 Elevintervju

Å bruke kvalitative intervju som metodisk tilnærming kan ofte være risikabelt, da metoden i stor grad er avhengig av intervjuerens evner (Kvale & Brinkmann, 2009). Det å intervju kan ofte være vanskeligere enn man tror:

”For noen kan det virke som forskningsintervjuet er en oppgave som er enkel og ukomplisert. Å skaffe seg en lydopptaker og be en eller annen å fortelle om opplevelsene sine eller livshistorien sin er vel ingen kunst? Vår påstand er at selv om det ser lett ut å intervju, er det vanskelig å gjøre det skikkelig.” (Kvale & Brinkmann, 2009:21)

I denne oppgaven ble halvstrukturerte intervju brukt. Årsaken til dette var at jeg ønsket å styre en del av spørsmålene inn mot elevenes opplevelse av undervisningsopplegget, men samtidig var det viktig for meg å ha rom for å stille oppfølgingsspørsmål der hvor elevene ga interessante svar. De ustrukturerte intervjuene vil nok også oppleves som mer uformelle for elevene, og da er det kanskje også lettere for dem å være avslappet i intervjusituasjonen og gi mer av seg selv. Ryen (2002) påpeker at intervjuguiden ikke trenger å være veldig detaljert,

da oppgaven som intervjuer er å gå i dybden på det hver enkelt informant forteller, for å få fram deres versjon eller virkelighet. Intervjuguiden, som ble brukt som utgangspunkt for intervjuene, ligger som vedlegg (appendiks C).

I etterkant av intervjuene har disse blitt transkribert, fra lydopptaker til skriftspråk. I denne prosessen har jeg tillatt meg å oversette det muntlige, nordnorske talemålet til elevene til noe som minner om bokmål. Fortsatt vil sitatene fra intervjuene være preget av et noe muntlig språk, hvor det kan forekomme ufullstendige setninger eller lignende. Årsaken til at dette er gjort er at jeg fortsatt ønsker at sitatene skal ha et preg av at de er hentet fra intervjuer, og at leseren skal ha en følelse av dette også.

3.2.3 Spørreskjemaene

Hensikten ved bruken av spørreskjemaene var for å få en kvantitativ oversikt over meningene til elevene som deltok i studien. Dette er i seg selv med på å belyse noen kvantitative sider ved problemstillingen, i tillegg til at det er en kontroll av de kvalitative dataene fra intervjuene og elevenes etterarbeid. Spørreskjemaene inneholdte en del som elevene skulle fylle ut før undervisningen starten, som omhandlet deres forkunnskaper, motivasjon, holdninger til elevforsøk og noen generelle trekk ved hvordan elevforsøk ble gjennomført på deres skole. I etterkant skulle elevene fylle ut resten av spørreskjemaet, som omhandlet deres opplevelse av hvor mye de lærte av undervisningsopplegget, i tilknytning til de ulike temaene opplegget berørte. Det benyttede spørreskjemaet er i appendiks B.

3.2.4 Elevenes etterarbeid

I forbindelse med undervisningsopplegget, skulle elevene i etterkant levere inn et etterarbeid (som erstatning for en rapport). Disse dokumentene ble anonymisert, før de ble tilsendt meg for analyse. Robson (2002) understreker at forskjellen på å ta utgangspunkt i dokumenter, i motsetning til for eksempel spørreskjema eller intervju, er at dokumentene i utgangspunktet ikke er laget for å gi data til en forsker. Etterarbeidet til elevene har i dette tilfellet som mål å gi elevene selv innsikt i hva de har forstått/ikke forstått, samt å gi læreren den samme informasjonen. I så måte kan elevenes etterarbeid være med på å reliabilisere andre data i undersøkelsen. Jeg vil her påpeke at det ikke er et mål å gi kvantitativ informasjon i

tilknytning til elevenes etterarbeid, men tvert imot se på de kvalitative sidene ved svarene elevene har gitt. Årsaken til dette er at det ofte vil være vanskelig å kategorisere et svar som enten rett eller galt, da det kan være momenter i svaret som er riktig, til tross for at svaret er mangelfullt. Oppgavene som utgjorde etterarbeidet er vedlagt i appendiks E. Ulempen ved å bruke elevsvarene som datamateriale, er at man ikke har muligheten til å stille spørsmål til elevene for å oppklare eller forklare svarene de har gitt.

3.3 Gjennomføringen av undervisningsopplegget og datainnsamlingen

Siden det ikke alltid er like lett å finne datoer som passer for gjennomføringen av undervisningsopplegget, ble ulike lokaler benyttet for ulike klasser. Felles for alle klassene var at ingen av elevene var til stede under selve analysen av produktet. Dermed bestod opplegget av to deler; gjennomføringen av elevforsøket og teoretisk gjennomgang av analysemetodene i etterkant ved bruk av den deduktive undervisningsmetoden. De skolene som har deltatt på opplegget er anonymiserte, og nummerert kronologisk etter når de deltok på opplegget. Tabell 3-1 viser en oversikt over gjennomføringen av undervisningsopplegget og datainnsamlingen ved de to skolene.

Tabell 3-1: Oversikt over rammefaktorer for gjennomføringen av undervisningsopplegget og datainnsamlingen.

Skole	Klasse	Antall elever	I forskningsparken	Skolelab	Klasserom	Antall elever intervjuet	Fullført undervisning	Disponibel tid	Antall etterarbeid
1	1	7	x		x	0	¹	4x45 ³	0
	2	17	x		x	3	x	4x45 ³	9
2	3	21(11) ²		x	x	0	x	6x45 ³	17

¹ For denne klassen ble det ikke tid til å omkrystallisere produktet

² Det var bare 11 elever som var med på selve forsøket. På grunn av god tid i etterkant er spørreskjemaene for alle elevene tatt med i undersøkelsen, men svar på spørsmål som er direkte knyttet til selve forsøket er utelatt

³ Klassene fra skole 1 hadde 2x45 minutter på å gjennomføre forsøket (del 1), mens klasse 3 hadde 3x45 minutter

3.3.1 En beskrivelse av undervisningsopplegget – forskningsprosessen

Utgangspunktet for undervisningsopplegget var at det skulle illustrere en helhetlig forskningsprosess i kjemi. Totalt var det seks steg i dette opplegget; *planlegging, gjennomføring av syntese, isolering og opprensing, analyse av produkt, tolkning av data/analysepektre og til slutt rapportering*. En nærmere beskrivelse av undervisningsopplegget finnes i appendiks D. Som nevnt i forrige delkapittel var elevene ikke med på selve analyseprosessen, da vi ikke fant noen datoer som passet for begge parter. I tillegg var det en klasse som ikke leverte inn noen form for rapport/etterarbeid (se tabell 3-1).

Del 1 av undervisningsopplegget bestod av delene planlegging, gjennomføring av syntese og isolering/opprensing. Som en del av planleggingsfasen, skulle elevene gjennomføre en sikkerhets- og risikovurdering av forsøket de skulle gjennomføre. Selve prosedyren var allerede planlagt på forhånd, slik at denne delen av planleggingsfasen var elevene ikke med på. Dette var først og fremst av tidsmessige årsaker, da det trengs mer tid for å gjennomføre et slikt opplegg (Berry et al., 1999). Deretter gjennomførte elevene selve syntesen, og isolerte/renset produktet sitt. Denne delen ble gjennomført på klassisk vis, det vil si ved bruk av en prosedyre utformet på forhånd.

Del 2 av undervisningsopplegget ble gjennomført ved bruk av den deduktive undervisningsmetoden (se delkapittel 2.3.4). Hovedfokuset lå på gjennomgang av teori om GC, MS og NMR, og i tillegg litt generelt om hva metodene brukes til innenfor aktuell forskning idag. I både MS- og NMR-gjennomgangen ble det gjennomgått eksempeloppgaver før elevene jobbet med å tolke deres egne spektre fra produktet, og etterpå ble det en felles diskusjon om hva elevene hadde funnet ut. Etterarbeidet ble ikke gjort i disse timene, og i så måte vil undervisningsopplegget ta enda lengre tid å gjennomføre dersom det legges opp til at dette skal gjøres på skolen.

3.4 Undersøkelsens validitet, reliabilitet og generaliserbarhet

I en undersøkelse som denne er validiteten til dataene et begrep for hvorvidt funnene i undersøkelsen egentlig er svar på oppgavens problemstilling. Reliabiliteten til undersøkelsen omhandler hvor pålitelige resultatene som fremkommer er. Forskningens generaliserbarhet forteller oss om resultatene som fremkommer i undersøkelsen er gjeldende også utenfor den spesifikke situasjonen for undersøkelsen. Disse begrepene har historisk sett vært knyttet til

kvantitative studier, men Robson (2002) mener disse også er fullt brukbare for kvalitative studier.

Både observasjonen, transkripsjonen av notatene og selve analysen av dem er gjort av en og samme person. Dette kan være med på å svekke observasjonens validitet, da denne personen fort kan bli overveldet av eget datamateriale, og ikke lenger ha klart for seg hva vedkommende ser etter. Forskeren kan også ha forutintatte meninger om hvilke resultater observasjonen er forventet å gi, og dette kan være en trussel for undersøkelsens reliabilitet. Også intervjuene, transkripsjonen av dem og analysen er gjort av samme person i undersøkelsen. For å øke reliabiliteten til tolkningen av intervjuene, er det i resultatdelen lagt inn flere utdrag av intervjuer med elever. Dette er gjort for at leseren selv kan se hvordan tolkningen er gjort, og eventuelt tolke intervju-utsnittet på sin egen måte. Alle intervjuene er gjort av elever som gikk i samme klasse, og dette er med på å svekke undersøkelsen. Likevel er disse intervjuene kontrollert og sammenlignet med elevarbeider, observasjoner og spørreskjemaer fra de andre klassene. Dette er med på å styrke reliabiliteten til intervjuene som er gjort i tilknytning til opplegget. Trianguleringen av de fire ulike metodiske tilnærmingene er totalt med på å styrke undersøkelsens validitet og reliabilitet.

Det var aldri et mål at denne undersøkelsen skulle være generaliserbar utenfor populasjonen som deltok i undersøkelsen. Til det er antallet deltagere i undersøkelsen for liten, og tidsrommet for gjennomføringen av undersøkelsen var for kort til å utføre opplegget i flere klasser.

3.5 Svakheter ved undersøkelsen

Gjennom hele spørreskjemaet blir elevene bedt om å vurdere deres egen kunnskap og læringsutbytte i forskjellige temaer i forbindelse med undervisningsopplegget. Elevenes evne til å gjøre slike egenvurderinger er nok svært varierende, og blant annet PISA-undersøkelsen viser at to elever med relativt likt kunnskapsnivå kan vurdere seg selv svært ulikt (Kjærnsli et al., 2007). Derfor er det knyttet en viss usikkerhet til egenvurderingene, men antallet elever i undersøkelsen er såpass stort at man vil kunne se noen generelle tendenser i svarene.

En annen svakhet er at alle elevene som ble intervjuet er fra samme klasse. Elever fra ulike klasser kunne gitt et mer nyansert bilde av elevenes oppfatning av undervisningen, men av ulike årsaker var det dessverre ikke mulig å få gjennomført intervjuer med andre elever.

Intensjonen med undersøkelsen var også å spørre lærerne til klassene om deres oppfatning av undervisningsopplegget. Av ulike årsaker var det ingen lærere som var til stede gjennom hele undervisningsopplegget, og i så måte var det ikke mulig å innhente tilbakemeldinger fra lærerne.

3.6 Ethiske overveielser

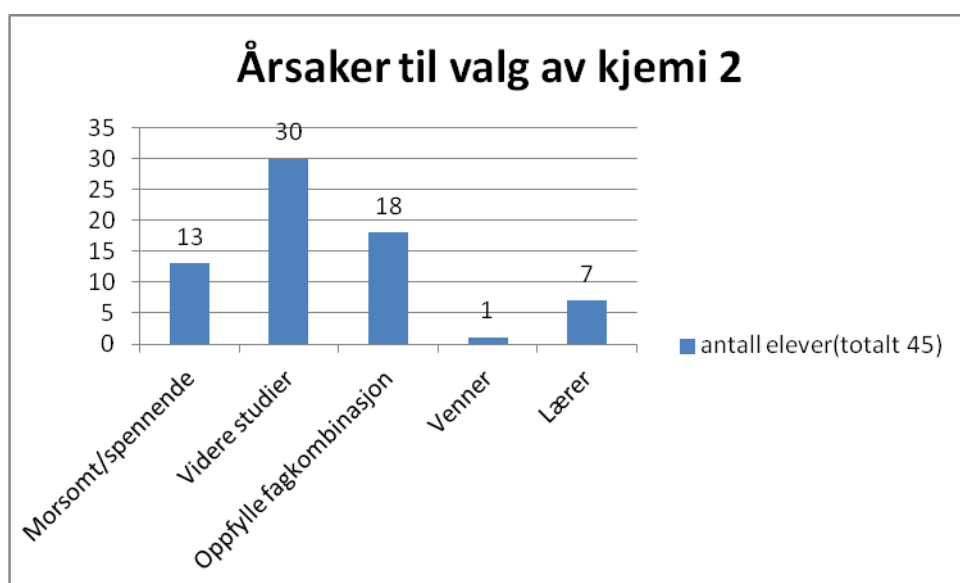
Det å finne balansegangen mellom utvinningen av ny kunnskap og å ta hensyn til menneskets integritet er svært viktig innenfor forskning (Alver & Øyen, 1997). Jeg mener dette prosjekter har hatt stor nytteverdi for meg personlig, for Universitetet i Tromsø og for elevene som har deltatt i undersøkelsen. I så måte mener jeg opplegget er forskningsetisk forsvarlig å gjennomføre. Den samme konklusjonen har NSD (Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste) kommet fram til, og godkjenningen ligger vedlagt (appendiks A). Alle skolene som har deltatt i studien er anonymiserte, og elevene som har blitt intervjuet har signert samtykke om å delta i studien.

4. RESULTATER

I dette kapitlet vil jeg gå gjennom de innsamlede dataene gjort i forbindelse med undersøkelsen. Resultatene kommer fra spørreskjemaene elevene har svart på, observasjoner fra undervisningsøktene, de kvalitative intervjuene og fra elevenes etterarbeid.

4.1 Elevenes holdninger og vurderinger av egen kjemikompetanse

For å få en bedre forståelse av det resterende datamaterialet innholdte spørreskjemaet noen bakgrunns spørsmål som berører elevenes årsaker for at de har valgt kjemi 2 på videregående skole, hvor motiverte de er i faget og hvordan de vurderer sine kunnskaper i kjemi.



Figur 4-1: Oversikt over elevenes begrunnelse for valg av kjemi 2. Her er det flere elever som har krysset av for flere av svaralternativene, slik at det totale antallet svar er høyere enn antall elever.

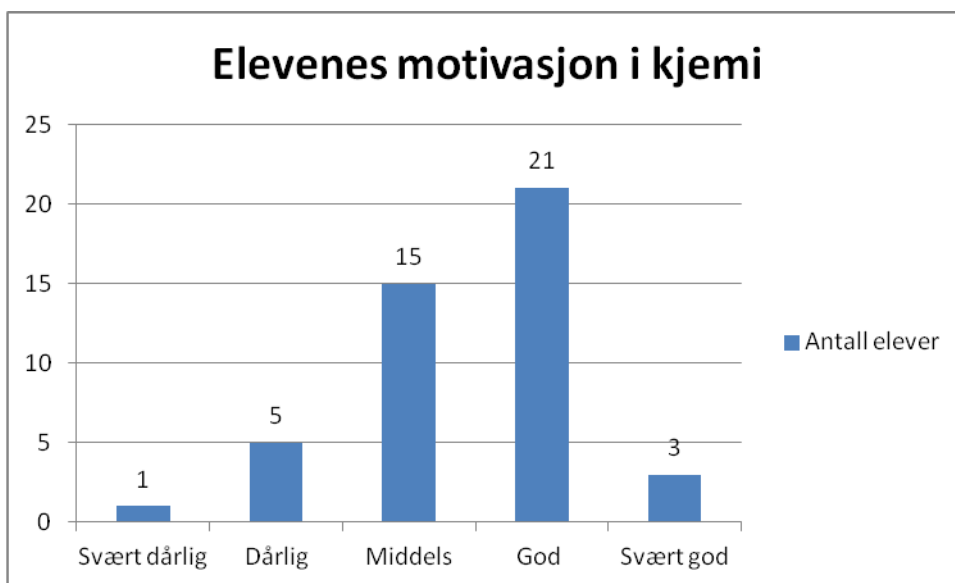
Resultatet over viser at hovedårsaken til at elevene velger kjemi 2 er at de trenger det for videre studier. To av tre elever har krysset av for dette alternativet. Videre har 18 elever svart at de har valgt kjemi 2 fordi de trenger det for å oppfylle fagkombinasjonen på skolen. Under en av tre har svart at de tar kjemi 2 fordi de synes det er morsomt/spennende. Medelever og lærere er ikke veldig utbredte årsaker for hvorfor elevene velger kjemi, og ingen elever kom med andre årsaker for valget sitt.

Under et intervju med en elev kom det frem at denne eleven hadde et langtidsperspektiv for hvorfor han hadde kjemi på skolen. Samtalen gikk som følger:

Intervjuer: *Hvilket forhold har du til kjemi og kjemifaget på skolen?*

Elev: *Nei, jeg vet ikke, jeg synes det er interessant, og jeg vet jo at kjemi er viktig for samfunnsutviklingen, så jeg synes på en måte det er interessant, men det virker som det dere holder på med på universitetet og kjemi i jobbsammenheng er artigere enn kjemien vi holder på med her liksom, fordi at det er på en måte litt sånn skolekjemi, men jeg kjenner noen i forskningsparken med kjemi, og det virker som om dem holder på med mye artig, så i fremtidig perspektiv, så derfor holder jeg på med kjemi.*

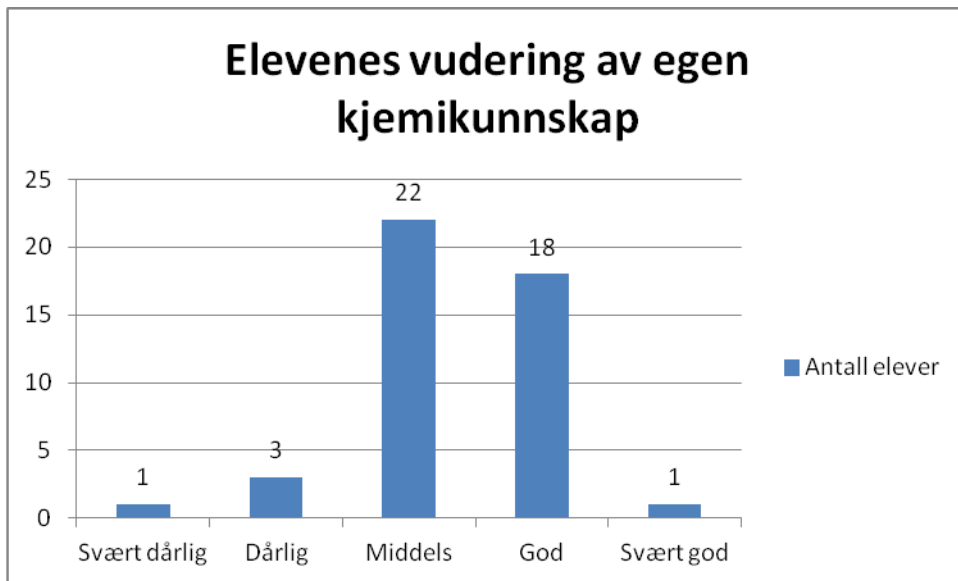
Motivasjon er utvilsomt en viktig faktor som påvirker elevenes innsats i timene, og vil i stor grad kunne påvirke et undervisningsopplegg og hvor mye elevene lærer av det. Derfor var det viktig å kartlegge hvordan elevene vurderte egen motivasjon i faget.



Figur 4-2: Oversikt over hvordan elevene vurderer egen motivasjon i kjemi.

Av oversikten over kan vi lese at de aller fleste elevene ligger på enten middels eller god motivasjon i kjemi, mens veldig få elever har svært dårlig eller svært godt motivasjonsnivå. De elevene som velger kjemi fordi de synes det er morsomt/spennende har enten god eller svært god motivasjon i faget.

Elevene ble også bedt om å vurdere sin egen kunnskap i kjemi. Resultatet er gitt i figur 4-3.

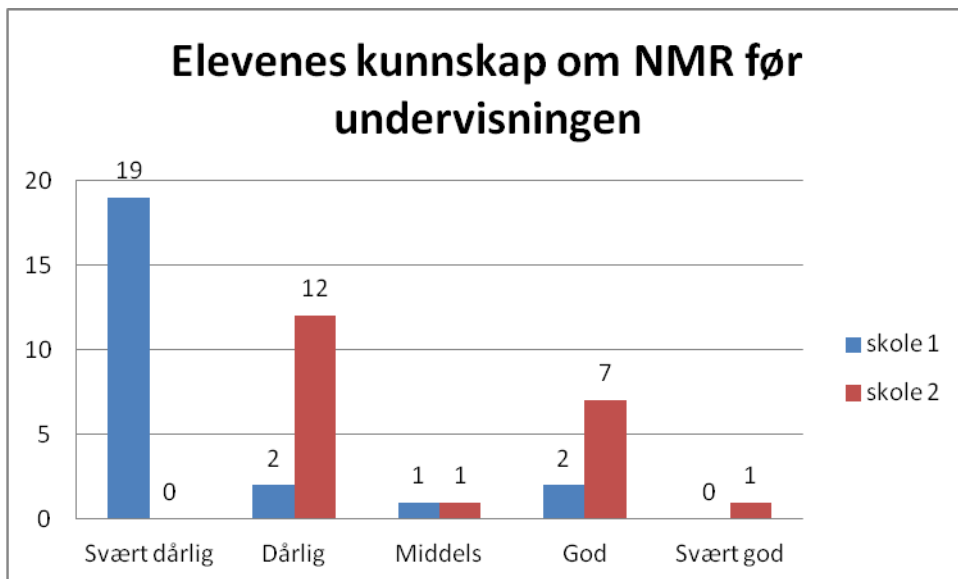


Figur 4-3: Elevenes vurderinger av egen kompetanse i kjemifaget.

