

Å skriva laboratorierapportar i kjemi på universitet  
Ein studie av å læra akademisk skrivning

Karoline Folgerø Dale



Masteroppgåve i kjemididaktikk  
Kjemisk institutt  
Det matematisk-naturvitskaplege fakultet

UNIVERSITETET I BERGEN

Desember 2022

## Forord

Denne masteroppgåva markerer slutten på lektorstudiet og mi tid ved Universitet i Bergen. Oppgåva, og studietida generelt, har bydd på både utfordringar, meistringar og erfaringar som eg tar med meg vidare.

Eg ynskjer å takka min rettleiar, Matthias Gregor Stadler, for god rettleiing og fine samtalar gjennom heile prosjektperioden. Det har vore lærerikt og eg set stor pris på den gode hjelpa eg har fått. Tusen takk for at du er så tilgjengeleg og har tatt deg god tid til å svara på mine spørsmål.

Eg vil også takka studentane som har latt meg få innsikt i deira laboratorierapportar slik at denne masteroppgåva var mogleg å gjennomføra.

Til slutt vil eg takka alle rundt meg som har støtta meg gjennom prosjektet!

Karoline Folgerø Dale

20. desember 2022

## Samandrag

I naturvitskaplege emne i høgare utdanning møter studentar på den akademiske skrivinga gjennom laborierapportar. Å skriva laborierapport er ei tradisjonell form for etterarbeid som byggjer på mange av dei same prinsippa som forskingsartiklar gjer og har ofte to formål. Studentane skal utvikla sine fagkunnskapar gjennom å knyta teori og praksis saman. Og studentane skal læra å skriva akademisk som ei førebuing til større oppgåver knytt til utdanninga og formidling av framtidig forskingsarbeid.

I denne masteroppgåva er diskusjonsdelen av laborierapportar i eit innførings-emne i organisk kjemi frå eit universitet undersøkt. Målet med oppgåva er å undersøka kvaliteten i diskusjonane gjennom å identifisera meistringar og utfordringar studentane har med å skriva dei, i tillegg til å sjå på utviklinga av den akademiske skrivinga til studentane over tid.

Funna i analysen viser at studentane i liten grad skriv argumenterande og ikkje alltid trekk inn relevante resultatverdiar i sine grunngjevingar. Studentane viser også liten utvikling over tid. Det blir argumentert for at ferske studentar trass i å ha god skrivekompetanse frå skulen høgst synleg har lite erfaring med å skriva argumenterande i naturvitskaplege fag. Det blir vidare trekt fram at ein føresetnad for skriveutvikling hos studentane er at dei treng gode tilbakemeldingar og rettleiing i prosessen.

Oppgåva konkluderer med at studentar har behov for skrivetrening og god rettleiing i å skriva ein argumenterande tekst. Det blir lagt fram ulike endringsforslag til praksisane kring rapportskrivinga. Mellom anna blir det føreslått å retta fokuset i undervisinga tilknytt rapportskrivinga mot diskusjonen og å dela rapportskrivinga opp i mindre delar.

## Innhald

Forord.....	1
Samandrag .....	2
1. Innleiing .....	6
1.1 Bakgrunn og mål for oppgåva .....	6
1.2 Oppbygging av oppgåva .....	8
2. Teori .....	9
2.1 Akademisk skriving i naturvitskapen .....	9
2.1.1 Akademisk skriving i skulen og høgare utdanning.....	9
2.1.2 Kjenneteikn på akademisk skriving.....	10
2.2 Å skriva for å læra naturvitskap og naturvitskapleg formidling .....	10
2.2.1 Skriving i naturvitskapen.....	11
2.2.2 Studentars tekstkunnskap frå vidaregåande skule .....	12
2.2.3 Å bli ein god fagskrivar .....	13
2.3 IMRaD-strukturen.....	14
2.4 Å skriva fagleg i høgare utdanning: Laborierapport i kjemi .....	15
2.4.1 Erfaringar frå vidaregåande opplæring .....	15
2.4.2 Bruk av rapportmalar i opplæringa .....	16
2.4.3 Å bli god krev trening.....	17
2.5 Forventningar til diskusjonsdelen i laborierapportar i organisk kjemi .....	18
2.5.1 Argumentasjon .....	19
2.5.2 Erfaringar med vitskapleg argumentasjon frå skulen.....	20
3. Metode.....	22
3.1 Forskingsdesign.....	22
3.2 Datamaterialet.....	23
3.2.1 Val av datamateriale .....	24
3.2.2 Skriveseminar.....	25
3.2.3 Utval rapportar til analysen .....	25
3.3 Analysen av datamaterialet.....	26
3.3.1 Kritiske verdiar.....	31
3.3.2 Svakheiter med nivådelingssystemet .....	31
3.4 Tre dømer frå datamaterialet på plassering i analysesystemet.....	32
3.5 Kvalitet i forskingsprosjekt.....	34
3.5.1 Subjektivitet og refleksivitet .....	34
3.5.2 Gyldigheit .....	35

3.5.3	Generalisering .....	36
3.5.4	Pålitlegheit.....	36
3.5.5	Kvalitetstrekk i masterprosjektet.....	37
4.	Resultat .....	38
4.1	Totalvurdering .....	38
4.2	Rapportar med vurderinga «under middels».....	40
4.3	Rapportar med vurderinga «middels» .....	41
4.4	Topp tre rapportar .....	43
4.5	Samanlikning av resultata frå fyrste og siste individuelle rapport.....	45
4.5.1	Fyrste individuelle rapport .....	45
4.5.2	Siste individuelle rapport .....	46
4.5.3	Utvikling hos studentane frå fyrste til siste individuelle rapport.....	47
4.5.4	Oppsummering av poengfordelinga i fyrste og siste individuelle rapport..	50
5.	Diskusjon.....	51
5.1	Studentane sine meistringar .....	51
5.1.1	Feilkjelde .....	51
5.1.2	Resultatverdiar: TLC samanlikna med IR og NMR .....	53
5.2	Studentane sine utfordringar.....	54
5.2.1	Argumenterande tekst .....	55
5.2.2	Studentane sin bruk av relevante resultatverdiar.....	56
5.2.3	Samanlikning av strukturar og funksjonelle grupper .....	58
5.2.4	Bruk av fleire analysemetodar saman for å gi ein konklusjon.....	60
5.2.5	Mengde plass studentane gir dei ulike tema i diskusjonen.....	62
5.3	Studentane si utvikling over tid .....	62
5.4	Utfordringar ved skriveprosessen .....	64
5.4.1	Store rapportar med kort innleveringsfrist.....	65
5.4.2	Dei skriftlege instruksjonane studentane er gitt .....	67
5.4.3	Bruk av rapportmalar .....	68
6.	Avsluttande ord.....	70
6.1	Oppsummering av funna.....	70
6.2	Implikasjonar for fruktbar praksis kring rapportskrivning .....	71
6.2.1	Fokus på diskusjonsdelen og å skriva ein argumenterande tekst.....	71
6.2.2	Lengre tidsfrist på innleveringa av rapporten.....	72
6.2.3	Gradvis innføring av rapportskrivninga.....	73
6.2.4	Kvarandrevurdering .....	73