Resultatet viser at omtrent ni av ti elever mener de selv har middels god eller god kjemikunnskap. Bare en av førtifem elever regner sin kjemikompetanse som svært god, og samme resultat finner vi på motsatt ende av skalaen. Av de elevene som krysser av for dårlig eller svært dårlig kompetanse, er heller ikke motivasjonen i faget høy.

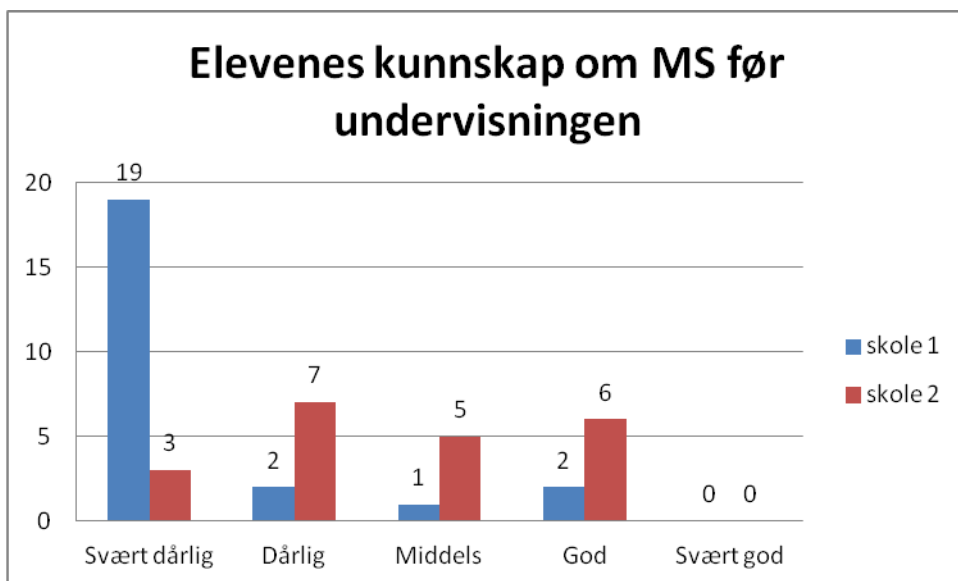
4.2 Elevenes forkunnskap om analysemetodene

Analysemetodene var en sentral del av undervisningsopplegget, og derfor var det viktig å kartlegge forkunnskapene til elevene om metodene. For de følgende resultatene har jeg valgt å skille mellom de to skolene hvor opplegget ble gjennomført, siden skolene gikk gjennom pensum i ulik rekkefølge. Dermed var utgangspunktet mellom de to skolene forskjellige, da skole 2 hadde gått gjennom analysemetodene tidligere.



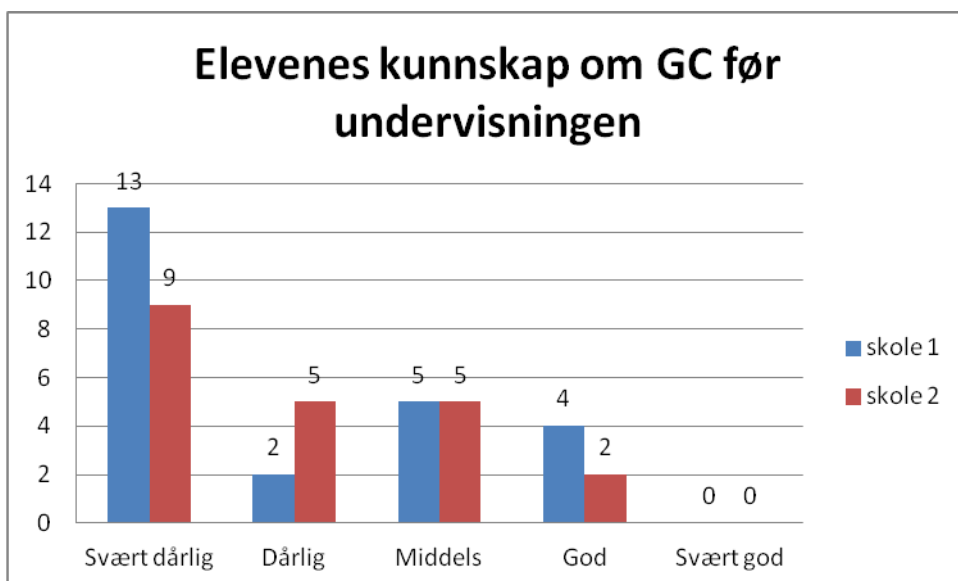
Figur 4-4: Elevenes vurderinger av egen kunnskap om NMR før undervisningen.

Diagrammet over viser at ved skole 1 vurderer de aller fleste elevene seg som svært lite kompetente om NMR, og dette er ingen overraskelse da de ikke hadde gått gjennom NMR før undervisningsopplegget ble gjennomført. Ved skole 2 hadde de gått gjennom alle analysemetodene, men dette var gjort noen måneder før dette opplegget. Det vil si at undervisningsopplegget i så måte fungerte som repetisjon. Resultatet over viser at over halvparten av elevene vurderte sin kunnskap om NMR som dårlig, til tross for at dette var noe de hadde hatt tidligere.



Figur 4-5: Elevenes vurderinger av egen kunnskap om MS før undervisningen.

For skole 1 ser vi tilsvarende resultat når det gjelder kunnskap om MS som NMR, og også her må man se resultatet i lys av at massespektrometri enda ikke var gjennomgått på skolen. Når det gjelder skole 2 ser vi at heller ikke her er det noen elever som regner kunnskapen sin om MS som svært god, mens fordelingen mellom resten av kategoriene er nokså jevne. Her er nesten halvparten av elevene representert ved enten svært dårlig eller dårlig kunnskapsnivå, mens den andre halvparten fordeler seg mellom middels og god kunnskap.

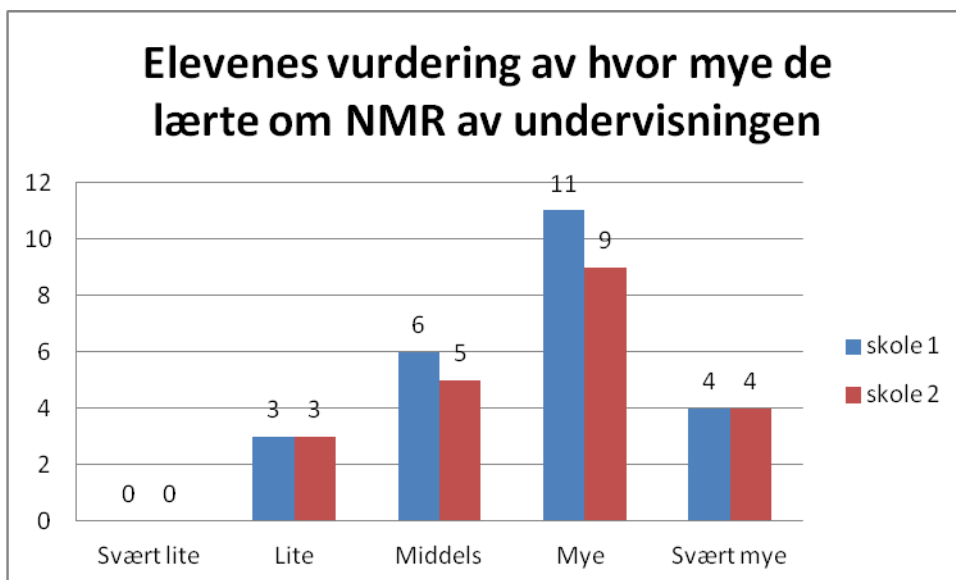


Figur 4-6: Elevenes vurderinger av egen kunnskap om GC før undervisningen.

Forutsetningene for de to skolene er like når det kommer til forkunnskap om GC, da begge skolene hadde gått gjennom dette tidligere. Likevel viser resultatene også for denne analysemetoden at et fåtall av elevene vurderer kompetansen sin som god eller svært god. Totalt vurderer 22 av 45 elever seg som svært dårlige når det kommer til GC-kunnskap, altså rett i underkant av 50%.

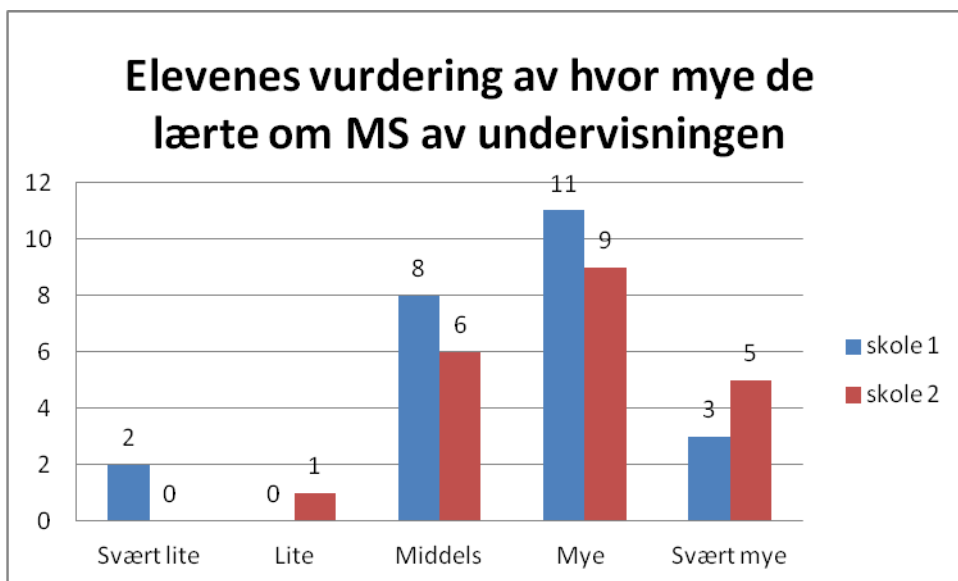
4.3 Elevenes læringsutbytte i tilknytning til analysemetodene

For å kunne vurdere hvorvidt undervisningen hadde vært til hjelp med å forbedre elevenes forståelse av analysemetodene, ble elevene bedt om å vurdere hvor mye de lærte om de ulike analysemetodene av opplegget. Som i forrige delkapittel har jeg i de grafiske framstillingene skilt resultatene for de to skolene. Årsaken er for å se om det kan være forskjell i svarene til elevene ettersom den ene skolen ikke hadde gått gjennom to av analysemetodene tidligere.



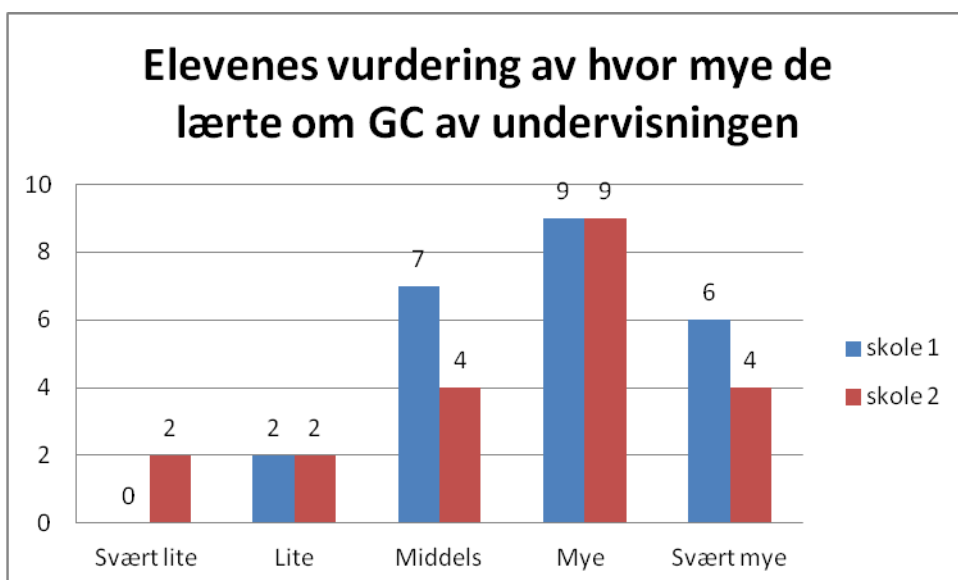
Figur 4-7: Oversikt over hvor mye elevene mente de lærte om NMR etter undervisningsopplegget ved de to skolene.

Resultatet viser at i overkant av seks av ti elever mente de lærte mye eller svært mye om NMR av undervisningsopplegget. Vi ser også av søylene i diagrammet at det var liten forskjell i elevsvarene mellom de to skolene, noe som tyder på at elevenes forkunnskaper om NMR ikke er avgjørende for utbyttet elevene hadde. Det var heller ingen elever som hadde svært lite utbytte av opplegget med tanke på NMR.



Figur 4-8: Oversikt over hvor mye elevene mente de lærte om MS etter undervisningsopplegget ved de to skolene.

I likhet med NMR-resultatene er det vanskelig å se noen trend i svarforskjellene mellom de to skolene for læring av MS. Det er også færre elever som totalt sett har svart lite eller svært lite på spørsmålet enn for NMR, men samtidig er det to elever fra skole 1 som har vurdert læringsutbyttet sitt som svært lite når det kommer til MS.

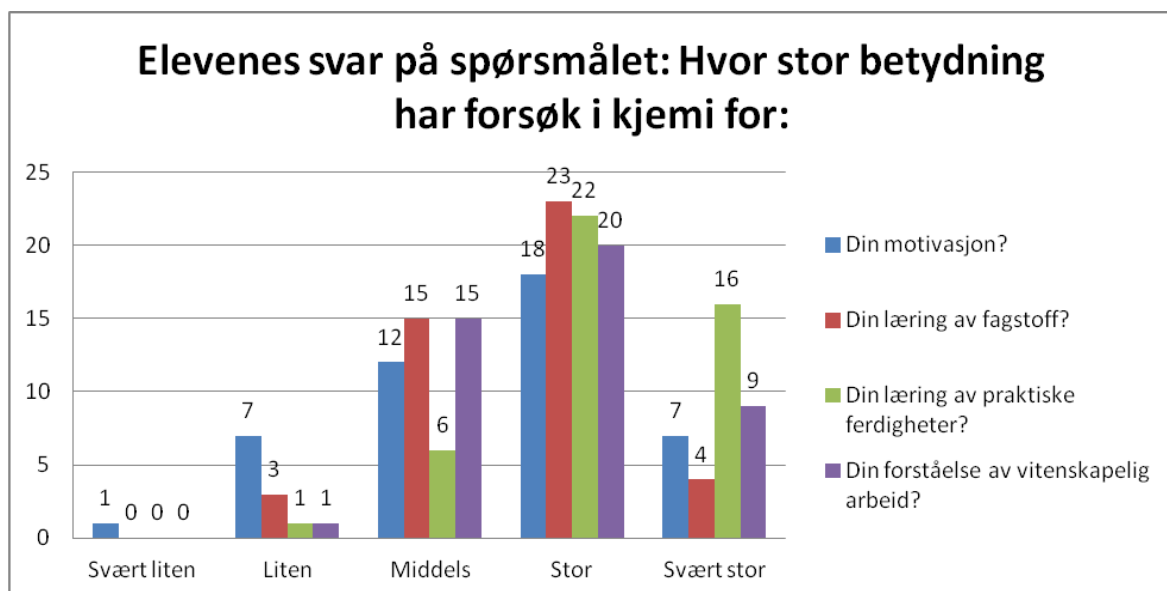


Figur 4-9: Oversikt over hvor mye elevene mente de lærte om GC etter undervisningsopplegget ved de to skolene.

Av diagrammet over kan vi lese at også for GC ligger andelen elever som har krysset av for mye eller svært mye på ca 60 %. Elevene ved skole 1 mener de lærte mer om GC enn det elevene ved skole 2 gjorde, da de har flere elever under kategorien svært mye og ingen under kategorien svært lite. Likevel er det marginale forskjeller i svarene mellom skolene, og det er vanskelig å trekke noen slutninger av resultatet over.

4.4 Elevforsøkets betydning for elevene

Som jeg var inne på i teoridelen (se delkapittel 2.4) kan målene med elevforsøk være mange og ulike. Som en del av undersøkelsen, ble elevene spurt om hvilke læringsaspekter ved kjemifaget elevforsøk hjelper dem med å lære, og hvor viktig elevforsøk er for deres motivasjon. Resultatet er gitt ved figur 4-10.



Figur 4-10: Betydningen elevforsøk har for elever når det kommer motivasjon og læring.

Generelt sett kan vi lese av figur 4-10 at elevforsøk spiller en betydelig rolle når det kommer til alle kategoriene over, da det er over halvparten av elevene (minst) som svarer at elevforsøk har stor eller svært stor betydning innenfor alle fire aspektene. Av kategoriene over er den viktigste rollen elevforsøket har å lære elevene praktiske ferdigheter i faget. 38 av 45 elever mener elevforsøket spiller en stor eller svært stor rolle for deres praktiske læring i kjemi, og bare en elev svarer at det spiller liten rolle.

Av diagrammet over kan vi også lese at elevforsøkets betydning for elevenes motivasjon er den kategorien som kommer dårligst ut av undersøkelsen, men også her er det overvekt av elever som mener elevforsøket er viktig for deres motivasjon. Samtidig er det totalt 20 av 45 elever som mener betydningen er middels eller mindre. Elevene som ble intervjuet ble også spurt om hvilken rolle forsøk hadde for deres motivasjon, og her er noen av svarene:

Elev: *Ja, definitivt (er elevforsøk viktig for min motivasjon i kjemi), hvis vi ikke hadde hatt forsøk så tror jeg det hadde blitt veldig mye tyngre å ta kjemi.*

Elev: *Definitivt, elevforsøk motiverer definitivt, å få det visualisert litt, og ikke bare ha det på papiret og bli fortalt.*

Gjennom flere intervjuer kom vi også inn på hvordan rolle elevforsøk har i læringen av fagteori for elevene. Her er tilbakemeldingene fra elevene:

Elev: *Jeg synes det er en veldig fin måte å se hvordan ting skjer i praksis, når vi jobber med noe spesielt, hvordan det fungerer i praksis. (...) Jeg føler jeg lærer teorien bedre av det (elevforsøk).*

Elev: *Det hjelper meg liksom med forståelse og å se hvordan ting fungerer, fordi kjemi er jo litt vanskelig med mye sånn små atomer og elektroner og sånn der ting, så jeg liksom ser hvordan ting virker. Jeg forstår på en måte ting litt bedre når jeg går gjennom det, med rapporter og sånt.*

Elev: *Sånn personlig føler jeg at jeg må kunne teorien før jeg gjør forsøk, da føler jeg at jeg får størst utbytte av det. For å få visualisert noe.*

Elevene ble ikke spurt direkte om viktigheten av elevforsøk i forhold til de to siste kategoriene (praktiske ferdigheter og vitenskapelige arbeidsmåter), men flere av elevene nevnte til stadighet forskjellen mellom ”skolekjemi” og kjemi slik det gjøres ”i virkeligheten” (se delkap. 4.1 for eksempel).

4.5 Gjennomføringen av elevforsøkene

I delkapittel 2.7 presenterte jeg et rammeverk for vurdering av læringsutbytte i tilknytning til elevforsøk, der det laveste nivået for læring var gitt ved at elevene klarte å gjennomføre øvelsen i henhold til hva læreren hadde som mål. For dette forsøket klarte alle elevene å følge

instruksjonene i henhold til prosedyren, og dermed fikk alle elevene de resultatene som var ønsket. Under intervjuene ble elevene spurt om gjennomføringen av forsøket:

Spørsmål: Hvordan var det å gjennomføre forsøket, med tanke på vanskelighetsgrad?

Elev: *Ja, nå var nå dere der og hjelp oss da, men nei, det var ikke sånn supervanskelig, det stod jo, vi fikk jo forklart hva vi skulle gjøre, men det var jo egentlig det å tenke seg til hva som foregikk, hva som skjedde faktisk i de ulike reaksjonene, men det var selvfølgelig mer avansert enn det vi driver med på laben her, men det lot seg jo gjennomføre.*

Elev: *Jeg synes det var rimelig lett, vi hadde en feilkilde vi gjorde, som jeg ikke helt vet hvor stort utslag hadde, men generelt sett gikk gjennomføringen rimelig greit.*

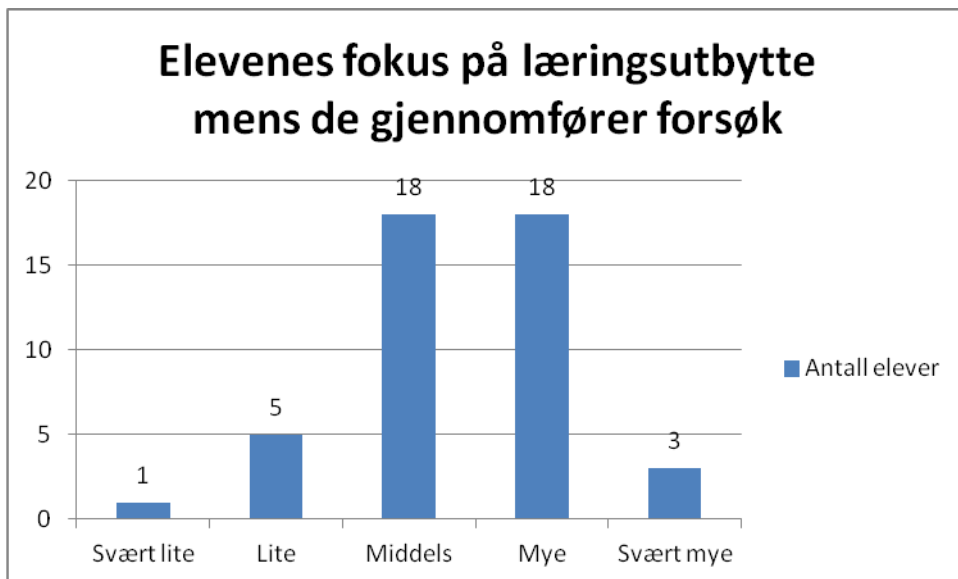
Intervjuer: *Hvilken feil gjorde dere?*

Elev: *Vi slet litt med filtreringen, å få alt stoffet på filterpapiret, så det forsvant nok noe av produktet.*

Tilbakemeldingene fra elevene som ble intervjuet tilsier at det ikke var veldig store problemer med gjennomføringen av forsøket, og den eneste utfordringen var vel egentlig filtreringen med Büchnertrakt, som var nytt for elevene.

4.6 Fokus på læring underveis i forsøket

Et av hovedproblemene ifølge forskningen er at elevene er mest opptatt av å bli ferdig med forsøket, og lite opptatt av å tenke underveis (Berry et al., 1999). Derfor ble elevene spurt om hvor mye de fokuserer på sitt eget læringsutbytte under gjennomføringen av elevforsøk. Resultatet er gitt ved figur 4-11.

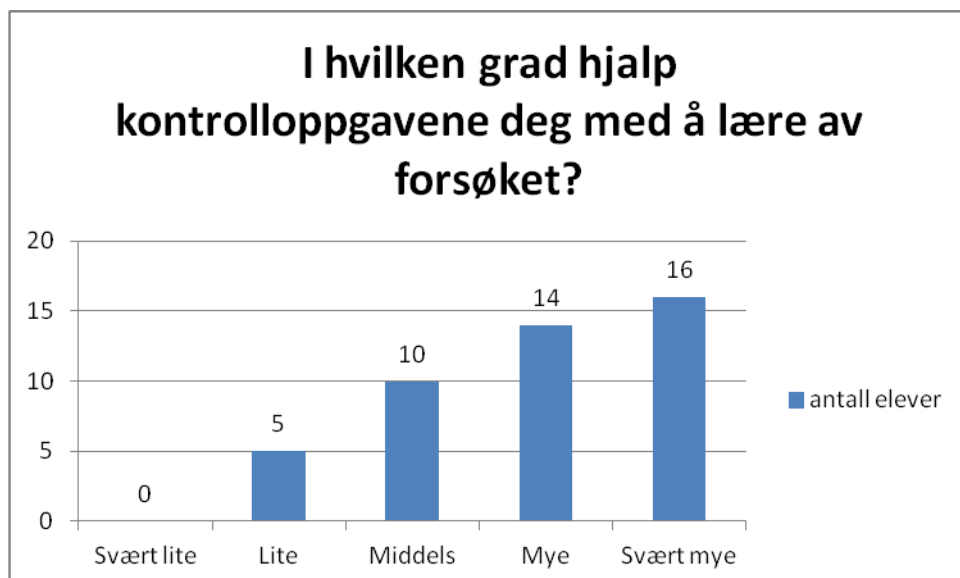


Figur 4-11: Elevenes fokus på sitt eget læringsutbytte underveis i elevforsøkene.

Av figuren kan vi lese at de fleste elevene mener de fokuserer ”middels” eller ”mye” på læringsutbyttet mens de gjør elevforsøk. Resultatet tilsier at det er en god del elever som kunne hatt et større fokus på sin egen læring under øvelsene, da 24 av 45 elever svarer at de har middels fokus eller mindre.

4.6.1 Kontrolloppgaver som fokushjelp

Som ledd i et forsøk på å hjelpe elevene med å lære fagstoff av elevforsøket, ble det i prosedyren lagt inn noen kontrollspørsmål som elevene kunne svare på underveis. I tillegg var en del av min oppgave å gå rundt å stille elevene spørsmål for å sørge for at elevene også tenkte på de teoriene og begrepene som ble illustrert av øvelsen. I undersøkelsen ble elevene spurt om kontrolloppgavens rolle i deres læringsprosess. Resultatet er gitt ved figur 4-12.



Figur 4-12: Elevenes vurderinger av kontrolloppgavene som hjelp til læring.

Tilbakemeldingene fra elevene viser tydelig at mange hadde god nytte av kontrolloppgavene. Slike typer oppgaver er nok ikke elevene vant med fra før, og det er ingen grunn til å tro at resultatet blir noe dårligere etter flere øvelser med slike oppgaver. Under intervjuene ble også kontrolloppgavene og bruken av dem diskutert:

Intervjuer: *Hva synes du om kontrolloppgavene?*

Elev: *For selve forsøket var de jo ikke til stor hjelp, i at det ikke var nødvendig for å utføre det, men for å få en større forståelse for det vi holdte på med var de definitivt, og det regner jeg med er poenget, så var de definitivt til hjelp.*

Intervjuer: *Hvordan brukte dere kontrolloppgavene?*

Elev: *Nei, vi brukte egentlig ikke de, jeg tenkte egentlig med over dem individuelt enn at vi jobbet i gruppe med dem.*

En annen elev innrømmet at deres bruk av kontrolloppgavene var svært begrenset:

Intervjuer: *Hva synes du om at det var lagt inn kontrolloppgaver som dere kunne se på underveis?*

Elev: *Dem fikk jeg egentlig ikke så mye med meg, men nei, jeg tror ikke vi på min gruppe fikk med oss, jeg tror vi var mest opptatt av å gjøre det, men jo vi, jeg husker det var et par ganger vi stoppet og tenkte litt over det, og det var egentlig greit. Det er sånn der, da må man jo tenke seg litt om.*

Intervjuer: *Er det ofte dere stopper opp underveis og tenker over hva dere gjør?*

Elev: *Jaja, det gjør vi jo som regel, for som regel må vi skrive rapport eller et eller annet sånt, så da må vi jo på en måte tenke, og da er det enklere å gjøre det underveis. Men ja, det spørs litt hvilket forsøk det er, som regel tenker vi jo litt, men det er jo etterpå når vi skriver rapport vi setter oss ned og tenker grundig over det, definitivt.*

Svarene fra den andre eleven illustrerer poenget med at de fleste elevene ”sparer” endel av tenkingen til etter forsøket er ferdig, og gjerne i sammenheng med en rapport.

Kontrolloppgavene kan i så måte også være til hjelp også etter at øvelsen er ferdig, som hjelp med å påpeke viktige aspekter ved forsøket. Kontrolloppgavene fungerer dermed som styring for hva læreren mener elevene burde lære av forsøket.

4.6.2 Elevenes forståelse av forsøket

Når det kommer til elevenes forståelse av hva som skjer under selve forsøket, tar jeg utgangspunkt i observasjoner gjort underveis mens elevene gjennomførte forsøket, og de svarene elevene har gitt på etterarbeidet.

Observasjonene av elevene underveis i øvelsene tyder på at et fåtall av elevene har tidligere lært fagkunnskap ”i spill” mens de utfører forsøket. Den første observasjonen elevene gjør i forsøket, er når de løser opp natriumhydroksid i vann, og løsningen blir varm. Det er imidlertid bare et fåtall av elevene som forstår denne observasjonen som en eksoterm reaksjon (som elevene skal kunne fra kjemi 1). Store deler av elevmassen blander også sammen utgangsstoffene, uten å tenke over hvilken rolle stoffene spiller i reaksjonen. Dette til tross for at det ble lagt inn kontrollspørsmål underveis (se forrige delkapittel). Begrepene løselighet og polaritet er i så måte heller ikke i spill underveis. Dette er begreper som er helt sentrale for å kunne forklare etanolens rolle i reaksjonen, utfellingen av dibenzalaceton, vaskingen med vann og omkrystalliseringsprosessen.

I etterkant leverte elevene inn et etterarbeid, der flere av momentene nevnt i avsnittet over ble spurt om. De fleste elevene gir svært korte svar når de forklarer hvilke roller de fem stoffene som inngår i forsøket har i reaksjonen, gjerne på formen: aceton og benzaldehyd – reaktanter, dibenzalacetone – produkt, natriumhydroksid – katalysator, etanol – løsemiddel. Det kommer ikke frem av svarene om elevene faktisk vet hva for eksempel et løsemiddel er, eller om hvorfor akkurat etanol er egnet som et løsemiddel. Bare en av elevene er inne på begrepet polaritet i forbindelse med løsemiddelet, og at produktet ikke vil løses opp i etanol (som er en forutsetning for at produktet felles ut).

Etter at syntesen er gjennomført, ble produktet vasket med vann. Elevenes forklaring på hvorfor dette grepet blir tatt varierer også veldig. Noen elever forklarer seg svært generelt, og viser i liten grad at de har skjønnet hva som er årsaken. Et eksempel lyder:

”Når vi vasker stoffet med vann blir vi kvitt eventuelle urenheter”

Flere av elevene viser god forståelse av opprensingen, da de henviser til polariteten i svarene sine. Eksempler på slike svar er for eksempel:

”Vann er polart og vil derfor trekke med seg ionene av NaOH (Na^+ og OH^-) gjennom filteret”

”Produktet vaskes med vann fordi produktet er upolart og ved å vaske det med vann vil de polare stoffene som eventuelt er tilstede løses opp og bli borte med vannet”

Til slutt ble elevene bedt om å forklare hvordan omkrystalliseringsprosessen er med på å rense produktet. Som ved det forrige punktet er det også her variasjon i svarene fra elevene. Noen elever forklarer seg svært kortfattet, som for eksempel:

”Omkrystalliseringen gjør at vi renser stoffet”

”Omkrystallisering er for å fjerne rester av andre stoffer”

Svarene over viser i liten grad at elevene har forstått hvordan omkrystalliseringen er med på å rense produktet, da svarene egentlig bare er en omskrivelse av oppgaveteksten. Kvaliteten på svarene over står i sterk kontrast til svaret under, som viser en god forståelse av omkrystalliseringen:

”OmkrySTALLisering: Vi løser opp krystallene av dibenzalaceton med etanol under oppvarming. Ved høyere temperatur øker løseligheten til krystallene i løsemidlet. Etanol løser urenheterne fra krystallene fordi alle urenheterne/stoffene (for eksempel aceton og benzaldehyd) er løselig i etanol. Deretter kjøler vi ned løsningen og de rene krystallene av dibenzalaceton er skilt fra urenheterne.

4.7 Arbeid med rapporter

For elevene er en viktig del av læringen av elevforsøk å kunne dokumentere de resultatene de har fått. Rapporten er den vanlige måten å gjøre dette på. For å få en oversikt over hvordan elevene forholder seg til rapportskrivning i kjemi ble elevene spurt om hvor mye arbeid de legger i rapportene. De to skolene som deltok i undersøkelsen hadde to ulike tilnæringer til praktisk arbeid i kjemi. Den første skolen gjorde ofte elevforsøk (ca annenhver uke), mens elevene ved den andre skolen nesten aldri gjorde forsøk (mer vanlig med demonstrasjoner fra læreren). I og med at tilnærmingene til skolene er så ulike, har jeg igjen separate resultater for de to skolene. Arbeidsinnsatsen til elevene i tilknytning til rapportskrivning er gitt ved figur 4-13.



Figur 4-13: Oversikt over hvor mye elevene arbeider med rapportene fra elevforsøk.

Resultatet over viser til dels store forskjeller i elevenes arbeidsinnsats sett i sammenheng med rapportskrivning for de to skolene. Elevene ved skole 1 legger ned betraktelig mer

arbeidsinnsats med rapportene enn det skole 2 gjør. Hvorvidt dette har sammenheng med hvor ofte elevene gjør forsøk vil ikke denne undersøkelsen kunne gi svar på, men resultatene over indikerer at dette er en mulighet. Elevene som ble intervjuet ble spurt om deres forhold til rapportskrivning i kjemi, og det er enighet blant dem om at rapporten er et viktig verktøy for å forstå forsøket.

Intervjuer: *Hvilket forhold har du til å skrive rapport (i kjemi)?*

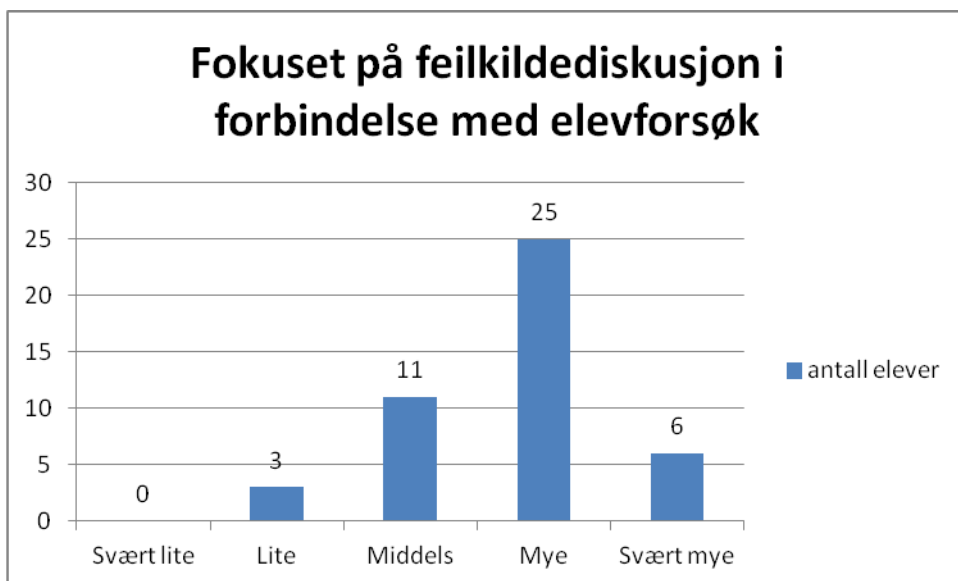
Elev: *Jeg synes selyfølgelig det er litt sånn kjedelig å skrive rapporter, men når, etter at vi har hatt, sånn der, lest litt om forsøket før og gjort forsøket, og så gjør rapport, så gjør liksom rapporten at jeg skjønner alt som har skjedd (...). jeg synes det er ganske bra med rapporter, det gir meg veldig mye innsikt i det som foregår.*

Intervjuer: *Hvilket forhold har du til å skrive rapport (i kjemi)?*

Elev: *Jeg liker å skrive rapport, det, jeg liker egentlig den teoridelen med å kunne prøve å forklare det som skjer, så den delen synes jeg egentlig er den greieste delen av kjemi.*

4.8 Feilkildedrøftinger

Det å kunne drøfte feilkilder er viktig for elevene, for å kunne vurdere resultatene de får fra forsøkene de gjør. I spørreskjemaene ble elevene spurt om i hvor stor grad de diskuterer feilkilder ved forsøkene de gjør. Svarene er gitt ved figur 4-14.



Figur 4-14: Grad av feilkildediskusjon blant elevene i forbindelse med elevforsøk.

Resultatet gir et bilde av at feilkilder ofte blir diskutert i forbindelse med elevforsøk, da over to av tre elever krysser av for mye eller svært mye på spørsmålet. Det er heller ingen elever som har krysset av for den laveste graden av feilkildediskusjon.

I forbindelse med etterarbeidet fra elevforsøket, ble elevene bedt om å vurdere hvordan to spesifikke feilkilder er med på å påvirke utbyttet av syntesen. Svarene elevene har gitt viser at det er stor forskjell på hvordan feilkildene drøftes. På spørsmål om hvordan utbyttet av syntesen ble påvirket av at produktet ikke ble tørket, ble for eksempel følgende mangelfulle drøftinger gitt:

”Produktet kunne vært tyngre enn det burde vært, pga vannet.”

”Dette kunne påvirket produktet med at det fortsatt var vann og løsemiddel i produktet.”

”Rester av løsemiddelet og vann kan være i produktet og dermed vil vekten av produktet bli feil.”

Svarene over er mangelfulle i den forstand at de ikke sier noe om hvordan utbyttet av syntesen blir påvirket. Det øverste svaret påpeker at produktet kan ha vært tyngre enn det burde vært, noe som er korrekt, men kobler ikke dette videre til utbyttet. De to andre svarene

sier heller ingenting om utbyttet, men de nevner heller ingenting om massen til det målte produktet.

Det finnes også gode drøftinger blant svarene, og eksempler på slike er for eksempel:

”Det påvirker utbyttet fordi rester av løsemidlene kan fortsatt være igjen i produktet, noe som vil si at sluttproduktet blir tyngre enn det egentlig ville vært, og vi får derfor et større utbytte.”

”Dette kan ha påvirket utbyttet slik at produktet veide mer enn det egentlig gjorde. Dette er en feilkilde som gjør at man egentlig har et lavere utbytte.”

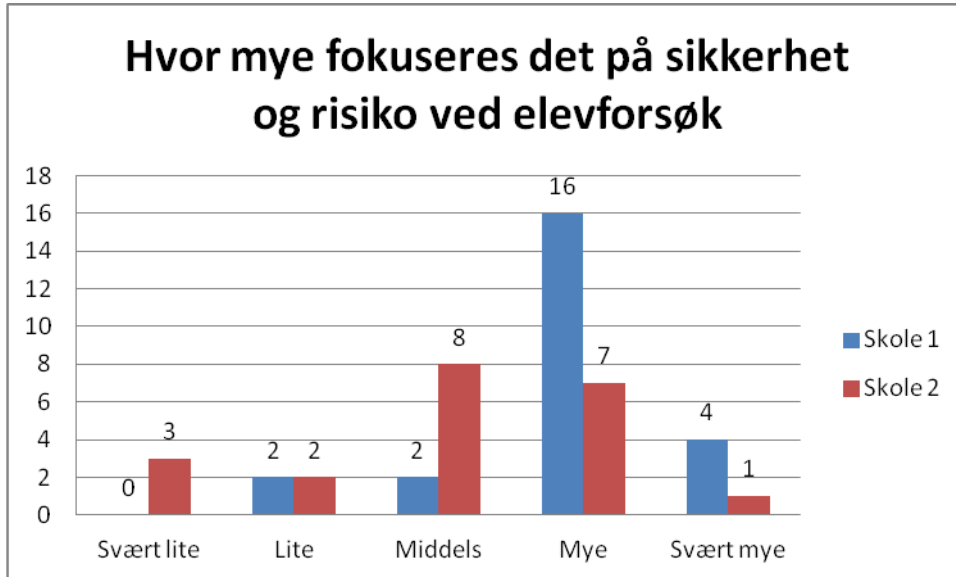
4.9 Elevenes systematikk på laboratoriet

Et fokusområde for observasjonen av elevforsøkene var elevenes systematikk på laboratoriet eller i klasserommet underveis, med hovedfokus på hvordan elevene noterte de observasjonene og dataene de fikk underveis. Følgende observasjoner ble gjort:

- De fleste elevene noterer svært lite eller ingenting underveis. Notatene begrenser seg til måleverdiene for massene til de ulike stoffene, som de gjerne skriver ned i labheftet der prosedyren står. Jeg så ingen elever som noterte ned noen av observasjonene de gjorde underveis (for eksempel hva som skjer når aceton/benzaldehyd-løsningen og natriumhydroksidløsningen blandes).
- En god del av elevene legger igjen labheftene, der både prosedyren, kontrollspørsmål og deres egne notater er skrevet. Det var flere tilfeller i timene i etterkant av elevforsøkene der noen elever manglet massen av produktet de fikk, som igjen medfører at det blir vanskelig å beregne utbyttet av syntesen.
- Elevene er veldig organisatorisk orientert i kommunikasjonen med hverandre. Mange samtaler mellom elever handler om hvem som skal gjøre hva, og hvordan ting skal gjøres (der det ikke står spesifikt i forsøket, for eksempel noe bruk av glassutstyr).

4.10 Sikkerhets- og risikovurdering

Det første steget i ”forskningsprosessen” til elevene var at de skulle foreta en sikkerhets- og risikovurdering. Før undervisningen ble elevene spurt om fokuset på dette i tilknytning til elevforsøk.



Figur 4-15: Elevenes oppfatning av fokuset på sikkerhet og risiko rundt elevforsøk.

Svarene fra skolene i undersøkelsen tyder på at det generelt er et ganske stort fokus på sikkerhet og risikovurdering. Resultatet peker også i retning av at skole 1 fokuserer mer på sikkerhet enn skole 2.