6.2.5 Tilbakemeldingar .....	74
6.3 Implikasjonar for vidare forskning.....	74
Litteraturlista .....	76

# 1. Innleiing

## 1.1 Bakgrunn og mål for oppgåva

Rapportskriving er ei vanleg form for etterarbeid av forsøk og øvingar i skulen, på høgskular og universitet (Knain, 2008, s. 215-216; Lykknes & Smidt, 2008, s. 204). Omfanget av rapportane og typen rapport som er skriven vil variera, men dei aller fleste har gjennom sin skulegang eller i høgare utdanning møtt på ei eller anna form for rapportskriving. Sjølv har eg skriva ei stor mengde rapportar med stor variasjon av innhald og utforming, og har både positive og negative erfaringar med det. Nokre gonger har eg hatt kjensla av at det har vore eit meningsfullt arbeid kor eg har lært mykje og har kunna brukt rapporten vidare, andre gonger har det kjennast som eit meningslaust arbeid kor eg ikkje forstod det eg skreiv. Når eg har sitte å skriva rapportar så har eg mange gonger stilt meg spørsmål som kva er målet med denne rapporten? Kva lærer eg av å skriva rapportar? Og er det behov for ein omfattande rapport etter kvart forsøk?

Praktisk arbeid er sentralt i kjemifaget, samt andre naturvitskapelege fag (Knain, 2008, s. 217; Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 177). Mellom anna er eit av kompetansemåla i læreplanen i kjemi (2021) følgjande: «eleven skal kunne planlegge og gjennomføre forsøk, estimere usikkerhet og vurdere feilkilder, presentere resultater og argumentere for gyldigheten av resultater og konklusjoner» (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 5). Her kjem det fram at elevar skal planleggja og gjennomføra forsøk, samt ha ei form for etterarbeid kor dei presenterer resultat og argumenterer kring dei. Dette etterarbeidet kan gjerast på ulike måtar, kor ein av dei er i form av rapportskriving.

Målet med rapportskrivinga er å læra gjennom å knyta teori opp mot det praktiske arbeidet på laboratoriet (Knain, 2008, s. 218). I tillegg til at rapportskrivinga skal bidra til å knyta teori og praksis saman, så ynskjer utdanningsinstitusjonane også at rapportskrivinga skal bidra til at studentar lærer seg akademisk skriving. Å læra seg akademisk skriving er ei viktig førebuing til å skriva masteroppgåver eller framtidige publiseringar av forskingsarbeid. I kjemifaget er rapportskriving ei fin øving til dette. Laborierrapportar, masteroppgåver og publisert forskingsarbeid føl i stor grad same struktur, IMRaD (introduksjon, metode, resultat og diskusjon), og dermed vil ei tideleg innføring av denne gi eit godt grunnlag for å meistra strukturen i viktig arbeid seinare.

Eg har alltid synast praktisk arbeid er spanande, gøy og ein viktig del av kjemifaget. I praksisperiodane på studiet har eg sett etterarbeidet av praktiske øvingar bli gjennomført på ulike måtar. Nokre elevar har blitt bedt om å skriva rapportar etter ein mal i læreboka eller som dei har fått utlevert av læraren. Andre har ikkje hatt ein fullstendig rapport, men fått nokre spørsmål dei skal svara på som er knytt tett opp til det ein ville forventa av diskusjonsdelen av ein laboratorierapport. Utbyttet elevane har hatt av rapportskrivinga har nok vore svært varierende og det har ført til at eg har ynskja å finna ut meir om rapportskriving, korleis det kan bidra til å læra akademisk skriving, samt meistringar og utfordringar studentar og elevar har med å skriva rapportar. Eg valde difor å gripa sjansen når eg fekk moglegheit til å undersøkje laboratorierapportar frå eit kjemiemne ved eit universitet som mi masteroppgåve. Dette har ført meg til følgjande problemstilling som eg skal prøva å svara på i denne oppgåva:

**Kva fortel laboratorierapportane til kjemistudentar om deira kunnskapar og ferdigheiter innan akademisk skriving?**

Emnet datamaterialet er henta frå har arbeidd med å betra resultatane av rapportskrivinga til studentane gjennom å innføra eit skriveseminar. Dette seminaret skal gjera det tydeleg for studentane kva som er forventa av deira laboratorierapportar og er eit tiltak for å hjelpe studentane med skriveprosessen. Det er mange sider ved akademisk skriving gjennom rapportskriving som kan studerast. For å avgrensa prosjektet mitt har eg valt å fokusera på diskusjonsdelen av rapportane og har valt meg ut to forskingsspørsmål:

- 1. Kva meistringar og utfordringar har studentar med å skriva diskusjonen i ein laboratorierapport?*
- 2. Korleis er utviklinga i den akademiske skrivinga til studentane over tid?*

Ved å svara på forskingsspørsmåla håpar eg å kunne bidra til å belysa kva studentane i dette høvet meistrar og kva utfordringar dei har med å skriva laboratorierapportar. Eg



ynskjer også å gi innsikt i utviklinga studentane viser i sjangeren over tid. Som eit resultat av dette håpar eg å kunne bidra til å gjera det enklare for ansvarlege å leggja til rette for ei tilpassa undervisning og rettleiing i skrivinga av laboratorierapportar der behovet hos studentane er.

## 1.2 Oppbygging av oppgåva

Under kjem ei kort oppsummering av kva dei ulike kapitla i oppgåva inneheld.

Kapittel 1: Dette fyrste kapitlet var ei innleiing til oppgåva kor bakgrunnen for prosjektet, problemstilling og forskingsspørsmål vart gjennomgått.

Kapittel 2: Det neste kapitlet tar for seg teori kring å læra seg akademisk skriving i naturvitskaplege fag og går nærare inn på laboratorierapportar i kjemi, samt forventingar og utfordringar knytt til å skriva diskusjonen i laboratorierapportane.