Etter at undervisningsopplegget var ferdig, ble elevene spurt om hvor mye de lærte om sikkerhet og risiko. Svarene er gitt ved figur 4-16.



Figur 4-16: Oversikt over hvor mye elevene mente de lærte om sikkerhet og risiko etter undervisningsopplegget. Her er elevantallet mindre enn det totale antallet elever, da noen elever ikke var til stede under denne delen (av ulike årsaker).

Resultatet over viser at 26 av 35 elever fikk mye eller svært mye ut av sikkerhets- og risikovurderingen som ble gjort før forsøket ble gjennomført. Denne formen for vurdering av sikkerhet og risiko var det ingen av elevene som hadde gjort tidligere. Under intervjuene ble også elevene spurt om hva de synes om denne delen av opplegget.

Intervjuer: *Hva synes du om sikkerhets- og risikovurderingen som vi gjorde?*

Elev: *Det synes jeg var bra, fordi at det er jo sikkert noe helt annet, eller det er jo sikkert mange andre stoffer enn det vi holder på med her, for her må vi jo bare ta på sikkerhetsbriller og hansker, så er det "good to go", så jeg synes det var bra og interessant og jeg kunne se med de forskjellige gradene og forskjellige greier på de der sikkerhetsbladene, så ja, det var fint.*

En annen elev påpekte at fokuset på sikkerhet og risiko tilhørte starten av hvert år eller hver termin, og at dette var noe man egentlig dyttet litt til siden.

Intervjuer: *Hvordan var det å jobbe med sikkerhet og risiko på forhånd, er det noe dere bruker å gjøre?*

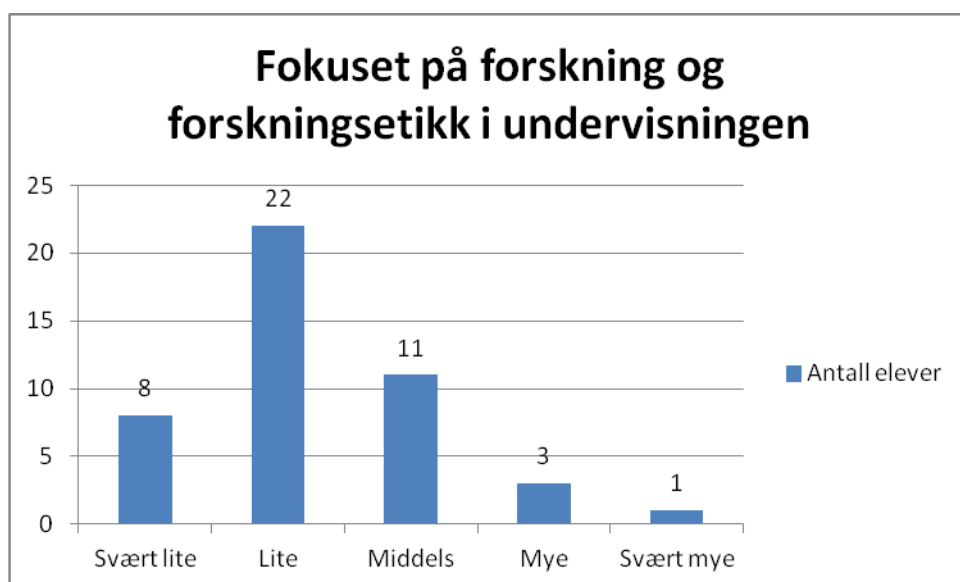
Elev: *Sikkerhet og risiko? Ja, det har vi, det har vært mer på starten av hvert skoleår eller termin, så det er vel, så det er litt oppdatering på sikkerhet, så vi har gjort det før.*

Intervjuer: *Følte du det var nyttig på noe vis?*

Elev: *Jeg føler vel det er nyttig, men det er sånn man dytter litt til siden vil jeg si.*

4.11 Forskning og forskningsetikk

Som en del av hovedemnet forskning i læreplanen, skal elevene være oppdaterte på aktuell kjemiforskning, og kunne drøfte hvordan forskere sikrer at forskningen er etisk forsvarlig (utdanningsdirektoratet, 2006a). Før undervisningen ble elevene spurt om hvor mye de diskuterer aktuell forskning og de etiske sidene ved forskningen i kjemiundervisningen.



Figur 4-17: Elevenes opplevelse av fokuset på forskning og forskningsetikk i kjemiundervisningen.

Svarene elevene har gitt viser tydelig at det fokuseres lite på forskning og forskningsetikk i kjemiundervisningen. To av tre elever svarer at det fokuseres lite eller svært lite på temaet, mens det er under ti prosent som svarer mye eller svært mye.

Etter undervisningsopplegget ble elevene spurt om hvor mye de lærte om aktuell forskning og forskningsetikk i kjemi. Resultatet vises i figur 4-18.



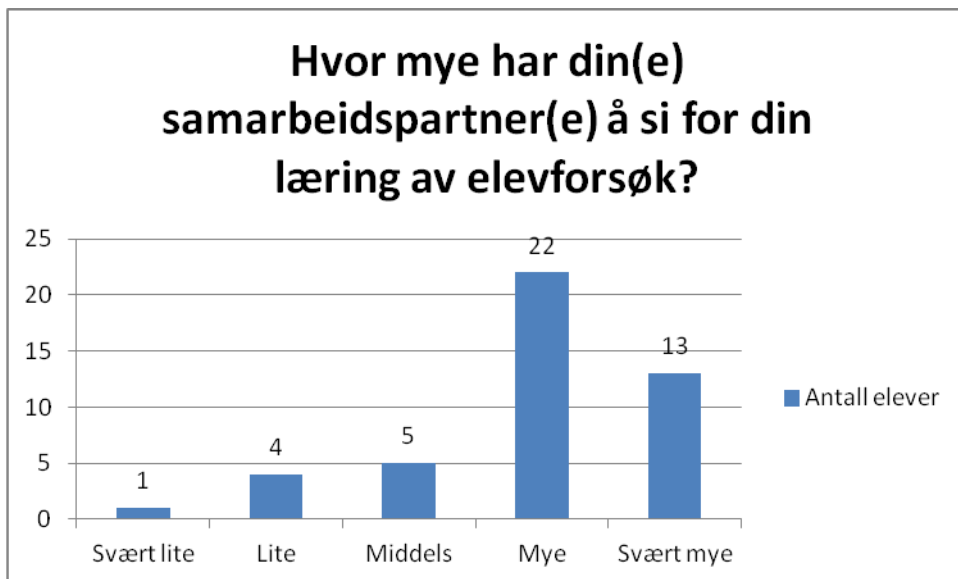
Figur 4-18: : Oversikt over hvor mye elevene mente de lærte om forskning og forskningsetikk etter undervisningsopplegget.

Svarene til elevene viser et resultat som i gjennomsnitt gir middels grad av læring om forskning og forskningsetikk. Elevintervjuene i etterkant tydet på at fokuset på dette temaet kunne vært enda tydeligere i timene i etterkant.

Elev: Ja, jeg husker vi var inne på det, men jeg kan egentlig ikke si noe spesifikt om akkurat det. Hovedfokuset var på å lære analysemetodene, så det gikk kanskje litt ut over det andre vi snakket om.

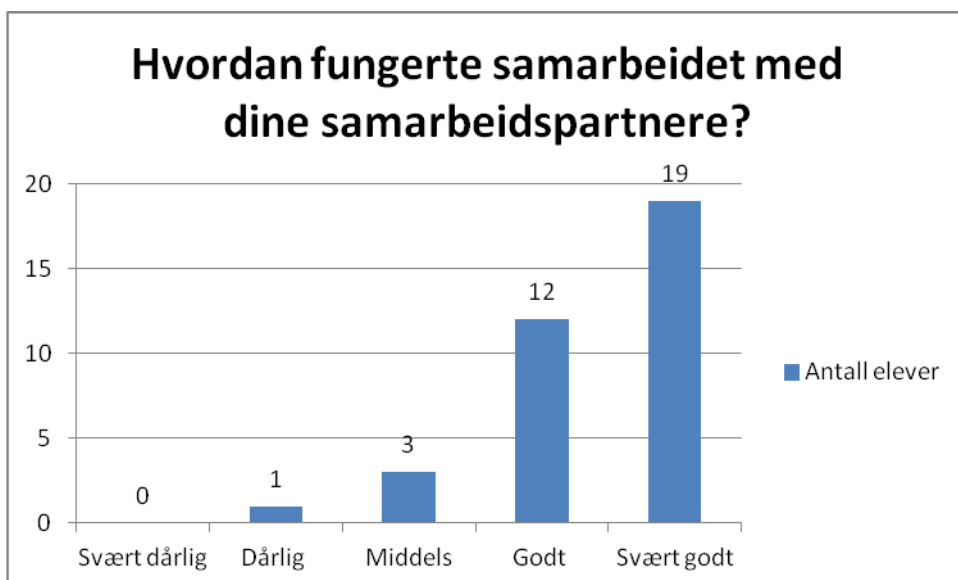
4.12 Elevforsøk som samarbeidslæring

Elevforsøk er en naturlig arena for elevene til å samarbeide med hverandre, og i sosiokulturell tradisjon vil samarbeidslæring være en god arbeidsmetode for å lære sosiale, men ikke minst også verbale ferdigheter (språket er essensielt). Derfor var det naturlig å undersøke elevenes vurderinger av hva samarbeidet med medelevene har å si for deres læring.



Figur 4-19: Elevenes vurderinger av hva samarbeidspartneren(e) har å si for deres læring.

Resultatet gir en tydelig indikasjon på at elevene mener at samarbeidspartnerene har mye å si for deres læring av elevforsøk, da totalt 35 elever svarer mye eller svært mye på spørsmålet. I etterkant av undervisningen ble elevene spurt om hvordan samarbeidet med medelevene hadde fungert. Svarene finner du i figur 4-20.



Figur 4-20: Elevenes vurderinger av hvordan samarbeidet med medelevene fungerte.

Totalt viser det seg at 31 av 35 elever mener de samarbeidet svært godt eller godt sammen med medelevene sine, mens bare en elev svarte dårlig. Elevene vurderer altså at de jobber godt med hverandre.

For å undersøke temaet videre ble elevene under intervjuene spurt om sine samarbeidserfaringer, og hva som for dem var ”et godt samarbeid”.

Intervjuer: *Hvilke erfaringer har du med å samarbeide med andre på laben?*

Elev: *Egentlig bare positive, man gjør det jo sammen, så det blir jo egentlig bare et forsøk man kunne gjort alene, men folk bare henter ting, så det blir jo, ja, ikke så stor forskjell.*

Intervjuer: *Men hva er et godt samarbeid da?*

Elev: *Et godt samarbeid....det må vel være hvor begge har meninger om hva man skal gjøre neste gang. Hvor begge kan, eller hvor begge eller flere i gruppa trekke konklusjoner fra de utbyttene man får og fra de prosessene man gjør, og at egentlig alle har en forståelse til en viss grad.*

Intervjuer: *Hvilke erfaringer har du med å samarbeide med andre på laben?*

Elev: *Bra, jeg har en fast labpartner, og vi har ikke fått det slik at vi må ha en fast labpartner, men jeg synes det er veldig greit, vi jobber godt sammen.*

Intervjuer: *Hvorfor jobber dere godt sammen?*

Elev: *Ja, vi har jo egentlig bare en god tone, klarer å få ting gjort ganske så fort, ganske greit, ganske ordentlig, alt blir veldig organisert, vi tuller ikke så veldig mye....ja.*

De to utdragene over illustrerer at ulike elever har ulike meninger om hva et godt samarbeid innebærer. Den første eleven verdsetter gruppas ulike meninger - som leder til konklusjoner (en slags felles forståelse?), mens den andre eleven mener et godt samarbeid innebærer ”en god tone” og at ting blir gjort ordentlig og effektivt.

De observasjonene som ble gjort i forhold til elevenes samarbeid og kommunikasjon, peker i retningen av at det kommuniseres mer om de praktiske sidene ved forsøkene (hvem gjør hva) enn de teoretiske sidene.

4.13 Rammefaktorer

Innenfor all undervisning finnes det rammefaktorer som er med på å påvirke læringssituasjonen, og som dermed også kan påvirke læringseffekten av undervisningen. For dette opplegget vil jeg ta opp tiden og undervisningslokalene som to rammefaktorer som var med på å forme opplegget.

Når det gjelder tidsaspektet var det bare en av to klasser fra skole 1 som fikk tid til å omkrystallisere produktet deres, til tross for at de hadde tilnærmet lik tid i forskningsparken. Dette viser bare at hastigheten elevene jobber med i praktiske øvelser varierer svært mye, da det også var elevgrupper som var ferdige etter 60 minutter (av de tilgjengelige 90). For skole 2 var det tilgjengelig tre skoletimer, slik at der var det ingen problemer tidsmessig. Når det gjelder timene i etterkant av forsøket, er både de observasjonene som ble gjort, og tilbakemeldingene fra elevene like. Det var knapt med tid.

Elev: (...) *Foredraget kunne jo sikkert med fordel vært litt lenger og du hadde sikkert enda mer du kunne ha sagt, så ja, det kunne ha vært litt lenger.*

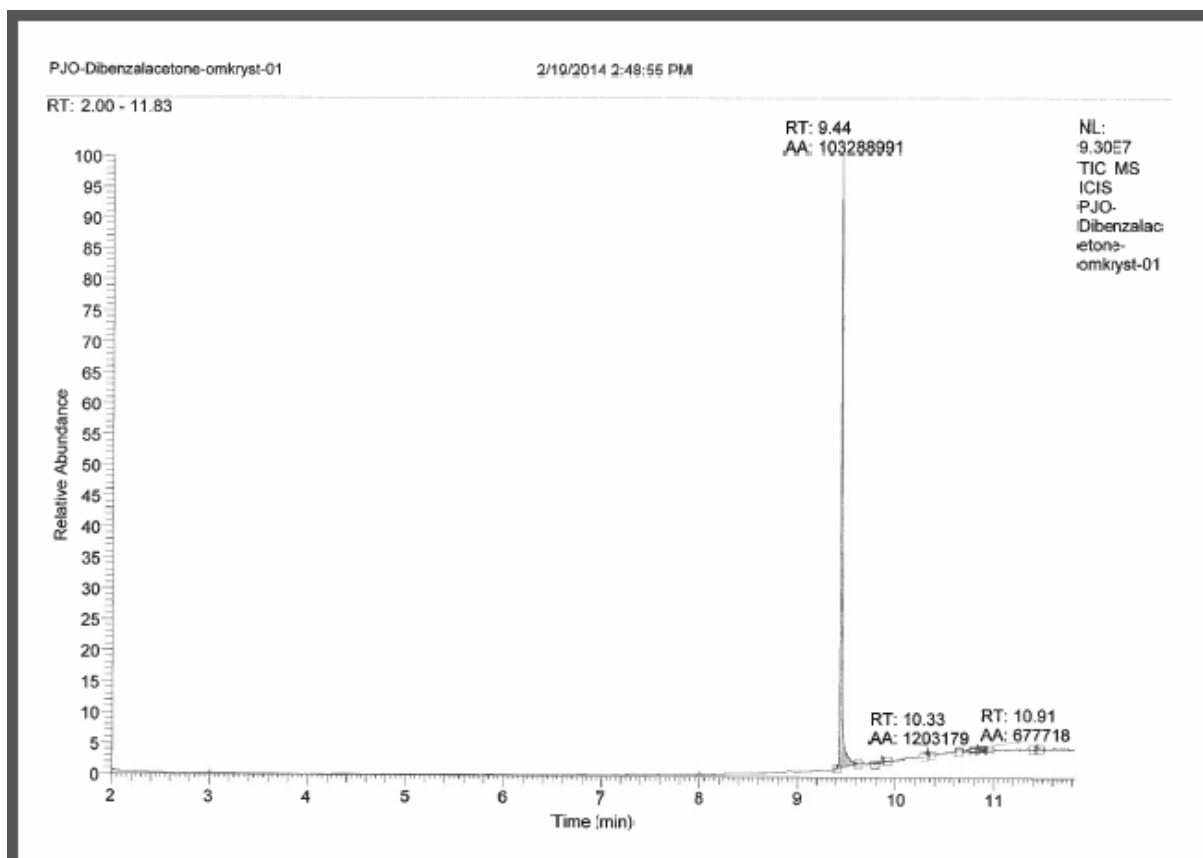
Intervjuer: *Du synes det ble litt lite tid?*

Elev: *Ja, det kunne definitivt vært litt lenger så man kunne fått litt mer grubling på spektrene, men det var bra med den tiden vi hadde til rådighet.*

Skole 1 var på forskningsparken og gjorde elevforsøket, mens elevforsøket ble gjort på skole 2. Tilbakemeldingene fra elevene som var i forskningsparken var at det var spennende å være der, og observasjonene tyder på at elevene trivdes i ”nye omgivelser”. Samtidig var det ingen problemer å være i en ”vanlig” kjemilab i den videregående skolen, selv om fasilitetene i forskningsparken nok er bedre.

4.14 Analysespektrene

En viktig del av etterarbeidet var at elevene skulle tolke GC-kromatogrammet, og MS- og NMR-spektrene. Tolkningene til elevene vil kunne gi viktig informasjon når det kommer til hvor egnet dibenzalacetone er som utgangspunkt for læring av analysemetodene. Jeg vil derfor i dette delkapittelet presentere analysespektrene for metodene, og tolkninger gitt fra elevene.



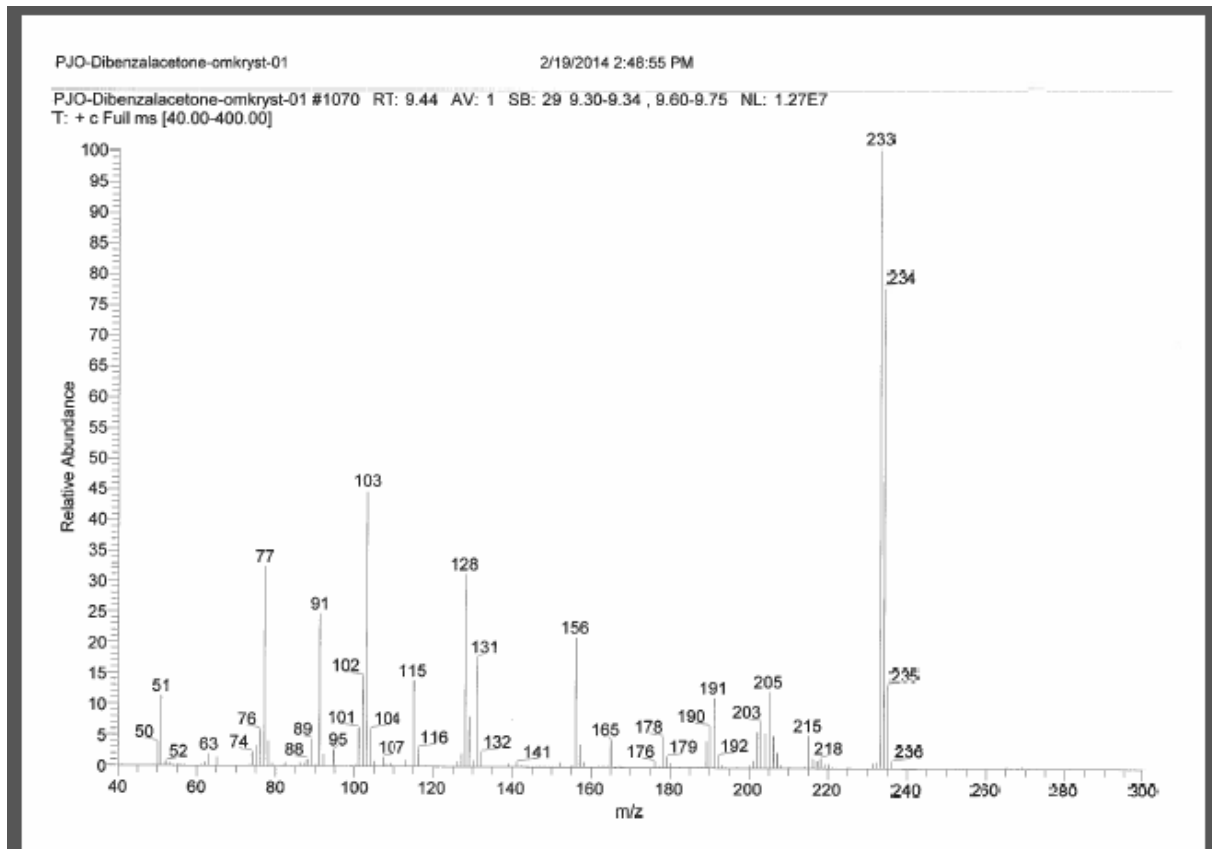
Figur 4-21: GC-kromatogram av det syntetiserte produktet fra klasse 1.

Gasskromatogrammet av produktet ble sendt ut som vist i figur 4-21 for samtlige klasser/skoler som var med på opplegget, altså var det ingen forskjell på det omkrystalliserte produktet og det som ikke var omkrystallisert. Av kromatogrammet kan vi lese at retensjonstiden til dibenzalaceton var ca 9,44 minutter, og at det syntetiserte produktet var veldig rent (bare små utslag for andre stoffer). Tolkningene fra elevene tyder på at det var små problemer med å forstå hva kromatogrammet viste.

”Vi kan se på GC-spekteret at produktet vi har fått er et veldig rent stoff siden vi kun har en markant topp”

”I GC-spekteret kan vi se noe av renheten til et produkt. I vårt analysespekter for dibenzalaceton kan vi se én tydelig topp, noe som tyder på at stoffet er rent”

Tolkningene av MS-spekteret og NMR-spekteret er det derimot varierende tolkninger fra elevene. Her er det også nokså markante forskjeller mellom svarene fra elevene fra skole 1 og skole 2.



Figur 4-22: Massespekter av dibenzalacetone.

Massespekteret inneholder mange relevante toppen som bør være mulig for elevene å finne. De toppene elevene ble bedt om å konsentrere seg om var toppene 234m/z, 233m/z, 156m/z, 131m/z, 103m/z, 91m/z og 77m/z. I tillegg diskuterte vi toppene 235m/z og 236m/z i plenum. Følgende tolkninger av massespekteret er valgt ut fra elevenes etterarbeid.

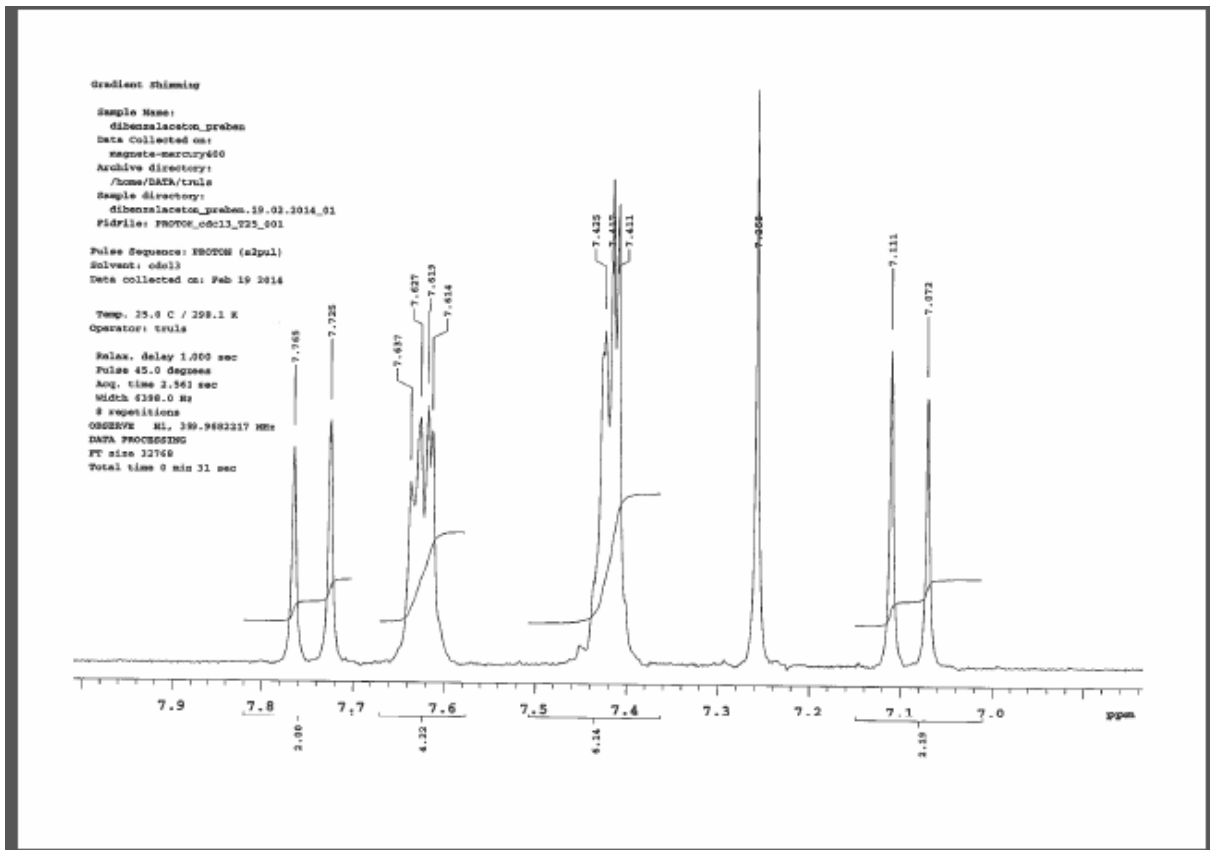
"Identifiserer stoffet, ut ifra toppen for selve molekylet og de fragmenter dibenzalacetone kan deles opp i, ut ifra deres masser målt i u."

"Molekylionet er 234u, og dette er en av toppene i spekteret. Toppen på 77u er $C_6H_5^+$.

Toppen på 233u er stoffet vårt minus et hydrogen. Det er vår høyeste topp, og det vil si at det blir dannet mest av dette og at det dermed er stabilt."

”77u er benzenringen, 91u er benzenringen + CH₂, 103u er benzenring + CHCH, 131u er benzenring + CHCHCO, 156u er hele molekylet – benzenring + H, 233u er hele molekylet – H, 234u er hele stoffet. Vi kan få verdien 235 fordi ca 1% av karbonatomer veier 13 istedet for 12u. Dette skjer også når vi har halogener (Cl/Br), og kalles isotoptopp”

Det første svaret er representativt for mange elever fra skole 1, mens de to andre svarene er fra skole 2, og gir et bilde på hvilke svar elevene derfra ga.



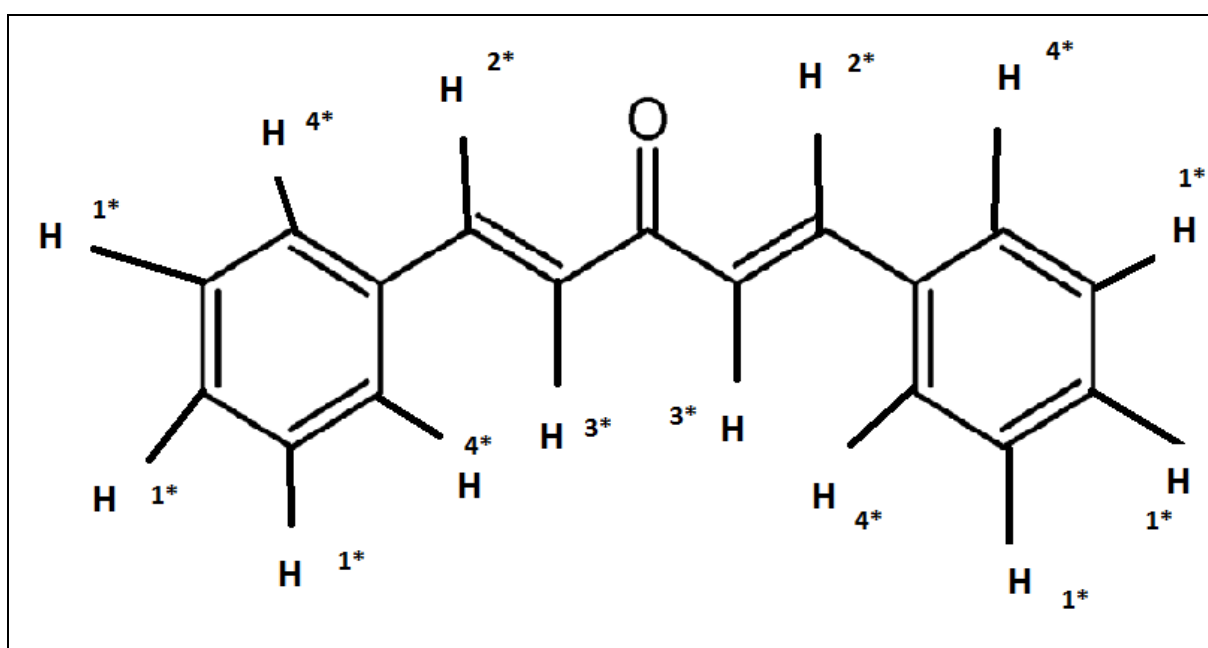
Figur 4-23: NMR-spekter av dibenzalacetone - i intervallet 7-8 ppm.

Elevene fikk på forhånd opplyst at singletten mellom 7,2 og 7,3 ppm tilhører løsemidlet fra analysen, og at de kunne se bort fra denne. Jeg presenterer igjen et utvalg av tolkninger fra elevene (fra begge skolene).

”NMR-kjernemagnetisk resonans. Antallet topper – antallet ulike miljøer, splitting $n+1$ er antall nabohydrogener, kjemisk skift står i tabeller, høyde/areal på signalet – proporsjonalt med antallet hydrogenatomer som opplever miljøet.”

”Dette spekteret viser hvilke strukturer som finnes i molekylet vi har analysert. Man kan se på toppene og finne ut om hvilke topper/strukturer som er nabogrunder. Vi kan altså finne ut molekylets sammensetning.”

”Det er normalt at vi havner i området 6-9 ppm fordi vi har benzenringer. Vi kan av integralene se at det er 14 hydrogenatomer som gir signal. De 6 H-atomene som danner tripletten er markert med tallet 1*. De 4 H-atomene som danner de to toppene er markert med 4*. De to H-atomene på det kjemiske skiftet 7-7,15 er markert med 3* og står på dette skiftet fordi H-atomene er mer skjermet fra O-atomet. De andre to H-atomene (2*) har høyere kjemisk skift fordi de er nærmere O-atomet (lite skjermet).”



Figur 4-24: Illustrasjon av elevtolkning av NMR-spekteret.

De to første svarene er her hentet fra elever ved skole 1, mens det siste svaret er hentet fra en elev ved skole 2.

4.15 Gjennomsnittlig utbytte, varians og standardavvik fra syntesen

Alle resultatene fra elevgruppene som gjorde forsøket er samlet inn, for å kunne beregne gjennomsnittlig utbytte av syntesen, samt varians/standardavvik. For at et forsøk skal være

gjennomførbart på skolen, er det nødt til å gi forutsigbare resultater. Totalt var det 13 elevgrupper som gjennomførte syntesen. Deres utbytter i gram er presentert i tabell 4-1.

Tabell 4-1: Utbytter av syntesen til elevgruppene som utførte forsøket.

Utbyttet av syntesen	2,93g	3,48g	3,01g	2,77g	1,99g	3,48g	2,18g	2,19g	1,50g	3,55g	3,21g	1,37g	5,55g
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Av tabellen kan vi lese at utbyttet med masse 5,55 g er en klar outlier, slik at denne blir ekskludert fra beregningene av gjennomsnittet, variansen og standardavviket.

Gjennomsnittet er da gitt ved

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} x_i = 2,64g$$

Dette tilsvarer et gjennomsnittlig utbytte på 90,19 %. Variansen er gitt ved

$$s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \sum_{i=1}^{12} \frac{(x_i - 2,64)^2}{11} = 0,60$$

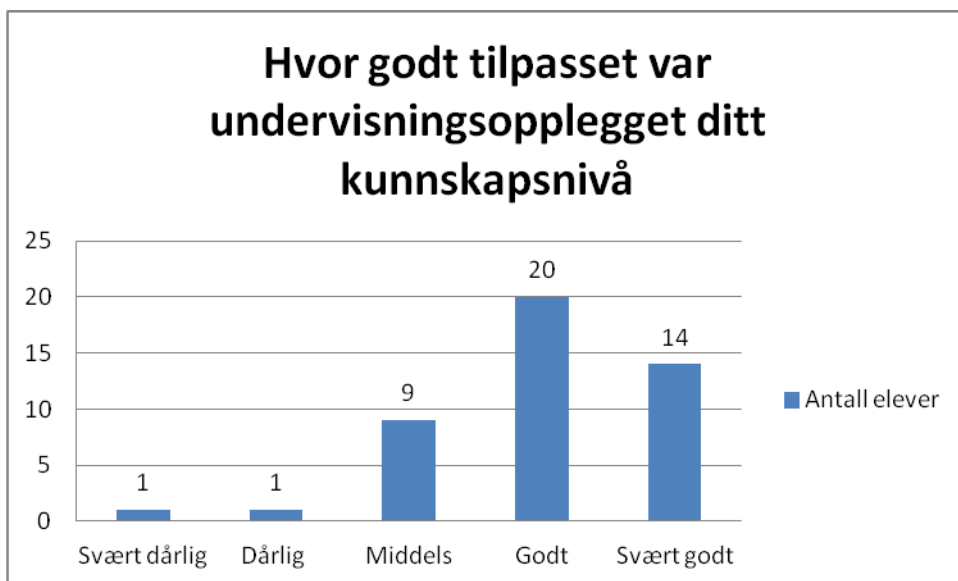
Standardavviket får vi da ved

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{0,60} = 0,77g$$

Resultatene viser at elevene får et svært høyt utbytte av syntesen, og flere grupper oppnår over 100 % utbytte. Standardavviket forteller at man kan forvente noe ujevne resultater for de ulike gruppene, men det vil ikke være fare for at elevene ikke skal få en synlig mengde med produkt av syntesen.

4.16 Elevenes helhetsopfatning av undervisningsopplegget

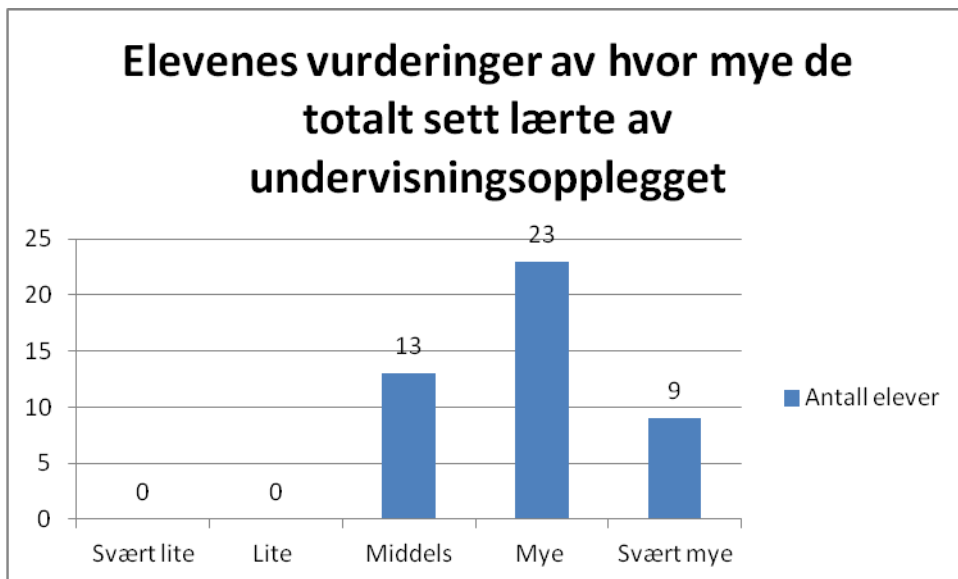
Til slutt ble elevene spurt om å vurdere hvor godt tilpasset undervisningsopplegget var deres kunnskapsnivå. Resultatet er gitt ved figur 4-25.



Figur 4-25: Elevenes opplevelse av hvor godt tilpasset undervisningsopplegget var deres kunnskapsnivå.

Tilbakemeldingene fra elevene er tydelig på at undervisningsopplegget generelt sett var godt tilpasset deres kjemikunnskaper. Omtrent tre av fire elever svarer at opplegget var godt eller svært godt tilpasset deres faglige nivå. Det er bare to elever som svarer dårlig eller svært dårlig på spørsmålet.

Elevene ble også spurt om å gjøre en vurdering på hvor mye de totalt sett lærte av undervisningsopplegget, og resultatet er gitt ved figur 4-26.



Figur 4-26: Elevenes totalvurdering av læringsutbyttet av undervisningsopplegget.

Resultatet viser at opplegget totalt sett var en positiv opplevelse for de fleste elevene som var med, og ingen elever har svart en av de to laveste kategoriene. 32 av 45 elever har svart at de lærte mye eller svært mye av undervisningsøktene, mens de resterende 13 svarte middels.

5. DRØFTING

5.1 Elevenes motivasjon i tilknytning til undervisningsopplegget

Elevforsøk er en viktig motivasjonskilde for elevene i undersøkelsen, og de observasjonene som ble gjort kan tolkes i samme retning. Selv om elevenes motivasjon ikke er en årsak i seg selv for å gjennomføre praktiske øvelser, er det enighet om at et godt undervisningsopplegg bør motivere elevene (Imsen, 2009). Dette vil igjen kunne bedre elevenes arbeidsinnsats, og i så måte også deres læringsutbytte. Elevforsøket som ble gjennomført med klassene i denne undersøkelsen var med en forhåndslagt prosedyre, og Berry et al. (1999) advarer mot at en slik utforming vil kunne påvirke elevenes motivasjon negativt, gjennom et mindre følt eierskap til øvelsen. Kompensasjonen i dette opplegget ligger i at produktene som elevene selv lager blir analysert, og i så måte vil elevene føle et eierskap til de analysespektrene som de skal tolke. Svar fra intervjuene med elevene understreker at de synes det var ekstra motiverende å tolke spektrene fra deres syntetiserte produkt.

Samtidig viser resultatene fra spørreskjemaene at elevenes motivasjon i kjemi er tett knyttet opp mot deres egenvurderte faglige kompetanse i kjemi. For denne elevgruppen var det slik at elever som følte de ikke mestret kjemi var motivasjonen generelt dårligere enn for de som følte mestring i faget. Dette er et funn som er i tråd med de forventningene man kan ha, da elevenes mestringsbehov er en viktig kilde til motivasjon (Imsen, 2005). I tillegg viser resultatet at de elevene som har valgt kjemi 2 på bakgrunn av at de synes kjemi er morsomt er svært motiverte. Imsen (2005) beskriver dette som saksmotivasjon, en genuin interesse for lærestoffet eller handlingen i seg selv, og dette vil være en viktig kilde til indre motivasjon.

5.2 Analysemetodene og deres spektre

En viktig del av undervisningsopplegget var at elevene skulle utvikle en bedre forståelse av NMR, MS og GC ved å jobbe med spektrene fra produktet de syntetiserte (etter en teoretisk gjennomgang av metodene). Resultatene fra spørreskjemaene viste at blant elevene var det generelt en dårlig forståelse av analysemetodene på forhånd, også blant elevene som hadde gjennomgått metodene tidligere. Tidsaspektet her har selvsagt en del å si, da det var flere måneder siden elevene først ble kjent med metodene. Vi kan da selvsagt diskutere hvorvidt elevene hadde fått en god nok forståelse av analysemetodene, eller om deres forståelse var

overfladisk og at de dermed hadde glemt det de hadde lært. En kan tolke resultatene i retningen av at analysemetodene er vanskelig for elevene å forstå, og at det er en fordel dersom metodene repeteres, da stoffet gjerne også må få tid til å modnes litt hos elevene. Utgangspunktet for undervisningen var at mange elever vurderte kunnskapen sin om analysemetodene som dårlig eller svært dårlig.

5.2.1 GC-kromatogrammet

GC-kromatogrammet var det enkleste spekteret for elevene å forstå, både ut fra svarene på etterarbeidet, og fra elevintervjuene. Kromatogrammet består av en topp med retensjonstid på om lag ni og et halvt minutt, og noen ørsmå utslag etter det, som kan være urenheter fra tidligere prøver. Med andre ord var det ikke mye informasjon for elevene å hente ut av spekteret, og i så måte ble det heller ikke så mye for elevene å tolke. Fra et forskningssynspunkt er dette selvfølgelig helt greit, da det av og til ikke er mye informasjon å hente ut av dataene, og dermed heller ikke så mye å si om dem. I denne læringssituasjonen stiller jeg derimot spørsmål om det var en ulempe at det syntetiserte produktet var såpass rent som det var, siden det ble lavere krav i forhold til tolkningen av spekteret. Samtidig står det ikke eksplisitt i læreplanen at elevene skal kunne tolke gasskromatogram, og i så måte er det kanskje greit at gasskromatogrammet er enkelt å tolke.

Som en mulig løsning for å skape et mer spennende gasskromatogram, er det mulig å tilsette noen av startmaterialene, aceton eller benzaldehyd, til prøven før den analyseres. Et annet forslag kan være å ta en prøve av reaksjonen på et tidligere tidspunkt, da det trolig vil være både reaktanter, produktet og noen intermediater i prøven. Utfordringen med å gjøre dette vil være at elevene vil få enda flere spektre å holde kontroll over, da opplegget allerede gir en god del.

5.2.2 Tolkning av *enkle* massespektre og $^1\text{H-NMR}$ -spektre

Utgangspunktet for opplegget var å dekke læringsmålet for massespektrometri og kjernemagnetisk resonans (se delkapittel 1.1), der det står at elevene skal kunne tolke ”enkle” spektre for disse analysemetodene. Hva som definerer hva et enkelt spektrum er, må læreren vurdere. Den referansen læreren kan forholde seg til er tidligere utgitte eksamensoppgaver.

Det står heller ingenting eksplisitt i læreplanen om at elevene skal forstå noe teori bak metodene, slik at hvor mye teori som skal gjennomgås er det også læreren som må ta standpunkt til. På den ene siden vil en god forståelse av det teoretiske fundamentet for metodene vil kunne hjelpe elevene med å forstå spektrene bedre, men samtidig må læreren vurdere hva elevene realistisk sett har muligheter/evner til å lære seg. Dette vil i sosiokulturell læringstradisjon variere for elevene, da deres proksimale utviklingssoner er forskjellige.