Kapittel 3: Dette kapitlet presenterer forskingsdesignet som er nytta i prosjektet og går inn på datamaterialet og analysemetoden som er nytta, i tillegg til å ta for seg ulike kvalitetsaspekt ved forskning og dette prosjektet.

Kapittel 4: I dette kapitlet blir analyseresultata lagt fram. Det blir sett på ei totalvurdering av nivåa til rapportane i analysen, samt ei vurdering av dei ulike nivåa. I tillegg blir det sett på utviklinga til studentane frå fyrste til siste individuelle laboratorierapport.

Kapittel 5: I dette kapitlet blir dei viktige funna frå analysen trekt fram og blir sett på i lys av teori og tidelegare forskingsfunn.

Kapittel 6: I dette siste kapitlet blir det gitt ei kort oppsummering av prosjektet samt lagt fram implikasjonar for undervisninga i rapportskriving og vidare forskning på området.

## 2. Teori

I denne delen vil eg presentera teori kring oppgåvas problemstilling. Fyrst går eg inn på det å læra seg akademisk skriving og fagleg formidling i naturvitskapen. Vidare tar eg for meg det å skriva laboratorierapport i kjemi kor eg går nærare inn på forventingar til diskusjonsdelen av laboratorierapportane.

### 2.1 Akademisk skriving i naturvitskapen

Naturvitskapleg kunnskap er formidla og utvikla gjennom språket i lys av forsøk og observasjonar (Mestad et al., 2019, s. 136). Skriftleg formidling har lenge vore ein viktig del av naturvitskapen for å dokumentera data, funn og erfaringar, for å sjå samanhengar mellom resultat frå ulike forsøk, og for å gjera funn og resultat tilgjengeleg for offentlegheita slik at forskarar kan diskutera dei (Knain, 2008, s. 216). Dei fyrste vitskaplege tidsskrifta kom i 1665 og er sidan blitt hovudmetoden for å kommunisera naturvitskap (Gastel & Day, 2017, s. 7). Før menneske kunne skriva måtte kunnskap formidlast munnleg. Slik forsvinn også kunnskapen raskt. Dersom forskarar i dag ikkje hadde følt seg plikta til å dokumentera og formidla forskinga si gjennom tekstar ville det ikkje vore mogleg for forskarfelleskapet å diskutera eller etterprøva resultatata (Knain, 2008, s. 216). Utan ei publisering av forskingsresultata er det svært få som har tilgang til forskinga og resultatata av den, og det er som at forskinga ikkje er gjort.

#### 2.1.1 Akademisk skriving i skulen og høgare utdanning

I naturvitskaplege fag og emne i skulen og høgare utdanning møter elevar og studentar på den akademiske skrivinga gjennom laboratorierapportar. Å skriva laboratorierapport er ei tradisjonell form for etterarbeid som byggjer på mange av dei same prinsippa som forskingsartiklar gjer. Laboratorierapportar i kjemifaget og andre naturvitskaplege fag har ofte to formål. Det fyrste er at studentane skal utvikla sine fagkunnskapar gjennom å knyta teori og praksis saman. Det andre formålet er at studentane skal læra å skriva akademisk som ei førebuing til større oppgåver knytt til utdanninga som bachelor- eller masteroppgåver, og å gjera dei førebudd til formidling av framtidig forskingsarbeid.

### 2.1.2 Kjenneteikn på akademisk skriving

Akademisk skriving er ein del av høgare utdanning og dei ulike fagretningane har ulike tekstkulturar med krav og normer som skal følgjast, ofte med ein gitt struktur som skal hjelpa lesaren og formidlaren (Eriksen, 2008, s. 141-142; Hoel, 2008, s. 18). Nokre generelle kjenneteikn ved ein akademisk tekst er at det er ein argumenterande tekst som inneheld tolking av materiale, samstundes som den er avhengig av tidelegare fagformidling som er dokumentert gjennom kjelder, den nyttar fagterminologi og kjem med konklusjonar (Dysthe et al., 2010, s. 22-24). Andre kjenneteikn er at tekstane inneheld ei problemstilling som skal undersøkast, resultatata er ofte framstilt som tabellar eller figurar, teksten har eit høgt kunnskapsnivå og gir eit fagleg bidrag (Firing & Moen, 2017, s. 166-171).

Dei fleste av desse kjenneteikna finn ein også igjen i laboratorierapportane studentar skriv i høgare utdanning. Problemstillinga skil seg gjerna litt ut frå andre typar akademiske tekstar fordi ein i laboratorieøvingar gjerna skal testa noko som allereie er kjent og det vil difor ikkje vera behov for ei problemstilling. Nokre laboratorierapportar nyttar hypotesar i staden. I øvinga knytt til rapportane i datamaterialet er det heller eit mål om høgast mogleg utbytte etter å ha følgd ein gitt synteseveg enn å testa ein hypotese eller ei problemstilling. Studentane skal ved å ta emnet tileigna seg faglege kunnskapar og erfaringar i analyse- og arbeidsmetodar på laboratoriet i tillegg til å læra seg å skriva laboratorierapportar.

Andre kjenneteikn på naturvitskaplege tekstar er at setningane har høg leksikalsk tettleik grunna bruken av fagterminologi, det er ofte nytta passiv skrivestil, bruk av nominalisering slik at substantiva gir mening til teksten i staden for verba, samt at tekstane ofte er multimodale (Lykknes & Smidt, 2008, s. 205). Desse formelle skrivetrekk er også forventa å finna i studentane sine laboratorierapportar og kan for studentar som ikkje er vant med å skriva naturvitskaplege tekstar vera nytt og noko dei må læra seg.

### 2.2 Å skriva for å læra naturvitskap og naturvitskapleg formidling

Å skriva er ein av fleire læringsstrategiar og kan bidra til å auka fagkunnskapen. Dysthe et al. (2010, s. 64-65) trekk fram tre grunnar til korleis skrivinga kan bidra til faglæring: skrivinga tar vare på tankane, internaliserer kunnskap og aktiviserer undermedvit.