Både elevintervjuene, etterarbeidet og observasjonene som ble gjort underveis tyder på at massespekteret og $^1\text{H-NMR}$ -spekteret av dibenzalaceton var krevende for elevene å tolke. Massespekteret gir likevel tydelige topper som skal være overkommelige for elevene å finne fragmenter av. De fleste elevene klarte å finne ut hvilke fragmenter som hørte til toppene 234u, 233u og 77u. At fragmentet C_6H_5^+ gir en topp ved 77u står i tillegg i læreboken (Brandt & Hushovd, 2011). I tillegg var det mange elever som også klarte å identifisere toppene ved 235u, 156u, 131u, 103u og 91u. Av de høyeste toppene er det bare fragmentet ved 128m/z som elevene ikke har funnet en forklaring på. Dette er naturlig, da ingen fragmenter har massen 128u. Forurensningen i instrumentet kan være en mulig forklaring på denne toppen, da instrumentet i seg selv er svært sensitivt.

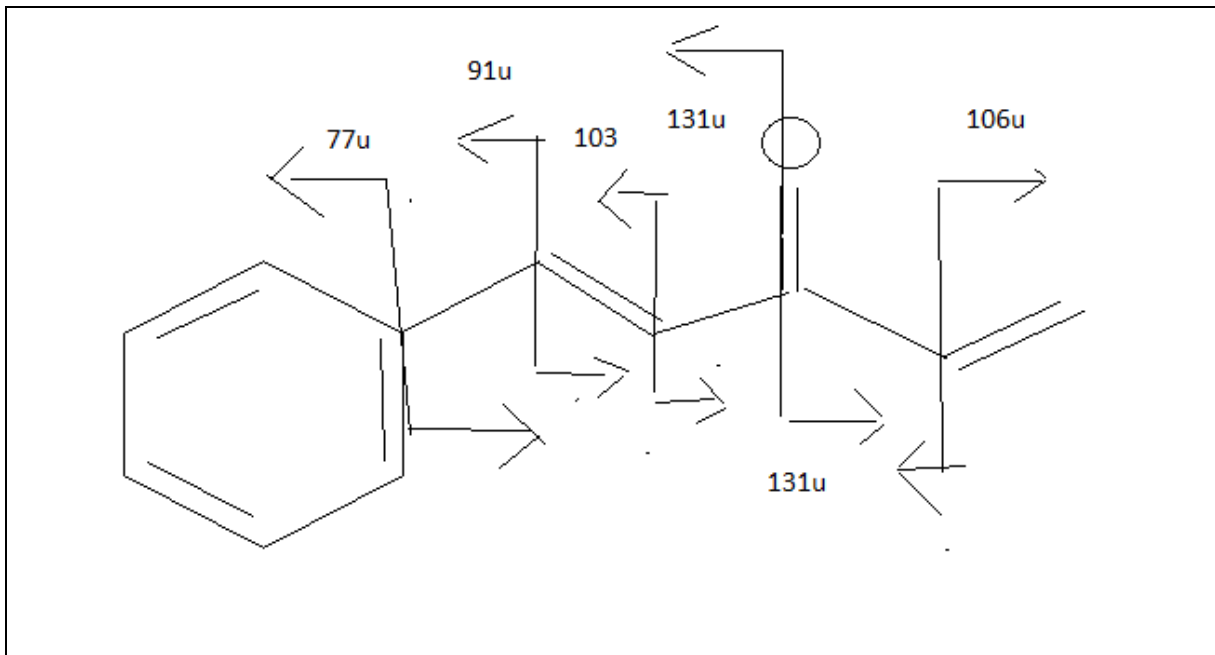
NMR-spekteret var kanskje det spekteret som på papiret så vanskeligst ut, og som nok elevene hadde størst problemer med å tolke. Særlig elevene ved skole 1 slet med å forstå spekteret for dibenzalaceton, da disse elevene ikke hadde gjennomgått NMR tidligere. Elevene ga stort sett tolkninger i form av generell informasjon om NMR, og den informasjonen slike spektre kan gi. Det var derimot få elever som klarte å knytte spekteret til strukturformelen for dibenzalaceton. Erfaringen fra gjennomføringen av opplegget er derfor at elevene burde ha noe kunnskap om NMR fra før for å kunne tolke NMR-spekteret fra denne syntesen. Med toppene fra løsemidlet virker spekteret nokså vanskelig å forstå, men særlig fra skole 2 var det noen gode tolkninger. Mange elever påpekte at de forventet å finne signaltopper mellom 6-9 ppm, da hydrogenatomer i benzenringen gir signaler i dette området (se tabell 2-2). De beste tolkningene klarte også å forklare forskjellen i ppm mellom de to dublettene fra vinylhydrogenene, og begrunne dette ved bruk av begrepet skjerming. Elevene får her oppleve at ppm-verdiene de finner i tabellene er veiledende og ikke regler som alltid gjelder, da vinylprotonene normalt gir signal i området 4-6 ppm.

5.2.3 Spektrene som grobunn for tilpasset opplæring

Et grunnleggende mål, og en rett alle elever har, er retten til tilpasset opplæring som vi finner i opplæringsloven (Opplæringsloven, § 1-3, 1998). I utgangspunktet var jeg skeptisk til bruken av NMR-spekteret fra produktet i undervisningen, da jeg syntes spekteret så svært vanskelig ut (med tanke på at læreplanmålet presiserer ”enkle” spektre). Etter å ha gjennomført opplegget er jeg derimot positiv til bruken av spekteret, da jeg tror det er en god måte å tilpasse undervisningen på. En tolkning av et spektrum, slik den elevene ble bedt om å gjøre, forteller hva hver enkelt elev, eller gruppe av elever, har forstått. I så måte vil det være mulig å gjøre mange forskjellige tolkninger for hvert enkelt spektrum. Noen av disse tolkningene vil være mer avanserte enn andre, men hver enkelt elev har mulighet til å tolke spektrene ut fra sitt faglige nivå. Sett i lys av sosiokulturell læringsteori vil elevene ha ulike evner, og derfor vil det være essensielt at alle elevene får utfordret sin proksimale utviklingssone. Dette opplegget vil spesielt kunne være til nytte for elever som trenger større utfordringer enn de ”enkle” spektrene som læreplanen sier de skal kunne. Opplevelser fra klassen ved skole 2 var at det var flere elever som hadde kapasitet til å kunne gjøre avanserte tolkninger av spektrene, som antakeligvis ligger mye høyere nivåmessig enn hva som kreves av dem. Resultatet fra spørreskjemaene tyder også på at mange elever er godt fornøyde med hvor godt tilpasset undervisningsopplegget var deres faglige nivå. En utfordring for lærerne kan ofte være at for å tilpasse undervisningen til hver enkelt elev, er de avhengig av å lage flere oppgaver/opplegg til elevene. Bruken av spektrene for dibenzalacetone vil i seg selv være en form for tilpassing, da elevenes tolkninger kan gjøres på ulike faglige nivåer.

5.2.4 Misoppfatninger og manglende forståelse i tilknytning til strukturformler

Å kunne beskrive kjemiske stoffer ved hjelp av strukturformler må kunne sies å være en grunnleggende ferdighet i kjemifaget. I lærebøkene og på eksamen møter elevene fem forskjellige representasjoner av kjemiske stoffer, i form av navn, molekylformel, strukturformel, sammentrengt strukturformel og strekformel. Å ha kontroll over alle representasjonsformene er svært viktig for å kunne tilegne seg kjemikunnskap. I forbindelse med jobbingen med MS- og NMR-spektrene observerte jeg tydelige mangler i elevenes forståelse av strekformler. En av gruppene hadde blant annet startet å fragmentere dibenzalacetone-molekylet, slik vist ved figur 5-1.



Figur 5-1: Illustrasjon som viser hvordan en elevgruppe fragmenterte dibenzalacetone.

Slik jeg tolker elevtolkningen over, er det tydelig at elevenes forståelse av strekformelen er mangelfull. I tillegg kan illustrasjonen tyde på at elevene ikke har skjønnet hva som skjer i fragmenteringsprosessen. Dette vil i så fall være en misoppfatning, som tydelig vil føre til at elevene ikke vil kunne tolke et massespektrum riktig. Pilene, som i utgangspunktet skal representere hvilke bindinger som brytes i fragmenteringsprosessen, er hos elevene over tegnet tvers gjennom karbonatomene i strekformelen. For halve molekylet medfører ikke dette noen konsekvenser i forhold til de fragmentmassene elevene har funnet, men idet elevene starter fragmenteringsprosessen på den siste halvdel har problemet oppstått. Fragmentet med masse 106u er antakelig beregnet fra 131u, der to karbonatomer (karbonet i karbonylgruppen og det til høyre for den) og et hydrogenatom (bundet til karbonet ved pilen 106u) er trukket fra (totalt 25u). Massen fra oksygenatomet vil i dette tilfellet fortsatt være medregnet massen for fragmentet, men vil ikke være bundet til fragmentet på noen måte. Et annet problem for elevene er at de ikke er sikre på hvor hydrogenatomene sitter i strekformelen. Igjen tyder dette på manglende forståelse av formelen, da det egentlig bare er å telle bindinger. Implikasjonen er klar; dersom elevene ikke vet hvor hydrogenatomene sitter, klarer de verken å løse et massespektrum eller et NMR-spektrum.

Funnet over er svært viktig; ikke fordi det forteller noe om kvaliteten til undervisningsopplegget, men fordi det illustrerer viktigheten av å være oppmerksom på de misoppfatningene elevene kan ha. For elevene i den videregående skolen er nok strekformelen den minst brukte representasjonsformen for molekyler, men forekommer både i lærebøkene og på eksamen. Ved høyere utdanning er strekformler den vanligste representasjonsformen (da molekylene ofte er mer kompliserte), og ofte den eneste som er i bruk. Det kan være lett for personer med høyere utdanning å ta for gitt at elevene er komfortable med strekformler, mens de i realiteten er svært usikre. Funnet her burde være i bakhodet for studenter og ansatte ved universitetet når de underviser vgs-elever.

5.3 Vurdering av elevenes læringsutbytte av elevforsøket

I delkapittel 2.7.2 presenterte jeg et mulig rammeverk for vurdering av læringsutbyttet av elevforsøk. Resultatene undersøkelsen har gitt er drøftet i lys av rammeverket (tabell 2-1), for å vurdere effekten forsøket hadde på elevenes læring.

5.3.1 Elevenes læring på nivå 1 i den observerbare verdenen

Resultatene for det første nivået i rammeverket viser at to av klassene i undersøkelsen klarte å utføre forsøket i henhold til hva som var planlagt på forhånd, mens en klasse ikke fikk tid til å omkrystallisere. Likevel var det ikke mangelen på ferdigheter som var årsaken, men tiden. Alle elevene kunne observere reaksjonen som fant sted i kolben, gitt at de fulgte med idet natriumhydroksidløsningen og benzaldehyd/acetone-løsningen ble blandet sammen. Samtlige grupper fikk også et datamateriale – i form av et utbytte (målt i gram), og senere spektre fra analysene. At elevforsøket er utformet som en lukket øvelse med forhåndsdesignet prosedyre gir en trygghet i form av at alle gruppene vil kunne observere reaksjonen og få et datamateriale å jobbe med, i tråd med det som er forventet ut fra den didaktiske teorien. Tilbakemeldingene fra elevene tilsier at forsøket var noe mer avansert enn hva de normalt gjør på skolene, men at det absolutt var gjennomførbart.

5.3.2 Elevenes læring på nivå 1 i den abstrakte verdenen

I delkapittel 4.6 presenterte jeg resultater for elevenes fokus på læring mens de utfører elevforsøket, og hvorvidt elevene klarte å ha fokus på teori parallelt med handling. Over halvparten av elevene har et læringsfokus på middels eller dårligere, med andre ord er det nokså mange elever som starter elevforsøkene uten å fokusere på å lære noe. Dette er selvsagt et dårlig utgangspunkt for å kunne knytte sammen de observasjonene og handlingene de gjør underveis med teori, da dette er svært vanskelig for elevene ifølge forskningen som er gjort på området (Abrahams & Millar, 2008).

Gjennom å spørre elevene underveis var det også tydelig at mange av elevene ikke fokuserte på å forstå observasjonene eller handlingene som ble gjort. Selv om det i labheftet ble lagt inn noen kontrolloppgaver underveis for å sikre at elevene skulle tenke over de handlingene de gjorde (for eksempel hvorfor de vasket prøven med vann), var det en god del elever som ikke gjorde dette. Flere av de elevene som ble intervjuet innrømmet også at de ikke hadde svart på oppgavene underveis, og noen hadde ikke engang fått dem med seg. Ved gjennomføring av forsøket i fremtiden er det å anbefale et enda større fokus på kontrolloppgavene på forhånd, for å sikre at elevene har teori ”i spill” mens de utfører forsøket.

5.3.3 Elevenes læring på nivå 2 i den observerbare verdenen

På grunn av metodens design, vil det i denne undersøkelsen være vanskelig å si noe om hvorvidt elevene ved en senere anledning kan beskrive deres handlinger, observasjoner og trekk ved dataene de fikk. Derfor vil ikke denne delen drøftes videre.

5.3.4 Elevenes læring på nivå 2 i den abstrakte verdenen

Som grunnlag for å kunne si noe om elevenes læring av teori i etterkant av undervisningsopplegget har jeg tatt utgangspunkt i etterarbeidet til elevene. Svarene fra elevene tyder på svært store forskjeller i elevenes forståelse av de begrepene/konseptene elevøvelsen skulle demonstrere. To sentrale begreper i kjemi, løselighet og polaritet (som har en klar sammenheng med hverandre), er stort sett i spill gjennom hele øvelsen. I tilknytning til etanolens rolle i reaksjonen, er det bare en elev som nevner ordet polaritet i sin forklaring, selv om valget av løsemiddel er helt avgjørende for at produktet vårt skal felle ut, samtidig

som reaktantene og katalysatoren blandes i samme fase. Mangelfulle svar på spørsmål om hvordan omkrystalliseringen fungerer, som for eksempel at "*produktet renses*" viser heller ingen tegn til at elevene har skjønnet hvordan omkrystallingen renses produktet. Igjen er det ønskelig at elevene refererer til løselighets- og polaritetsbegrepene i sin forklaring.

Samtidig som etterarbeidet til elevene viser varierende kvalitet, må man ta i betraktning at mengden arbeid elevene har lagt i etterarbeidet vil kunne være variabelt. Som vist i delkappitel 4.7 svarer 18 av 45 elever at de legger middels innsats eller mindre i arbeidet med rapporter i tilknytning til elevforsøk. Det er ingen grunn til å tro at elevene skal ha lagt mer innsats i dette etterarbeidet enn i en vanlig rapport, og i så måte kan det være elever som har lært mer enn det de viste i etterarbeidet. I så måte ligger det en viss usikkerhet i svarene som er lagt til grunn for drøftingen av læringsutbyttet.

5.3.5 Nødvendigheten av et teoretisk fundament for å forstå elevforsøk

Selv om elevforsøket gjerne skal øke elevenes forståelse av teori (begreper, konsepter osv.), er det samtidig slik at et teoretisk fundament er nødvendig for å kunne forstå det observerbare (Seré, 2002). En av elevene påpeker i intervjuet viktigheten av å kunne teorien på forhånd, for å få et godt utbytte av forsøket. Underveis, og i etterkant av undervisningsopplegget har jeg stilt spørsmålsteget om hvorvidt elevenes forståelse av en del grunnleggende begreper i kjemi er god nok for å kunne ha nytte av praktiske øvelser. Med dette mener jeg at det vil være svært vanskelig å forklare observasjoner og handlinger i forbindelse med forsøk, dersom elevene har en manglende forståelse av de begrepene som er nødvendig for å kunne foreta en slik analyse. For eksempel vil det være vanskelig å forklare hvorfor etanol brukes som løsemiddel i syntesen, dersom elevene ikke har en god forståelse av polaritetsbegrepet.

Etter å ha gjennomført opplegget sitter jeg igjen med en snikende følelse av at elevenes forståelse av begrepene polaritet og løselighet ikke er god nok. Dette begrunner jeg i at mange elever i etterkant stilte spørsmål som kan tyde på en manglende forståelse. For eksempel er det mange elever som ønsker å klassifisere stoffer som enten polare eller upolare, for å kunne bestemme løseligheten. Denne tilnærmingen vil være svært problematisk, da et molekyls polaritet bestemmes ut fra en rekke faktorer. For eksempel vil aceton være mer polart enn dibenzalacetone, til tross for at begge molekylene inneholder en karbonylgruppe. Etanol vil

kunne løses i både vann og benzaldehyd, til tross for at vann er betraktelig mer polart enn det benzaldehyd er.

Sett i etterkant er det vanskelig å vurdere hvorvidt elevenes forståelse av kjernebegrepene polaritet og løselighet har vært med på å svekke effekten av elevforsøket, eller om elevenes manglende evne eller vilje til å knytte disse begrepene til de observasjonene eller handlingene de selv utførte på laboratoriet har vært avgjørende. Det hadde vært spennende å undersøke denne problemstillingen videre, da det kan ha stor betydning for hvilket fokus som skal holdes i forbindelse med forsøket.

5.4 Elevenes forståelse av vitenskapelige arbeidsmetoder

I figur 4-10 viser resultatet at elevforsøk er svært viktig for mange elevers forståelse av vitenskapelig arbeid i kjemi. Prosessdimensjonen ved naturvitenskapen omhandler i stor grad det å kunne observere og samle inn eksperimentelle data, tolke disse, og konkludere ved bruk av logiske resonnementer. Observasjonene og elevsvarene i denne undersøkelsen tyder på at elevene fortsatt har en vei å gå når det kommer til ferdigheter innenfor prosessdimensjonen. Spørsmålet jeg sitter igjen med etter denne undersøkelsen er hvorvidt elevene forstår hva som menes med vitenskapelig arbeid, eller vitenskapelig metode som er ordlyden i læreplanen (utdanningsdirektoratet, 2006a).

5.4.1 Elevenes innsamling og behandling av datamaterialet

Som beskrevet i delkappitel 4.9 var det mange elever som ikke tok notater av de observasjonene de gjorde underveis, og bare noterte ned masser av de forskjellige reaktantene og produktene i syntesen. Labheftene med disse notatene ble i tillegg lagt igjen i forskningsparken (og klasserommet) av en rekke elever, til tross for at de visste at de skulle jobbe videre med dataene fra forsøket de neste timene. Observasjonene er i så måte i tråd med det Seré (2002) beskriver som et problem, nemlig at elevene ser på drøftingene av dataene som en atskilt del fra forsøket, som gjøres hjemme og ikke på skolen. Elevenes manglende forståelse av viktigheten av dataene kunne i verste fall ha ført til at flere elevgrupper ikke hadde hatt en produktmasse å beregne utbytte av, da ingen elever på gruppa hadde massen notert ned (eller manglet arket der massen var notert). Seré (2002) påpeker at slike elevholdninger kommer som konsekvens av rutiner, og at lærere ikke anser denne formen for

kunnskap som viktig å lære elevene. Et økt fokus på å ta gode notater underveis, gjerne i form av å skrive en slags journal, vil kunne hjelpe elevene med å fokusere på selve datainnsamlingen, som er essensielt for å ha noen data å kunne drøfte.

5.4.2 Drøfting av feilkilder

Som vist i delkapittel 4.15 ble elevenes utbytte av syntesen svært varierende; fra 1,37 g (ca 47%) helt opp til 5,55g (ca 190%). Slike resultater gir et ypperlig utgangspunkt for en skikkelig drøfting av feilkildene i forbindelse med forsøket. For elevene med et utbytte som er lavere enn 100% må de spørre seg hvilke faktorer som ga et lavere utbytte enn det som teoretisk var mulig, mens for gruppene med utbytte over 100% må feilkilder som gir et høyere utbytte drøftes. Av etterarbeidet fra forsøket kunne man tydelig se forskjeller i elevenes evner til å kunne drøfte feilkilder. Noen elever kunne egentlig ikke si noen ting om hvordan feilkilden påvirket utbyttet, og omformulerte egentlig bare spørsmålet for å gi et svar. Andre elever viste logiske resonnementer om hvordan for eksempel løsemiddelrester i produktet kunne øke utbyttet. Resultatet bekrefter på mange måter de funnene i PISA-undersøkelsen, som påpeker at mange norske elever har manglende evne til å drøfte data (Kjærnsli et al., 2007).

Etter å ha gjennomført opplegget er det naturlig å stille spørsmålstegn ved hvordan praksisen for feilkildedrøftinger er i klasserommet, siden mange av elevene som deltok i undersøkelsen sier at det er et stort fokus på feilkilder i forbindelse med elevforsøk. Når elever ikke kan si noe om hvordan en spesifikk feilkilde påvirker utbyttet etter å ha blitt spurt om det eksplisitt, vil de da kunne gjøre dette i en rapport der de ikke får spørsmålet engang? Jeg er i alle fall tvilende til det. Spørsmålet er derimot om elevene som ga gode svar på spørsmålet, også kunne vist en slik feilkildedrøfting uten å ha blitt spurt. Resultatene fra undervisningsopplegget gjør at man kan undre seg om noen av elevene i det hele tatt vet hva en god feilkildedrøfting innebærer. Dersom det bare er nok å nevne ulike ting som kan ha påvirket resultatet av forsøket (uten å si noe om hvordan resultatet er påvirket), vil en slik feilkildediskusjon være relativt meningsløs. Det å stille spørsmål om feilkilder direkte knyttet til aspekter ved prosedyren, slik det er gjort i dette opplegget, vil hjelpe elevene igang med drøftinger. Dette krever innsats fra læreren, i form av å lage slike spørsmål. Uten en slik

oppfølging av temaet er det vanskelig å se at elevene skal forbedre ferdighetene sine når det kommer til feilkildedrøftinger.