Ved å skriva ned tankar og idear så forsvinn dei ikkje lika lett og ein kan gå tilbake og nøsta opp i eigne tankar og utvikla dei vidare med nye tankar (Dysthe et al., 2010, s. 64). Dette kan hjelpa studentar med faglæring ved at dei koplur tankar kring resultat saman med teori. Det å skriva ned fagstoff kan også bidra til å gjera kunnskapen til sin eigen, internalisera den, ved at ein prøver å sjå samanhengar og skapa ei forståing av fagstoffet (Dysthe et al., 2010, s. 65). Det er denne forståinga studentane prøver å formidla i sine laborierapportar. I tillegg er skriving med på å aktivisera undermedvitte slik at ved å skriva noko ned så kan nye tankar eller løysingar dukka opp medan ein held på med andre ting (Dysthe et al., 2010, s. 65). Mestad et al. (2019, s. 136-137) meiner også skrivinga kan bidra til auka fagkompetanse. Dei trekk fram at gjennom skrivinga må fagstoff arbeidast med og tilpassast situasjonen og kan dermed bidra til at ein ser samanhengar i fagstoffet (Mestad et al., 2019, s. 136-137). I skrivinga av laborierapportar må studentar arbeida med fagstoffet gjennom å formidla sine tolkingar og refleksjonar kring resultat dei har fått frå øvingar. Dei må studera det teoretiske fagstoffet og resultatane frå øvingane for å sjå samanhengar og kopla teori og praksis saman. Dette kan føra til ein auka fagkompetanse og studentane får gjennom skrivinga vist sine kunnskaper og evner til å sjå samanhengar og trekkja konklusjonar frå resultatane.

### 2.2.1 Skriving i naturvitskapen

Skriving i naturvitskapen inneber mykje fagleg læring. Ein av dei er å knyta teori og praksis saman ved å skriva laborierapportar. I praktiske forsøk lærer mellom anna studentane å nytta ulike analysemetodar som gir dei datamateriale dei så må tolka og knyta opp til teorien dei har lært for å trekkja konklusjonar (Knain, 2008, s. 217; Mestad et al., 2019, s. 157). I tillegg inneber skriving i naturvitskapen å læra seg ei rekke nye fagspesifikke uttrykk, kva dei tydar og korleis bruka dei (Lykknes & Smidt, 2008, s. 205). Kjemifaget har mange framandord, symbol og omgrep som kan vera utfordrande å forstå og å klara å bruka korrekt. Av den grunn har det å læra seg eit fag innan naturvitskapen blitt samanlikna med å læra seg eit nytt språk (Lykknes & Smidt, 2008, s. 205). Ein måte å læra seg det nye fagspråket på er ved å bruka det i skrivinga av laborierapportar.

Å kunne uttrykkja seg fagleg er viktig for å forstå faget og for å utvikla den faglege kompetansen (Mestad et al., 2019, s. 134). Dette kan gjerast på fleire måtar. Ein av dei er gjennom skriftleg arbeid, som rapportskriving, ein annan er gjennom munnlege samtalar. Dysthe et al. (2010) omtalar skriving som ein viktig læringsstrategi og grunngevd det slik:

Skriving hjelper oss både til å se nye sammenhenger og til å avsløre mangel på sammenhenger og forståelse. Skriving fører til dybdelæring i stedet for overflatisk læring og hjelper oss til å gjøre fagstoffet til vårt eget. Skriving kan føre til ny erkjennelse og innsikt. (Dysthe et al., 2010, s. 10)

Skriving er altså ein viktig måte å uttrykkja kunnskap på og gir innsikt i kva ein meistarar og kor det er kunnskapshol. I høgare utdanning blir difor kompetanse i fag ofte dokumentert gjennom skriftleg arbeid (Dysthe et al., 2010, s. 9-10).

#### 2.2.2 Studentars tekstkunnskap frå vidaregåande skule

Skriving er vanskeleg og krev instruksjonar og øving (Firing & Moen, 2017, s. 104). Mykje av skriveopplæringa nye studentar har med seg frå den vidaregåande skulen er i frå norskfaget. Dette er eit stort fag med mange tema og det er ikkje tid til å arbeida grundig med alle elementa (Greek & Jonsmoen, 2016, s. 261). Mellom anna trekk Lykknes og Smidt (2008, s. 210) fram at det i laboratorierapportar er forventa at elevane skriv kort og konsist, noko som er ein del av det naturfaglege språket og ikkje ein del av norskfaget kor ein gjerna skal greia ut. Fagtekstar blir formidla på ulike måtar hos dei ulike fagområda og generelle skriveferdigheiter vil ikkje vera tilstrekkeleg for å meistra fagskrivinga (Dysthe et al., 2010, s. 10-11; Hoel, 2008, s. 18-19; Lykknes & Smidt, 2008, s. 205). Det vil difor vera eit behov for god opplæring i formålet med skrijvinga og faget sin skrivestruktur (Greek & Jonsmoen, 2016, s. 255; Mestad et al., 2019, s. 137).

Greek og Jonsmoen (2016) har i sin studie sett på kva tekstkyndigheit elevar i sitt siste år på vidaregåande skule viser gjennom å følgja avgangselevar i norsk og historie. I studien viser dei at studentar som har fullført eit studiespesialiserande utdanningsløp i si vidaregåande opplæring har eit godt grunnlag for den akademiske skrijvinga i

høgare utdanning (Greek & Jonsmoen, 2016, s. 254). Nye studentar synast likevel skriveoppgåver i høgare utdanning blir framand og at det er vanskeleg å sjå samanhengen mellom det dei lærde i vidaregåande skule og praksisane i høgare utdanning (Greek & Jonsmoen, 2016, s. 255). I studien sin trekk Greek og Jonsmoen (2016, s. 259-262) også fram at elevar i den vidaregåande skule slit med å få fram kunnskap og resonnement i tekstane sine, og at mykje av tekstkunnskapane deira er overflatekunnskapar. I tillegg kjem det fram at elevane trur fakta er viktigare i høgare utdanning enn i den vidaregåande skulen, noko som kan føra til at det tek tid å meistra den akademiske skrivinga i høgare utdanning (Greek & Jonsmoen, 2016, s. 261). Dette viser at det er viktig å vera bevisst og å ha nye studentar sine forkunnskapar kring tekstskriving i tankane når ein planlegg emne der ein del av vurderinga eller arbeidet, slik som laboratorierapportar, byggjer på akademisk skriving.