5.4.3 Rapportskriving

Når det gjelder elevenes arbeidsinnsats i forhold til rapportskriving, ga resultatene et interessant bilde. Det er tydelige forskjeller mellom skole 1 og 2 når det kommer til elevenes rapportinnsats, der elevene som ofte gjennomfører forsøk legger ned betydelig mer innsats i rapportene enn elevene som sjeldent gjør forsøk. Elevgrunnlaget er i denne undersøkelsen for liten til å generalisere, men det hadde vært interessant å se om en slik sammenheng er mer allmenn enn bare for denne elevmassen.

I tilknytning til dette undervisningsopplegget var det dessverre ingen av elevene som skrev rapport, men som erstatning leverte elever fra to av klassene inn etterarbeid med noen utvalgte spørsmål. Den manglende viljen fra lærerne til å be elevene skrive rapport fra forsøk er overraskende, da svar fra elevintervjuer påpeker at elevene bruker rapporten som et viktig verktøy for å forstå kjemiteori fra forsøket. Dessverre virker det som om mange lærere i stor grad konsentrerer seg om å få elevene til å gjennomføre forsøket korrekt, og er fornøyd med det (Abrahams & Millar, 2008). Dette betyr at elevene i liten grad får en reell mulighet til å bevege seg over nivå 1 når det kommer til læringseffekten av forsøket.

5.5 Sikkerhets- og risikovurderingen som del av undervisningsopplegget

En del av undervisningsopplegget jeg personlig knyttet litt spenning til på forhånd var sikkerhets- og risikovurderingen elevene skulle gjøre i forkant av elevforsøket.

Tilbakemeldingene fra elevene var gode, da det for flere av elevene ble klart hvilken risiko bruken av de ulike kjemiske stoffene innebar. Intervjuene med elevene tyder på at fokuset på sikkerhet/risiko er noe som tilhører starten av skoleåret, og som ellers blir en del av prosedyren ved å være på lab (ta på sikkerhetsbriller og hansker før start). Målet med å legge til denne delen i undervisningsopplegget var at sikkerhets- og risikovurderingen skulle integreres som en del av hele forskningsprosessen, og i så måte læres i en kontekst. Seré (2002) understreker at de handlingene elevene gjør i forbindelse med utførelsen av forsøket må kunne forklares av elevene for å skape en god forståelse. I så måte vil det være avgjørende å knytte sikkerhet og risikovurderingen til forsøk som elevene gjennomfører. I tillegg vil det i

praktisk forskningsarbeid være forventet å holde risiko friskt i minne i forkant av hvert eksperiment som gjennomføres, og elevene får da en slags smakebit på fremtidig forskningsarbeid.

5.6 Elevenes respons på forskning- og forskningsetikken

Forskning er et av fem hovedområder i kjemi 2, og med det er det et tydelig fokus på å knytte det elevene lærer i kjemi opp mot aktuell forskning (utdanningsdirektoratet, 2006a).

Resultatene fra elevene tyder derimot på at dette skjer i liten grad i klasserommet, da bare 4 av 45 elever mener det fokuseres mye eller svært mye på forskning og etikk. En av forklaringene er antakelig at læreren selv ikke er veldig oppdatert på hva som skjer på forskningsfronten, og er i så måte heller ikke i stand til å formidle noe til elevene. Et annet moment som er med på å påvirke denne prioriteringen er det manglende fokuset på emnet i forhold til eksamen. Andersen (2012) har undersøkt de skriftlige eksamenssettene fra kjemi 2-eksamener i perioden 2009-2011, og har ikke funnet noen oppgaver som kan spores til hovedområdet forskning. Dette vil selvsagt styre undervisningen til lærerne også.

Etter undervisningsopplegget kan vi se at elevene i snitt lærte middels om forskning og forskningsetikk. Dette er en klar forbedring i forhold til at det er sannsynlig at elevene ikke hadde mye kunnskap om temaet fra før. Tilbakemeldinger fra elevene tyder på at denne delen av undervisningen ikke fikk like mye oppmerksomhet som analyse teorien, og i så måte er det heller ikke uventet at elevene ikke følte et større læringsutbytte. For å knytte analysemetodene i enda større grad opp til aktuell forskning, er det for eksempel mulig å ta utgangspunkt i LTX 109. Dette er en syntetisk antimikrobiell peptidomimetic som prøves ut mot infeksjoner av multiresistente bakteriestammer, beskrevet av Osvoll (2012). utfordringen for lærerne vil være å finne eksempler som er forståelige for elevene, samtidig som de er aktuelle.

5.7 Elevforsøket som utgangspunkt for samarbeid og diskusjon

Elelvsvarene ga tydelige tegn på at de fleste var godt fornøyd med samarbeidet med sine medelever, og at et godt samarbeid var viktig for deres læring. Intervjuene med elevene tyder på at noen elever verdsetter en partner som de kan diskutere med, mens andre mener et godt samarbeid handler om effektivitet og handlingskraft. De observasjonene som ble gjort underveis, bekreftet langt på vei at mye av kommunikasjonen som foregår mellom elevene omhandler gjennomføringen av forsøket. De organisatoriske sidene, som hvem som gjør hva i

gruppa, er klart mer fremtredende enn diskusjoner rundt observasjoner eller forklaringer av det som skjer. Den uformelle stemningen på laboratoriet gir med andre ord ikke automatisk gode faglige diskusjoner, selv om potensialet ligger der (Hofstein & Lunetta, 2004).

Kontrolloppgavene som var lagt inn for å styre samtalene inn mot fagteori ble heller ikke brukt som et verktøy for å skape diskusjon innad i gruppa, slik intensjonen var. Som sagt tidligere bør vektleggingen av kontrolloppgavene være mye større på forhånd. En mulighet er også at elevene som gruppe skal levere inn svar på noen spørsmål i tilknytning til forsøket i etterkant.

5.8 Rammefaktorenes påvirkning

Tidsaspektet er den rammefaktoren som har påvirket undervisningen mest, og det er ingen tvil om at det ble for lite tid til å gjennomføre undervisningsopplegget på bare fire skoletimer. To timer til å gjennomføre selve forsøket viste seg å være mer en nok for en klasse, mens den andre klassen måtte hoppe over omkrystalliseringen for å bli ferdig i tide. Til timene i etterkant ble det helt klart lite tid til gjennomgang av analysemetodene, tolkninger av spektre, beregning av utbytte, drøfting av feilkilder og fokus på forskning og forskningsetikk.

Thomassen (2008) påpeker at ved bruk av den deduktive undervisningsmetoden er det avgjørende å få nok tid til å diskutere løsningene til elevene (i dette tilfellet tolkningene av spektrene og feilkildedrøftingene). Det kunne helt klart vært mer tid tilgjengelig til dette.

Undervisningsopplegget er innom så mange kompetansemål i læreplanen at det rettferdiggjør bruken av 6-8 skoletimer, og dette vil nok være mer ideelt for å maksimere læringseffekten av opplegget.

Om elevforsøket gjennomføres i forskningsparken eller i en vanlig kjemilab synes gjennom denne undersøkelsen ikke å ha så mye å si for læringen. Likevel er det å få elever i den videregående skolen på besøk til universitetet en flott måte å vise frem mulighetene som ligger der for elevene. Elevene har bare gitt positive tilbakemeldinger i forhold til besøket på UiT, og flere av elevene ga uttrykk for at de ble mer fristet av å studere kjemi videre etter å ha vært i forskningsparken. Skolelaboratoriet kan i så måte både være med å tilby videregående skolene et godt undervisningstilbud, samtidig som det kan føre til en økt rekruttering av kjemistudenter ved universitetet.

5.9 Undervisningsoppleggets validitet som illustrasjon på forskning

Et av hovedmålene med undervisningsopplegget var at det skulle illustrere forskningsprosessen for elevene. Spørsmålet er om dette forsøket egner seg som illustrasjonsforsøk på forskning, eller om det gir elevene et galt inntrykk av forskningen.

I delkapittel 4.15 så vi på det gjennomsnittlige utbyttet for syntesen, som ble på over 90 %. Hathaway (1987) viser en oversikt over aldolkondensasjoner og deres typiske utbytte. For aldolreaksjonen elevene har gjort i dette undervisningsopplegget vil man kunne forvente et utbytte på 50-60 % (Hathaway, 1987), noe som er betydelig lavere enn det elevene fikk. I så måte representerer ikke elevforsøket den ”virkelige forskningen”. Samtidig vil en enkel løsning på elevenes høye utbytte være å sørge for at det er tid nok til å tørke produktene. Hovedårsaken ligger i at det er store mengder vann/løsemidler igjen i produktet når det veies, og dermed vil massen av produktet være høyere. Som jeg var innom i delkapittel 5.4.2 er det viktig at elevene drøfter hvorfor utbyttet deres ble så høyt som det ble.

Det at elevene selv ikke er med på å utforme prosedyren strider også med forskningsvirksomheten. Likevel er tilbakemeldingene fra elevene tydelige på at forsøket var mer avansert enn det de normalt gjør på skolen, og det ga flere elever et bilde av hvordan det jobbes på universitetet. De seks ulike fasene i forskningsprosessen gjør at elevene i større grad ser sammenheng mellom sikkerhet og risiko, gjennomføringen av syntesen, de separasjonsmetodene som blir brukt og analysemetodene etterpå. I så måte gir undervisningsopplegget elevene et bilde på forskning som er annerledes enn det bildet de sitter med på skolen. Flere av elevene påpeker nemlig denne forskjellen mellom ”skolekjemi” og kjemi i ”virkeligheten”, og i så måte er dette undervisningsopplegget med på å korte ned på avstanden mellom dem.

6. KONKLUSJON

Kjemi er et praktisk fag, og dette gjenspeiles i læreplanen i kjemi (utdanningsdirektoratet, 2006a). Elevøvelser er derfor en sentral del av kjemiundervisningen i den videregående skolen, og i så måte er det viktig å klare å utnytte det læringspotensialet som ligger i denne undervisningsformen. Forskningen er derimot klar på at mange elever sliter med å lære av praktiske tilnærminger i undervisningen (Abrahams & Millar, 2008; Hofstein & Lunetta; 2004; Seré, 2002). Med dette utgangspunktet var det med spenning jeg gikk igang med utviklingen og utprøvingen av undervisningsopplegget *syntese og analyse av dibenzalaceton*, for å teste ut følgende forskningshypotese:

”Et undervisningsopplegg som illustrerer en helhetlig forskningsprosess vil bidra til en styrking av elevenes teoretiske, praktiske og metodiske kompetanse innenfor sentrale deler av kjemifaget.”

Av undersøkelsen kan vi se at potensialet for å styrke elevenes forståelse av analysemetodene GC, MS og NMR absolutt er til stede ved bruk av undervisningsopplegget. Elevene i undersøkelsen viser seg å ha fått en god teoretisk forståelse av analysemetodene.

Forutsetningen for å kunne tolke MS- og $^1\text{H-NMR}$ -spektrene for dibenzalaceton viser seg å ligge i elevenes forkunnskaper om analysemetodene, da MS- og NMR-spektrene er for vanskelige å tolke for elevene som akkurat har lært metodene. Blant de elevene som tidligere hadde gjennomgått analysemetodene, viser det seg at flere av elevene er i stand til å gjøre gode tolkninger. Tolkninger som bygger på relativt avansert teori, deriblant skjerming og avskjerming av protoner, viser god forståelse av $^1\text{H-NMR}$. Fordelen med å bruke MS- og NMR-spektrene av dibenzalaceton ligger i at tolkningene av disse spektrene kan gjøres på flere ulike måter, der noen er mer avanserte enn andre. I sosiokulturell læringstradisjon betyr dette at flere av elevene får utfordret sine proksimale utviklingssoner, uten at du som lærer må lage ulike oppgaver eller opplegg. Dette vil i så måte bidra til at hver elev får tilpasset opplæring. Særlig sterke elever vil kunne dra nytte av å jobbe med disse spektrene, da de representerer en god utfordring som tester elevenes forståelse av teorien (særlig $^1\text{H-NMR}$ -spekteret). Tilbakemeldingene fra elevene viser også at mange er fornøyde med det faglige nivået på undervisningen, og mener den er godt tilpasset deres kompetanse i kjemi.

Samtidig kan vi gjennom undersøkelsen se at elevenes evner til å knytte kjemifaglig teori opp mot den praktiske delen av undervisningsopplegget er varierende. Underveis er elevene relativt lite opptatte av å prøve og forklare de handlingene og observasjonene de gjør, og heller ikke etterarbeidet til en del av elevene tyder på at de har skjønnet de teoretiske begrepene forsøket illustrerer fullt ut. Om det er elevenes manglende evne til å knytte teorien og praksisen sammen, eller om elevenes teoretiske utgangspunkt ikke var godt nok for å kunne se sammenhengen, gir ikke denne undersøkelsen et sikkert svar på. Trolig vil det kunne være en kombinasjon av elevenes arbeidsrutiner på laboratoriet og manglende begrepsforståelse som fører til at flere elever ikke får styrket deres teoretiske kompetanse av undervisningsopplegget. I tillegg er det viktig å tilføye at det i en elevmasse på 45 elever, slik den som har vært med i denne undersøkelsen, vil være en naturlig fordeling av elever med ulikt kunnskapsnivå. Det vil i så måte være naivt å tro at et undervisningsopplegg som dette skal fungere like godt for samtlige elever som deltok.

Gjennom undervisningsopplegget ble elevenes praktiske ferdigheter styrket, da de gjennomførte flere separasjonsmetoder. Ingen av elevene hadde tidligere utført en vakuumfiltrering ved bruk av Büchnertrakt, og i forsøket skal produktet filtreres to ganger. Observasjonene av elevene tyder på at elevene lærte å benytte utstyret på en tilfredsstillende måte.

Undervisningsopplegget peker samtidig på at en god del elever ikke behersker noen av de grunnleggende metodiske kompetansene som er nødvendige innenfor kjemifaget. Måten en del av elevene forholder seg til de observasjonene og dataene de får gjennom eksperimentet er ikke særlig tilfredsstillende, da de viser en manglende forståelse av viktigheten av datamaterialet. Fokuset på dette fra lærernes side er ikke sterkt nok ifølge forskningen (Abrahams & Millar, 2008; Seré, 2002), og et forbedringspotensiale for opplegget vil derfor være å pålegge elevene å skrive en journal underveis med de observasjonene og dataene forsøket gir.

Etterarbeidet fokuserte også en del på elevenes evner til å vurdere to spesifikke feilkilder, og hvordan disse påvirker utbyttet av syntesen. Her viser elevene varierende evner til å drøfte feilkildenes påvirkning av utbyttet. Undervisningsopplegget er med på å sette et større fokus på feilkildedrøftinger, en viktig kompetanse elevene må kunne for å vurdere dataene fra forsøkene de gjør. Spørreskjemaene fra elevene tyder på at det er nokså stort fokus på

feilkilder i kjemiundervisningen, men av de resultatene denne undersøkelsen gir er det grunn til å stille spørsmålstegn ved hvilket fokus dette er. Ved å stille spesifikke spørsmål i forhold til feilkilder, vil dette hjelpe elevene med å styrke deres evner til å drøfte feilkilder, og i så måte er dette undervisningsopplegget med på å forbedre elevenes drøftingsevner.

Undervisningsopplegget er også med på å styrke elevenes forståelse av hvordan en forsker vurderer sikkerheten og risikoen av de forsøkene han gjør, gjennom å selv utføre en sikkerhets- og risikovurdering. Flere elever påpeker at dette fokuset er forbeholdt starten av hvert skoleår, og at det resten av året blir en rutine å ta på seg hansker og sikkerhetsbriller. Ved å foreta sikkerhets- og risikovurderinger i forbindelse med laboratoriearbeid, vil elevene lære om dette temaet i en kontekst, noe flere av elevene i undersøkelsen setter pris på. Det er altså grunn til å tro at flere elever har styrket sin forståelse av sentrale metodiske aspekter ved kjemifaget.

Undervisningsopplegget gir også elevene en bedre forståelse av forskningsprosessen som helhet, selv om det er en del avvik fra virkelig forskning (som er helt naturlig).

Undervisningsopplegget gir elevene trening i å se flere ulike temaer innenfor kjemien i kontekst med hverandre, gjennom å utføre de seks stegene i forskningsprosessen. Opplegget gir elevene en større forståelse av hvordan kjemikere på universitetet jobber, og ut fra responsen fra elevene virker det som om flere av dem ble mer interessert i å studere kjemi videre etter besøket på UiT. Å tette igjen noe av avstanden mellom ”skolekjemien” og kjemi på forskningsnivå vil være viktig for at elevene skal vite hva en videre utdanning innenfor kjemi innebærer. Dette undervisningsopplegget er i så måte godt egnet til å korte ned på litt av denne avstanden.

Totalt sett tyder elevsvarene i spørreskjemaene på at mange elever har fått et godt læringsutbytte av dette undervisningsopplegget. Ingen av elevene har krysset av for dårlig eller svært dårlig læringsutbytte, noe som tyder på at elevene har styrket sin forståelse av noen aspektene opplegget hadde som mål å styrke.

7. REFERANSER

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969. DOI: 10.1080/09500690701749305
- Alver, B. G., & Øyen, Ø. (1997). *Forskningsetikk i forskerhverdag: vurderinger og praksis*. Oslo: Tano Aschehoug.
- Andersen, A. B. (2012). Eksamen i kjemi 2 – som forventet?. *Naturfag 12(2)*, 81-83.
- Barke, H. D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. Berlin: Springer.
- Berry, A., Mulhall, P., Gunstone, R., & Loughran, J. (1999). Helping students learn from laboratory work. *Australian Science Teachers Journal*, 45(1), 27-31.
- Brandt, H., & Hushovd, O. T. (2011) *Kjemi 2*. Oslo: Aschehoug
- Grønmo, S. (1996). Forholdet mellom kvalitative og kvantitative metoder. I H. Holter & R. Kalleberg (red.). *Kvalitative metoder i samfunnsforskning* (s. 73-108). Oslo: Universitetsforlaget
- Grønmo, S. (2004). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Fossåskaret, E. (1997). Ustrukturerede intervjuer med få informanter gir i seg selv ikke noen kvalitativ undersøkelse. I E. Fossåskaret, O. L. Fuglestad & T. H. Aase (red.). *Metodisk feltarbeid: produksjon og tolkning av kvalitative data* (s. 11-48). Oslo: Universitetsforlaget
- Hathaway, B. A. (1987). An Aldol Condensation Experiment Using a Number of Aldehydes and Ketones. *Journal of Chemical Education*, 64(4). 367-368.
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation and research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 247-264. DOI: 10.1039/B4RP90027H

- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28-54. DOI: 10.1002/sce.10106.
- Holter, H. (1996). Fra kvalitative metoder til kvalitativ samfunnsforskning. I H. Holter & R. Kalleberg (red.). *Kvalitative metoder i samfunnsforskning* (s. 9-25). Oslo: Universitetsforlaget.
- Imsen, G. (2005). *Elevenes verden. Innføring I pedagogisk psykologi* (4. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Imsen, G. (2009). *Lærerens verden. Innføring i generell didaktikk* (4. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Isnes, A. (2005). Nye læreplaner i norsk skole – hva og hvorfor. *NorDiNa*, 1(2), 86-90.
- Kind, P. M. (2003). Praktisk arbeid og naturvitenskapelig allmenndannelse. I D. Jorde & B. Bungum (red.). *Naturfagdidaktikk: Perspektiver, forskning, utvikling* (s. 226-244). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Kirke, utdannings-, og forskningsdepartementet (1996). *Læreplan for videregående opplæring: Kjemi – studieretningsfag i studieretning for allmenne, økonomiske og administrative fag*. Hentet 12. April 2014 fra <http://www.udir.no/Lareplaner/Finn-lareplan/Lareplanverket-for-videregaende-opplaring-R94/#Felles%20allmenne%20fag>
- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R. V., & Roe, A. (2007). *Tid for tunge løft: Norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervjuet* (Oversatt av T. M. Anderssen & J. Rygge). Oslo: Gyldendal akademisk
- Leach, J. (2002). Students' Understanding of the Nature of Science and its Influence on Labwork. I D. Psillos & H. Niedderer (red.). *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (s. 41-48). Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present and Future. I S. K. Abell & N. G. Lederman (red.). *Handbook of Research on Science Education* (s. 831-880). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The Nature of Science in Science Education: An Introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- McComas, W. F. (2002). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. I W. F. McComas (red.). *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (s. 53-70). Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publishers.
- McNair, H. M., & Miller, J. M. (2009). *Basic Gas Chromatography* (2. Utg.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Millar, R., Tiberghien, A., & Le Maréchal, J. F. (2002). Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks. I D. Psillos & H. Niedderer (red.). *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (s. 9-20). Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publishers
- Millar, R. (2009). *Analysing practical activities to assess and improve effectiveness: The Practical Activity Analysing Inventory (PAAI)*. York: University of York.
- Millar, R. (2010). Practical work. I J. Osborne & J. Dillon (red.). *Good practice in science teaching: what research has to say* (2. utg.). Maidenhead: Open University Press.
- Miller, A., & Tanner, J. (2008). *Essentials of Chemical Biology: Structure and Dynamics of Biological Macromolecules*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Opplæringsloven (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (opplæringslova)*. Trådt i kraft 1.8.1999. Hentet 24. Mai 2014 fra http://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61#KAPITTEL_1
- Osvoll, G. (2012). *Undervisning av NMR – En formativ problembasert tilnærming* (masteroppgave). Tromsø: Universitetet i Tromsø.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. R. (2009). *Introduction to Spectroscopy* (4. utg.). Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Postholm, M. B. (2005). *Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Quale, A. (2003). Konstruktivisme i naturvitenskapen: Kunnskapssyn og didaktikk. I D. Jorde & B. Bungum (red.). *Naturfagdidaktikk: Perspektiver, forskning, utvikling* (s. 86-104). Oslo: Gyldendal Akademisk.