### 2.2.3 Å bli ein god fagskrivar

For å skriva fag må ein både ha kunnskap i faget ein skal skriva og måten faget blir formidla på. Som student les ein mykje faglitteratur for å tileigna seg fagkunnskapar som kan nyttast i skriving, samtalar og eksamenssituasjonar. For å bli ein god fagskrivar må ein også trenna på å skriva fag slik at ein lærer å tenkja fagleg (Dysthe et al., 2010, s. 17). Sjølv om ein også kan tileigna seg kunnskapar om fagskriving gjennom å lesa gode fagtekstar og å samtala med andre kring desse, noko som òg er viktig for læringa, så må ein fyrst og fremst skriva fag for å bli god på den fagspesifikke skrivinga (Dysthe et al., 2010, s. 17). I tillegg er samarbeid med andre viktig. Både det å gi og å få tilbakemeldingar er viktig for å bli ein betre formidlar (Dysthe et al., 2010, s. 18). «Gjennom sammarbeidet møter [studentane] ulike tolkingar, ulike perspektiver og ulike måter å forstå stoffet på» (Dysthe et al., 2010, s. 66). I eit sosiokulturelt læringsperspektiv blir det vektlagt at mennesket lærer gjennom kommunikasjon med andre, formuleringar av erfaringar og samarbeid med andre (Mestad et al., 2019, s. 135; Säljö, 2013, s. 74-75). Læringsteorien er også opptatt av at språket brukast ulikt i ulike situasjonar, og må dermed lærast på faga sine premissar (Mestad et al., 2019, s. 135). For å knyta dette opp til læringa av akademisk skriving gjennom laboratorierapportar så er kvarandrevurdering eit tiltak for å betra rapportskrivinga som Sampson et al. (2011) og Gragson og Hagen (2010) har trekt inn i sine studie. For å vurdera andre sitt

arbeid må ein også sjølv ha forståing for dei faglege og formelle krava. Dermed kan vurdering av andre sitt arbeid bidra til at ein sjølv lærer seg å bruka kriteria for god skriving. Fagfellevurdering er ein viktig del av den vitenskaplege formidlinga og ved å la studentane sjå på andre sitt arbeid så deltar dei dermed i aktivitetar som er verdsett av det vitenskaplege samfunnet (Sampson et al., 2011, s. 220-224). Sampson et al. (2011, s. 220) trekk også fram at studentar lære meir når dei får høyra andre sine idear og må samanlikna desse opp mot egne tankar.

### 2.3 IMRaD-strukturen

Ein vanleg måte å strukturera forskingsartiklar i naturvitenskapen på, og som ofte er nytta i laboratorierapportar i høgare utdanning, er IMRaD-strukturen. IMRaD er ei forkorting for ein skrivestruktur som er delt inn i fira delar: **I**ntroduksjon, **M**etode, **R**esultat og (**a**nd på engelsk) **D**iskusjon. Denne strukturen er i dag ein utbreidd standard i naturvitenskapen, sjølv om bruken er relativt ny i forhold til når den fyrste vitenskaplege artikkelen kom (Gastel & Day, 2017, s. 8-9; Wu, 2011, s. 1345-1346). I ein periode på over 200 år etter den fyrste vitenskaplege artikkelen kom på 1600-talet blei vitenskaplege artiklar skriven utan eit spesifikt format, men var skriven deskriptivt og blei etter kvart meir og meir strukturerte (Gastel & Day, 2017, s. 8; Wu, 2011, s. 1345-1346). Kring 1940 byrja fleire vitenskaplege tidsskrifter å nytta IMRaD-strukturen og strukturen har dominert hos dei fleste store vitenskaplege tidsskriftene sidan slutten av 1970-talet (Wu, 2011, s. 1346). Trass i at strukturen i dag er svært utbreidd så er det ikkje den einaste som vert nytta i formidlinga av naturvitenskap, og det finst mange ulike versjonar på rekkefølgja i strukturen (Gastel & Day, 2017, s. 9-10).

IMRaD-strukturen bidrar til å presentera forskinga på ein ryddig måte og hjelper formidlaren med å svara på ein del spørsmål som er essensielle for at lesaren skal forstå forskinga (Eriksen, 2008, s. 141; Wu, 2011, s. 1347). Introduksjonen består av ein teoretisk del kor tidelegare forskning og kunnskap om området blir presentert samt at målet for forskinga og problemstillinga blir lagt fram (Dysthe et al., 2010, s. 84; Gastel & Day, 2017, s. 61-62; Wu, 2011, s. 1347). Vidare følgjer metoddelen som gjer greie for forskinga sine prinsipp, legg fram forskingsdesignet og korleis forskinga blei gjennomført i slik grad at forskinga kan etterprøvast (Dysthe et al., 2010, s. 84; Gastel & Day, 2017, s. 66; Wu, 2011, s. 1347). I resultatdelen blir studien sine

hovudfunn og relevante resultat lagt fram, gjerne gjennom tabellar og figurar (Dysthe et al., 2010, s. 85; Gastel & Day, 2017, s. 72-73). Til slutt kjem diskusjonen kor resultat blir tolka og samanlikna med tidelegare forskning, forskinga si tyding og avgrensingar blir lagt fram, og tankar for vidare praksis og forskning på området blir presentert (Dysthe et al., 2010, s. 85; Gastel & Day, 2017, s. 76-78).

#### 2.4 Å skriva fagleg i høgare utdanning: Laboratorierapport i kjemi

Laboratorierapport er ei form for akademisk skriving innan kjemi og andre naturvitskapelege fag, og byggjer på ein del av dei same prinsippa som forskingsartiklar gjer, men skil seg også litt frå dei. Til dømes er laboratorierapportar mindre omfattande og byggjer i liten grad på tidelegare forskning. Studentane er forventta å ha med ein teoridel i starten av rapporten. Denne er ofte basert på teoretisk informasjon kring analysemetodar og instrument som er nytta på laboratoriet, og som er informasjon studentane kan henta frå pensumlitteraturen. Likevel er laboratorierapporten ein viktig del av naturvitskapelege fag og knyter praktisk arbeid til skriving kor erfaringar må knytast til teori (Knain, 2008, s. 218).

##### 2.4.1 Erfaringar frå vidaregåande opplæring

Ferske studentgrupper som kjem frå vidaregåande skule vil ha varierende erfaringar med rapportskriving i kjemi når dei startar på høgare utdanning. Rapportskriving er innbakt i læreplanen i kjemi (2021), og det står følgjande om å skriva i faget:

Å kunne skrive i kjemi innebærer å produsere og bearbeide tekster tilpasset mottaker, innhold og formål, og bruke kilder på en kritisk måte som lar seg etterprøve. Det innebærer også å bruke kjemifaglige argumenter, terminologi, reaksjonsligninger, ulike typer illustrasjoner, formler og symboler på en hensiktsmessig måte. Videre innebærer det å bruke observasjoner, erfaringer og informasjon til å strukturere og formulere tekster om eksperimenter og forsøk. (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 4)

Læreplanen stadfestar med dette ikkje at elevar skal ha ei viss mengde trening i å skriva laboratorierapportar i opplæringa. Dette, saman med at studentane kan ha hatt



ulike fagkombinasjonar på skulen og at det ikkje er eit krav om å ha kjemi i vidaregåande skule for å studera faget i høgare utdanning gjer at nye studentar vil ha varierende erfaringar med rapportskriving. Nokre studentar kan ha jobba mykje med rapportskriving i vidaregåande skule, nytta IMRaD-strukturen eller svært liknande strukturar, og har eit godt grunnlag. Andre kan ha jobba mindre med det eller nytta andre former for etterarbeid som er mindre lik IMRaD-strukturen. Det kan også vera stor variasjon mellom ulike emne på universitet og høgskular for korleis utforminga av rapportane er. Dette medfører at sjølv om ein har ei forventning om at studentane allereie har skrive ein del rapportar så treng dei ei grundig innføring og god rettleiing når dei er nye på universitet og høgskular. «Fagets språkpraksis er en del av det faget som skal læres, og studentene har behov for veiledning og strategier for å se sin egen tekst i en faglig sammenheng.» (Greek & Jonsmoen, 2016, s. 267).

#### 2.4.2 Bruk av rapportmalar i opplæringa

I frå skulen er studentar ofte vant med å følgja ein gitt mal som læraren gir dei for korleis laborierapporten skal skrivast (Lykknes & Smidt, 2008, s. 206). Mange lærebøker gir malar for korleis laborierapportar skal førast, men denne kan følast som tvang og påverka motivasjonen negativt (Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 195). Oliveira (2022, s. 1222) kritiserer bruken av malar for å læra rapportskriving og konkluderer i sin studie med at slike arbeidsmetodar, inkludert bruk av IMRaD-strukturen, kan ha negative konsekvensar ved at studentane blir strukturavhengige og føl strukturen blindt utan å reflektera over skrivemetoden. Han hevdar at slike malar prioriterer tekstform og overser funksjonen til teksten ved at dei fokuserer på overflatiske tekstfunksjonar på makronivå, som struktur, heller enn tekstfunksjonar på mikronivå som tekstsamanheng (Oliveira, 2022, s. 1208). Vidare trekk han fram at slike malar ikkje oppfordrar studentar til å reflektera over innhaldet eller å utvikla meta-kognitive ferdigheiter (Oliveira, 2022, s. 1208). Ein skrivemal kan på ei sida vera til god hjelp i starten for å læra studentar korleis den vitenskaplege skrivesjangeren er, men kan også halda studentane tilbake og ha negativ effekt på skriveutviklinga deira ved at den legg kunstige avgrensingar på skrivinga og oppfordrar til å etterlikna profesjonell vitenskapleg skriving (Oliveira, 2022, s. 1208-1210). Dette kan gi eit negativt utfall på omfanget av studentane si vitenskaplege meiningsskaping (Oliveira, 2022, s. 1209-1210). Ved bruk av slike malar er det difor viktig at studentar i tillegg får rettleiing på

arbeidet, spesielt på den språklege delen av rapporten (Oliveira, 2022, s. 1220). Hoel (2008, s. 23) hevdar på si sida at bruk av modelltekstar og retningslinjer kan vera lønnsamt når studentane er i gang med eiga skrivning fordi det bidrar til å aktivisera kunnskapar studentane har frå før.

#### 2.4.3 Å bli god krev trening

Å bli god på noko tar tid, det gjeld også rapportskrivning. Rapportskrivninga er ei form for fagleg skrivetrening og gjennom å utvida rapportskrivninga til ein lengre arbeidsprosess kan studentar få eit auka utbytte av den (Knain, 2008, s. 215). I ein studie gjort av Wackerly (2018) er rapportskrivninga prøvd gjort til ein lengre arbeidsprosess medan utviklinga til studentane over tid er studert. Wackerly (2018) har studert studentar i lågare grad ved høgare utdanning gjennom eit år med rapportskrivning i organisk kjemi. Studien er gjort ved å bruka ein mal kor studentane blir gradvis introdusert til nye delar av rapporten som dei må skriva. Ved fyrste øving er malen omtrent fullstendig utfyllt på førehand og det er lite studentane må fylla inn. For kvar øving aukar arbeidsmengda til studentane og fullstendige seksjonar av rapporten må skrivast fram til studentane skriv fullstendige rapportar for dei to siste øvingane. Studentane er i tillegg gitt instruksar i starten av semesteret for korleis ein rapport skal skrivast samt gitt eit rapportdøme. Wackerly (2018, s. 81) konkluderer med at å gradvis innføra dei ulike delane av rapporten er ein effektiv måte å betra studentar si skrivning på.

Gjennom å trena på å skriva lærer ein seg å bruka språket og utvikle tankeprosessen, samt at ein får erfaringar som gjer at ein har forutsetningar for å meistra skrivninga betre neste gong (Firing & Moen, 2017, s. 17-19). Nokre punkt som går igjen i litteraturen når det kjem til skriveutvikling, og som også er nemnt tidelegare i oppgåva, er at for at studentar skal utvikla seg til å skriva betre rapportar treng dei god rettleiing og tilbakemeldingar på arbeidet deira. Gjennom rettleiing og tilbakemeldingar skal studentane utvikla seg innan fagformidlinga og fagkulturen samt læra relevante arbeidsmåtar for skrivning i faget (Hoel, 2008, s. 118). I rapportskrivninga er det viktig at studentane får konkrete og konstruktive tilbakemeldingar på innhaldet i teksten som gjer at dei kan arbeida vidare med å utvikla teksten slik at den på ein betre måte framstiller og inkluderer kriteria som er stilt til rapporten (Hoel, 2008, s. 122-123).

Gragson og Hagen (2010) trekk i sin studie fram kvarandrevurdering som ein viktig faktor til skriveforbetring. Dei fann i utgangspunktet fira grunnar til at studentrapportar i deira fag var dårlege som dei valde å adressera i studien sin: for mange rapportar som skulle skrivast, for dårleg rettleiing kring forventingar i starten, dårleg gruppesamarbeid og manglande oppfordring til å revidera arbeidet (Gragson & Hagen, 2010, s. 62). Etter det blei skriven færre rapportar, innført grundigare rettleiing i starten kring skriving og forventingane gjennom ein skrivemmanual og rapportdøme (denne blei gradvis mindre utover semesteret), og kvarandrevurdering så har rapportane blitt tydeleg betre (Gragson & Hagen, 2010). Dei konkluderer med at etter studentane har vurdert rapportane til medstudentar så er dei betre i stand til å vurdera og revidera eigne rapportar (Gragson & Hagen, 2010, s. 65).