- Robson, C. (2002). *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioners - Researchers* (2. utg.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Ryen, A. (2002). *Det kvalitative intervjuet: fra vitenskapsteori til feltarbeid*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Seré, M. G. (2002). Towards Renewed Research Questions from the Outcomes of the European Project *Labwork in Science Education*. *Science Education*, 86(5), 624-644. DOI: 10.1002/sce.10040.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Smith, J. G. (2008). *Organic Chemistry* (2. utg.). Boston, MA: McGraw-Hill.
- Thomassen, K. (2008). *Undervisningsmetoder*. Tromsø: Universitetet i Tromsø.
- Universitetet i Tromsø (2014). Velkommen til skolelaboratoriet i realfag og teknologi. Hentet 12. April 2014 fra http://uit.no/ansatte/organisasjon/hjem?p_dimension_id=85768&p_menu=42374
- Utdanningsdirektoratet (2006a). *Læreplan i kjemi – programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram*. Hentet 12. April 2014 fra <http://www.udir.no/kl06/KJE1-01/Hele/>
- Utdanningsdirektoratet (2006b). *Evaluering av Realfag, naturligvis! – strategi for styrking av realfagene 2002-2007*. Hentet 12. April 2014 fra http://www.udir.no/Upload/Rapporter/5/Evaluering_av_realfag_naturligvis_delrapport_3.pdf?epslanguage=no

Appendiks A: Godkjenning av prosjektet

Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS NORWEGIAN SOCIAL SCIENCE DATA SERVICES			
Jørn H. Hansen Institutt for kjemi UiT Norges arktiske universitet 9037 TROMSØ		Harald Hårligres gate 29 N-5007 Bergen Norway Tel: +47 55 58 21 17 Fax: +47 55 58 96 50 nsd@nsd.uib.no www.nsd.uib.no Org.nr. 985 321 884	
Vår dato: 19.02.2014	Vår ref: 37575 / 31 AMS	Dens dato: _____	Dens ref: _____
TILBAKEMELDING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER			
Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 11.02.2014. Meldingen gjelder prosjektet:			
<i>37575</i>	<i>Forskning og analyse i organisk kjemi - Utvikling og utprøving av et undervisningsopplegg</i>		
<i>Behandlingsansvarlig</i>	<i>UiT Norges arktiske universitet, ved institusjonens øverste leder</i>		
<i>Daglig ansvarlig</i>	<i>Jørn H. Hansen</i>		
<i>Student</i>	<i>Preben Olsen</i>		
Personvernombudet har vurdert prosjektet og finner at behandlingen av personopplysninger er meldepliktig i henhold til personopplysningsloven § 31. Behandlingen tilfredsstiller kravene i personopplysningsloven.			
Personvernombudets vurdering forutsetter at prosjektet gjennomføres i tråd med opplysningene gitt i meldeskjemaet, korrespondanse med ombudet, ombudets kommentarer samt personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter. Behandlingen av personopplysninger kan settes i gang.			
Det gjøres oppmerksom på at det skal gis ny melding dersom behandlingen endres i forhold til de opplysninger som ligger til grunn for personvernombudets vurdering. Endringsmeldinger gis via et eget skjema, http://www.nsd.uib.no/personvern/meldeplikt/skjema.html . Det skal også gis melding etter tre år dersom prosjektet fortsatt pågår. Meldinger skal skje skriftlig til ombudet.			
Personvernombudet har lagt ut opplysninger om prosjektet i en offentlig database, http://pvo.nsd.no/prosjekt .			
Personvernombudet vil ved prosjektets avslutning, 01.06.2014, rette en henvendelse angående status for behandlingen av personopplysninger.			
Vennlig hilsen			
Katrine Utaaker Segadal		Anne-Mette Somby	
Kontaktperson: Anne-Mette Somby tlf: 55 58 24 10			
Vedlegg: Prosjektvurdering			
Dokumentet er elektronisk produsert og godkjent ved NSDs rutiner for elektronisk godkjenning.			
Awdelingskontorer / District Offices: OSLO: NSD, Universitet i Oslo, Postboks 1055 Blindern, 0316 Oslo. Tel: +47 22 85 52 11. nsd@uio.no TROMSØ/UM: NSD, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Tromsøen. Tel: +47 73 59 19 07. kyro.sorvaldt@ntnu.no TROMSØ: NSD, SM, Universitetet i Tromsø, 9017 Tromsø. Tel: +47 77 64 43 36. nsd@uibs.uib.no			

Appendiks B: Spørreskjema

Undervisningsopplegg : Syntese og analyse av dibenzalaceton

Kjønn : Kvinne Mann

Før undervisningen:

Sett et kryss for hver linje, der 5 er svært god, 3 er middels og 1 er svært dårlig.

1. Hvordan er din motivasjon i kjemi? 1 2 3 4 5
2. Hvordan vurderer du dine kunnskaper i kjemi? 1 2 3 4 5
3. Hvordan vurderer du dine kunnskaper om NMR? 1 2 3 4 5
4. Hvordan vurderer du dine kunnskaper om MS? 1 2 3 4 5
5. Hvordan vurderer du dine kunnskaper om GC? 1 2 3 4 5
6. Hvordan vurderer du dine kunnskaper om reaksjoner og reaksjonsmekanismer i organisk kjemi? 1 2 3 4 5

7. Hvorfor har du valgt kjemi 2?

Det virket morsomt/spennende

Trenger det for videre studier

For å oppfylle fagkombinasjon

For å ha samme fag som vennene mine

Liker læreren

Annen årsak (skriv årsaken under)

Sett et kryss for hver linje, der 5 er svært mye, 3 er middels og 1 er svært lite.

8. Hvor stor betydning har forsøk i kjemi for:

- a) Din motivasjon 1 2 3 4 5
- b) Din læring av fagstoff 1 2 3 4 5
- c) Din læring av praktiske ferdigheter 1 2 3 4 5

- d) Din forståelse av vitenskapelig arbeid i kjemi 1 2 3 4 5
9. Hvor mye fokuserer dere på sikkerhet rundt elevforsøkene? 1 2 3 4 5
10. Hvor mye diskuterer dere forskning og forskningsetikk i kjemi? 1 2 3 4 5
11. Hvor mye fokuserer du på læringsutbytte når du gjør elevforsøk? 1 2 3 4 5
12. Hvor mye har din(e) samarbeidspartner(e) å si for din læring av elevforsøk? 1 2 3 4 5
13. Hvor mye arbeid legger du i rapporten fra forsøket? 1 2 3 4 5
14. I hvor stor grad diskuterer dere feilkilder ved forsøkene dere gjør? 1 2 3 4 5

Etter undervisningen:

Sett et kryss for hver linje, der 5 er svært mye, 3 er middels og 1 er svært lite.

15. Hvor mye lærte du av undervisningsopplegget? 1 2 3 4 5
16. Hvor mye lærte du om følgende temaer:
- NMR 1 2 3 4 5
 - MS 1 2 3 4 5
 - Gasskromatografi 1 2 3 4 5
 - Sikkerhet og risiko 1 2 3 4 5
 - Forskningsetikk 1 2 3 4 5
17. I hvilken grad hjalp kontrolloppgavene deg med å lære av forsøket? 1 2 3 4 5

Sett et kryss for hver linje, der 5 er svært godt, 3 er middels og 1 er svært dårlig.

18. I hvilken grad var undervisningsopplegget
tilpasset ditt kunnskapsnivå? 1 2 3 4 5

19. Hvordan fungerte samarbeidet med din(e)
medelev(er)? 1 2 3 4 5

20. Har du noen andre kommentarer til undervisningsopplegget, skriv dem gjerne her:

Appendiks C: Intervjuguiden

Før intervju:

- Presentere undersøkelsen (gjentakelse)
- Forespørsel om diktafon
 - Sikrer riktig gjengivelse
 - Intervjuet vil skrives ut og sendes til deg innen 2 uker for gjennomlesing og redigering. Opptaket vil slettes ved innlevering av masteroppgaven.

- Jeg vil stille deg spørsmål om følgende temaer:
 - Ditt forhold til kjemi og praktiske tilnærminger til kjemi
 - Din opplevelse av elevforsøket
 - Din opplevelse av timene etter forsøket

- Intervjuet vil være samtalepreget, og vare i ca 15-30 minutter.
- Jeg garanterer full anonymitet, ingen andre enn meg og mine veiledere vil ha tilgang til intervjuet.
- Du vil når som helst under intervjuet trekke deg fra deltagelsen, uten å oppgi grunn.

Intervju:

- Hvilket forhold har du til kjemifaget på skolen?
 - Har dette endret seg siden du startet med kjemi?

- Hvilke erfaringer har du med å gjøre elevforsøk i kjemi?
- –Motivasjon? – læring av teori?
 - Hvilke erfaringer har du med å samarbeide med andre?
 - Hvilket forhold har du til å skrive rapporter i kjemi/naturfag?
 - Hvor ofte gjør dere forsøk i kjemi?

- Hvordan vil du beskrive en ”vanlig” kjemitime i deres klasse?

- Hvordan synes du det var å gjøre elevforsøket?
 - Var det lett å gjennomføre forsøket korrekt?
 - Hvordan var samarbeidet med andre på gruppa?
 - Var kontrolloppgavene til hjelp med å forstå forsøket?
 - Forstod du målene med å gjøre forsøket?
 - Var det nyttig å få en innføring i sikkerhet og risiko på lab?
 - Var det lett å lure seg unna undervisningen?
 - Var det morsomt/motiverende å arbeide på laben?
 - Lærte du noe av elevforsøket? Hvorfor? Hvorfor ikke?
 - Har du andre kommentarer til elevforsøket?

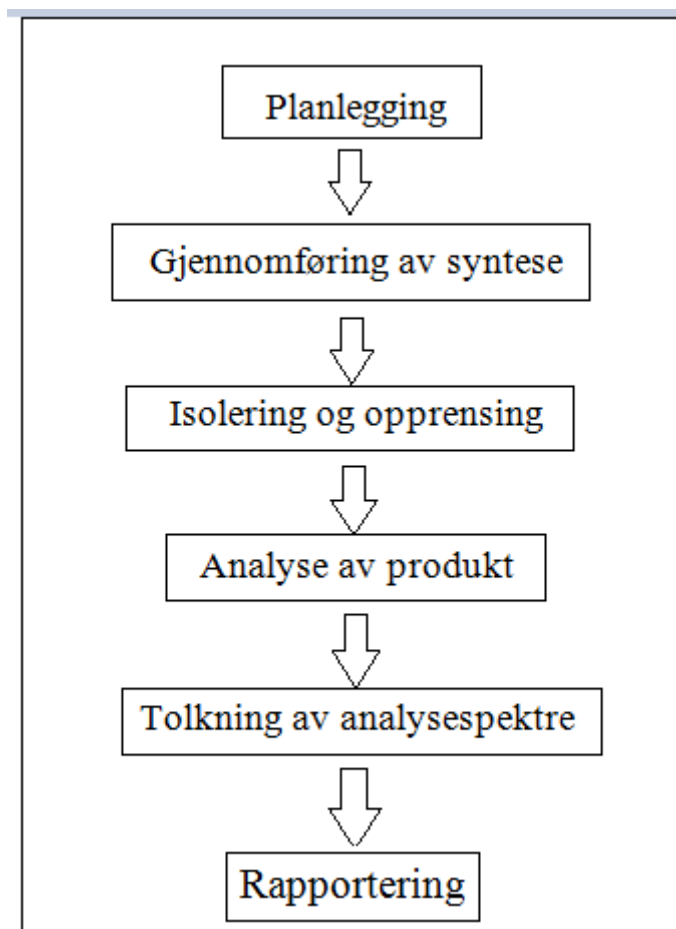
- Hvordan var timene etter forsøket?
 - Var spektrene med på å hjelpe deg til en bedre forståelse av analysemetodene?
 - Var noen av metodene vanskeligere enn andre?
 - Var spektrene ulike de spektrene du har jobbet med tidligere?
 - Var de lettere/vanskeligere enn tidligere?
 - Diskuterte du mye med din samarbeidspartner? Hvordan var kommunikasjonen?
 - Hjalp opplegget deg med å få en bedre forståelse av en forskningsprosess i kjemi?
 - Har du noen andre ting du ønsker å ta opp i forhold til disse timene?

- Oppsummering

Syntese og analyse av dibenzalaceton

Forskningsprosessen som helhet

En forskningsprosess i kjemi består som regel av flere forskjellige faser, og kan være både komplisert og tidkrevende. Hensikten med dette undervisningsopplegget er å illustrere en helhetlig forskningsprosess, hvor vi skal fokusere på flere av de ulike fasene. Det å definere en forskningsprosess vil være svært vanskelig å gjøre, siden det i forskjellige forskningsprosjekter vil være variasjoner i forhold til fremgangsmåten. Skjemaet nedenfor viser et eksempel på en ”typisk” forskningsprosess i organisk kjemi.



Planlegging – sikkerhet og risiko

En viktig del av planleggingsfasen er å vurdere risikoen ved eksperimentet du skal utføre. For å gjøre dette brukes informasjonen om kjemikaliene og databladene deres til å vurdere farene med bruken av stoffene, for å kunne utføre sikkerhetstiltak i forkant av forsøket. Fokuset på sikkerhet og risiko er viktig, både som skadeforebyggende, og som sikring for at forskningen skal være etisk forsvarlig å gjennomføre.

Oppgave: Bruk databladene for kjemikaliene (ligger sist i heftet) og finn ut hvilke risikosetninger (H-setninger) de ulike stoffene har. Se også hvilke sikkerhetssetninger (P-setninger) stoffene har. Bruk tabellen for risikosetninger (neste side) til å kategorisere hvilken farekategori de ulike stoffene kommer under (dersom et stoff har H-setninger innenfor flere kategorier, velg den høyeste).

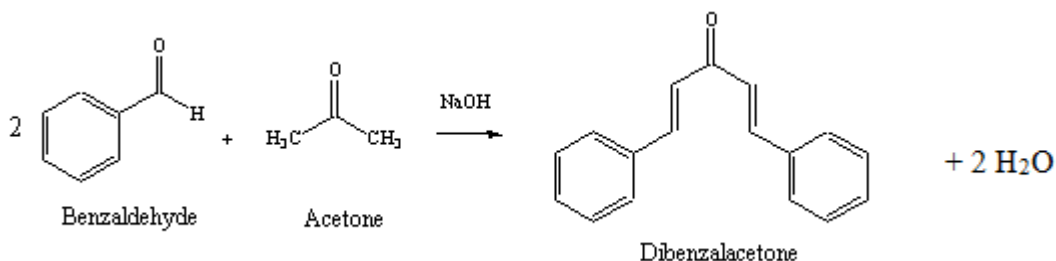
<u>Stoffer</u>	<u>H-setninger</u>	<u>P-setninger</u>	<u>Farekategori</u>
Aceton			
Benzaldehyd			
Natriumhydroksid			
Etanol			
Dibenzalaceton			

Risikosestninger (CLP)	Farekategori
<p>Akutt giftighet: H330, H331.</p> <p>Spesifikk organotoksisitet, enkelteksponering: H370. Kreftfremkallende: H350/ 350i, H351</p> <p>Mut/Rep: H340, H360F/D/FD/Fd/Df, H361f/fd/Df</p> <p>Allergi: H334</p>	Meget alvorlig 5
<p>Akutt giftighet: H311, H301, H310, H300, H332.</p> <p>Kan forårsake organskade: H371</p> <p>Spesifikk organskade/toksisitet, gjentatt eksponering: H371, H372, H373; Mut,Rep: H341, H362; Etsende for hud kat. 1A: H314; Allergi: H317; Øyeskade: H318</p>	Alvorlig 4
<p>Etsende for hud kat. 1B, 1C: H314; Akutt giftighet: H312. Aspirasjonsfare: H304</p> <p>Kan forårsake dødsighet: H336; Frigjørelse av giftig gass: EUH029, EUH031, EUH032; Eksplosjonsfare: EUH044</p>	Moderat 3
<p>Akutt giftighet: H302</p> <p>Irriterende: H319, H335, H315. EUH066.</p> <p>Meget brannfarlig væske og damp: H225</p>	Lav 2
Ikke merkepliktige stoffer	Meget Lav 1

Syntese av dibenzalacetone

Introduksjon

Dibenzalacetone brukes blant annet i solkrem. Aromatiske molekyler konjugert med karbonylgrupper brukes for å absorbere høyenergetisk ultrafiolett stråling og frigjøre energien som lavenergi-stråling. Derfor beskytter dette molekylet huden vår mot sola.



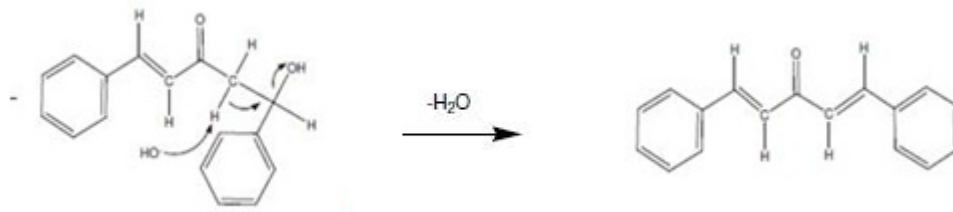
Kontrollspørsmål 1: Hvilken reaksjonstype er syntesen av dibenzalacetone? Forklar svaret.

Fremgangsmåte

NB! Hele øvelsen skal gjøres i avtrekksskap!

1. Løs opp 2.5 g NaOH i 25 mL vann og 20 mL 96% etanol i en 100 mL erlenmeyerkolbe, og kjøøl ned til romtemperatur.
2. Vei opp 2.65 g benzaldehyd og 0.73 g aceton og løst det i ca 4 mL 96% etanol. **Vent med å veie ut aceton helt til slutt siden denne fordampes fort.**
3. Tilsett halvparten av aldehyd/aceton-blandingen til den første løsningen og la det røre i 5 minutter. Tilsett resten av blandingen og la det røre i 10 minutter.

Kontrollspørsmål 2: Hvilken rolle spiller natriumhydroksid og etanol i reaksjonen?



Kontrollspørsmål 3: Reaksjonen mellom aceton og benzaldehyd skjer i flere ulike steg. Reaksjonsmekanismen over viser det siste steget i reaksjonen. Hva kaller vi reaksjonen over?

4. Filtrer produktet v.h.a en büchner-trakt. Vask krystallene med 3x50 mL vann for å fjerne NaOH-rester.

Kontrollspørsmål 4: Hvorfor brukes vann for å fjerne NaOH-rester?

5. Omkrystallisering: Ha dibenzalaceton-krystallene i et begerglass (500/250 mL) og tilsett 150 mL 70% etanol. Varm opp til kokepunktet under omrøring, ha et urglass over begerglasset slik at minst mulig av løsemidlet fordamper. Hvis ikke alle krystallene har løst seg opp ved kokepunktet, så tilsett litt og litt 70% etanol til alle krystallene er løst opp.

Kontrollspørsmål 5: Hvorfor omkrystalliserer vi produktet? Hvordan fungerer omkrystalliseringen?

6. Sett så løsninga til avkjøling på is.
7. Mål massen av et urglass, før dere på nytt filtrerer produktet v.h.a en büchnertrakt. Ha produktet på urglasset, og tørk produktet om dere har tid. Noter vekten på produktet (trekk fra massen til urglasset).
8. Beregn utbyttet av syntesen.

9. Analyser produktet ved hjelp av gasskromatografi, massespektrometri og proton-NMR. Tolk spektrene (dette skal vi gjøre neste gang).

Appendiks E: Etterarbeid

Forsøk : syntese og analyse av dibenzalaceton

1. *I forsøket blir vi kjent med følgende 5 stoffer: Aceton, benzaldehyd, etanol, natriumhydroksid og dibenzalaceton. Forklar hvilke roller de ulike stoffene har i eksperimentet.*
2. *Opprensing: I forsøket blir to ting gjort for å skaffe et så rent produkt som mulig: Produktet blir vasket med vann, og deretter omkrystallisert. Forklar hvordan disse to prosessene er med på å rense produktet.*
3. *Utbytteberegning: Vis beregningen av utbyttet her.*
4. *I fremgangsmåten stod det at produktet skulle tørkes dersom det ble tid, noe det ikke ble. Hvordan kan dette ha påvirket utbyttet av syntesen?*

Etter at produktet ble filtrert kunne man tydelig se at filtratet (det som rant gjennom trakten) var gulaktig, noe som betyr at alt av produkt ikke ble filtrert. Hvordan kan dette ha påvirket utbyttet?

5. *Tolkning av analysespektre for dibenzalaceton. Hvilken informasjon fikk du av de tre ulike spektrene (GC, MS, NMR)? Vis til de ulike toppene som er interessante.*