#### 2.5 Forventningar til diskusjonsdelen i laboratorierapportar i organisk kjemi

Å skriva diskusjonsdelen av ein laboratorierapport er rekna som ein utfordrande del av rapportskrivinga (Wackerly, 2018, s. 76-77). Gastel og Day (2017, s. 75-76) hevdar at diskusjonen ofte er den vanskelegaste delen av ein vitenskapleg tekst å skriva og trekk fram at utfordringar med å skriva diskusjonen mellom anna er å halda den i passe lengde og å ikkje gjenta resultatdelen. Andre utfordringar som er funne er dei vitenskaplege skrivenormene, språket og å underbyggja påstandar (Wackerly, 2018, s. 76).

Det er mange forventingar til kva diskusjonen i ein laboratorierapport skal innehalda, mellom anna er det ei forventning om at det er ein argumenterande tekst (Mestad et al., 2019, s. 157) kor relevante resultat frå forsøket blir trekt inn. Resultat og observasjonar skal grunngjevast og tolkast i lys av teori og hypotesar (Mestad et al., 2019, s. 137), og ein skal visa samanhengar mellom ulike observasjonar (Gastel & Day, 2017, s. 76). Feilkjelder skal trekkjast fram og det skal visast korleis desse kan ha påverka resultatet (Gastel & Day, 2017, s. 76). Det er også vanleg å diskutera variasjon i resultata og gi ein konklusjon (Mestad et al., 2019, s. 157). For emnet datamaterialet til dette masterprosjektet er henta frå så hadde studentane fått utlevert ei liste med punkt for kva dei ulike delane av rapportane skulle innehalda og vurderingskriterier. Under diskusjonsdelen er det lista fire punkt:

- Her diskuteres de oppnådde resultatene. Start med utbytte for reaksjonen og sammenligning med resten av gruppen. Husk henvisning til tabellene.
- Kommenter IR og NMR analyser samt andre måledata
- Feilkilder skal også diskuteres (ikke tap pga. overføringer)
- Diskusjonen oppsummeres med en kort konklusjon

### 2.5.1 Argumentasjon

Naturvitenskap blir ofte til gjennom argumentasjon, og argumentasjon er difor eit viktig verktøy i undervisinga for å læra seg naturvitskapelege praksisar (Erduran et al., 2004, s. 917). For at ein tekst skal bli argumenterande må den innehalda argument. Når ein ser på argument i samband med laboratorierapportar så er det forventa at studentane skal argumentera på grunnlag av laboratorieresultata og funna. I organisk syntese vil dette typisk vera påstandar om reine forbindingar eller fullførte reaksjonar kor ein trekk inn resultatverdiar frå ulike analysemetodar og grunngeiv det i strukturelle og funksjonelle eigenskapar, likskapar og ulikskapar i forbindingane. Organiske syntesar er komplekse prosessar og laboratorierapportar for slike øvingar må difor innehalda fleire argument for at diskusjonen skal bli tilstrekkeleg.

Det finst ulike definisjonar av eit argument er og Osborne og Patterson (2011, s. 627-630) hevdar det manglar klarheit i forskjellane mellom argument og forklaring i naturvitenskapen som kan føra til ei forvirring i bruken. Dei skil dei to ved at ei forklaring skal gi meining til eit fenomen gjennom kjente vitskapelege fakta, medan eit argument blir til ved at ein påstand blir grunngeiven gjennom data (Osborne & Patterson, 2011, s. 629-630). Denne definisjonen av eit argument er basert på Toulmin (Toulmin, 2003, s. 89-97) sin definisjon av eit argument og er også den definisjonen som er nytta av Sampson et al. (2011, s. 220-221) i deira studie og som er brukt vidare i denne oppgåva. Toulmin definerer eit argument som ein samanheng mellom ein påstand, data som støtter påstanden, grunngeiving som gir ei kopling mellom påstanden og data, støtte til grunngeivinga og motbevis som stadfestar når påstanden ikkje vil vera gyldig (Erduran et al., 2004, s. 918; Toulmin, 2003, s. 89-97). Det er altså ein forenkla variasjon av denne som er nytta vidare i oppgåva.

Det er dermed forventa å finna argument i diskusjonsdelen til rapportane som inneheld ein påstand, ei grunngeiving av denne og relevante resultatverdiar (eventuelt

manglande resultatverdiar vist til gjennom forventa litteraturverdi). Sampson et al. (2011, s. 224-225) peikar i sin studie på at elevar finn det utfordrande å finna relevante resultatverdiar å danna argument ut i frå og ofte nyttar irrelevante resultatverdiar. Dei peikar vidare på at elevar ofte klarar å laga ikkje-vitskaplege argument, men manglar forståing for normene kring vitskaplege argument (Sampson et al., 2011, s. 224-225).

### 2.5.2 Erfaringar med vitskapleg argumentasjon frå skulen

Mestad et al. (2019, s. 137-138) trekk fram at forskning i skulen viser at elevars tolkingar og forklaringar av observasjonar frå forsøk er lite vektlagt. Dei trekk også fram at elevar ofte ikkje er vandt til å argumentera for sine tolkingar, men å attgje relevant teori (Mestad et al., 2019, s. 157). Deira hypotese er at det er mogleg lærarar antar observasjonane som er gjort i forsøka stadfestar den allereie gjennomgånne teorien og det dermed ikkje er naudsynt å setja ord på observasjonane (Mestad et al., 2019, s. 138-139). Sampson et al. (2011, s. 218) trekk også fram at elevar i skulen har lite erfaring med vitskapleg argumentering fordi det ofte er utelate i klasseromsundervisninga og dei treng trening for å læra seg korleis normene i den naturvitskaplege argumenteringa skil seg frå argumentering i andre fag. Ut frå dette kan det tenkjast at nye studentar har avgrensa erfaringar kring å nytta resultatverdiar frå øvingar inn i ein argumenterande diskusjon.

Sampson et al. (2011) tar i sin studie opp problemet med manglande argumentering hos elevar og har undersøkt korleis eit opplegg omtala som «argument-driven inquiry» (norsk: argument driven undersøking) påverkar elevar i tiande klasse sin argumentasjon. I studien introduserer dei sju trinn for å oppnå betre argumentasjon. I det fyrste trinnet introduserer læraren hovudtemaa som skal undersøkast i øvinga og elevane får utlevert eit ark som introduserer øvinga, forskingsspørsmålet som skal svarast på og eit problem dei skal løysa eller ei oppgåve som skal løysast. Vidare i trinn to blir øvinga utført i små grupper og elevane samlar inn data. I det tredje trinnet skal elevane i grupper bruka data dei har fått til å laga argument. Desse argumenta blir så i det fjerde trinnet delt med dei andre gruppene. I det femte trinnet skriv elevane individuelle rapportar før dei er vurdert av andre medstudentar anonymt i det sjette trinnet. I det siste trinnet får elevane rapportane tilbake med kvarandrevurderinga på og får moglegheit til å endra dei. Resultatet av studien deira tydar på at eit slikt opplegg

er med på å betra elevar sine argument og auka kvaliteten av resultatverdiane dei vel ut som grunngeving av påstandane (Sampson et al., 2011, s. 243). Dette viser viktigheita av å inkludera forventningar til argumentasjon og kva eit vitenskapleg argument består av i undervisinga kring laboratorierapportar.

Refleksjon er viktig for læringsutbyttet av praktisk arbeid (Hoel, 2008, s. 118; Knain, 2008, s. 218). I rapportskrivinga kan studentar få denne refleksjonen gjennom å prøva å setja ord på observasjonane, vurdere dei opp mot teorien knytt til forsøket og samanlikna ulike observasjonar (Mestad et al., 2019, s. 139). Det er dette studentane gjer når dei skriv ein argumenterende diskusjon i laboratorierapportane.

### 3. Metode

I denne delen av oppgåva skal eg gjera greie for forskingsdesignet til prosjektet, datamaterialet som er nytta og korleis dette er samla inn og analysert. Eg vil også gi tre dømer på korleis datamaterialet er plassert i analysesystemet. Til slutt tar eg for meg ulike kvalitetsaspekt ved prosjektet.

#### 3.1 Forskingsdesign

Når ein utfører eit forskingsprosjekt er det mange val ein må ta frå start til slutt når det kjem til korleis ein skal utføra prosjektet. Kva datamateriale treng ein? Korleis skal ein samla dette inn? Korleis skal ein analysera datamaterialet? Dette er alle dømer på nokre av spørsmåla ein må stilla seg sjølv, og som til slutt dannar det ein kallar forskingsdesign.

Det finst i hovudsak to typar forskingsdesign, kvalitativ og kvantitativ metode. I kvalitative studie går forskaren i djupna på datamaterialet for å prøva å forstå menneske og deira handlingar i ein verkeleg situasjon (Hoy & Adams, 2016, s. 1; Nilssen, 2012, s. 13). Kvalitative studie kjenneteiknast vidare ved at forskaren går i djupna på eit avgrensa område, det er få einingar som blir studert (Nilssen, 2012, s. 13). Det kan til dømes vera studie som ynskjer innsikt i menneske sine tankar, opplevingar eller kunnskap (Nilssen, 2012, s. 21). Datamaterialet føreligg ofte i form av tekst som er henta inn på ulike måtar, mellom anna kan den vera henta inn via trykte tekstar (bøker, artiklar, loggar m.m.), spørjeundersøkingar, intervju og observasjon (Hsieh & Shannon, 2005, s. 1278; Nilssen, 2012, s. 14). Analysen av datamaterialet i kvalitative studie går ofte føre seg ved å koda og systematisera materialet (Nilssen, 2012, s. 78), men det finst ingen faste reglar for korleis analysen skal utførast (Nilssen, 2012, s. 15).

På den andre sida har ein kvantitative studie som er ein vitenskapleg undersøking gjennomført ved eksperiment og andre systematiske metodar som vektlegg kontroll og målbare einingar (Hoy & Adams, 2016, s. 1). Det kvantitative datamaterialet består av einingar i form av tal eller mengder som er analyserte ved hjelp av statistiske metodar (Hoy & Adams, 2016, s. 1). Metoden er ofte ute etter å testa ein hypotese og laga modellar og teoriar som forklare årsakssamanhengar (Hoy & Adams, 2016, s. 1). Sjølv om forskingsdesign gjerna byggjer på ein av dei to metodane, finst det også forskings-

design som nyttar seg av ein blanding av kvalitativ og kvantitativ metode, ofte omtala som blanda metode.

Dette masterprosjektet har trekk frå både kvalitativ og kvantitativ metode, men lenar seg mest mot den kvalitative metoden og det Nilssen (2012, s. 24) omtalar som tekststudie. Årsaker til dette er mellom anna at datamaterialet består av ein mengde studentskrivne laborierrapportar og det er eit relativt lågt tal rapportar som er del av analysen. Dermed har ein eit tekstbasert datamateriale med få einingar, to av kjenne-teikna på kvalitativ metode. I tillegg er det kvalitetsteikn i dei utvalde rapportane som er studert, altså ein går i djupna på datamaterialet. Trekk prosjektet har frå kvantitativ metode er at den omtalar ei nivåfordeling og mengder rapportar på dei ulike nivå, samt eit gjennomsnitt.

### 3.2 Datamaterialet

Datamaterialet består av individuelle laborierrapportar skrivne av 40 studentar i eit innføringsemne i organisk kjemi ved eit norsk universitet. Kvar student har over eitt semester levert inn individuelle rapportar frå fira ulike øvingar. Dei to siste øvingane er levert i ein samla rapport då desse er knytt tett saman. For nokre av studentane er det også levert inn retta versjonar dersom den fyrste rapporten vart underkjent. Datamaterialet består difor av totalt 136 individuelle rapportar. Av desse er eit utval med i prosjektet og det er berre diskusjonsdelen av rapportane som er studerte, dei er ikkje studert i ein heilheit. Dette kjem eg nærare inn på seinare.

Deltaking i prosjektet var frivillig og det var totalt 57 studentar som tok emnet det året rapportane er samla inn. Datamaterialet består dermed av rapportane til 70 % av studentane som tok emnet dette året. For å bevare studentane sin anonymitet er all personinformasjon fjerna frå rapportane og studentane har fått eit tresifra nummer som koplar rapportane frå dei ulike øvingane saman slik at det er mogleg å følgja utviklinga til studentane. Vidare vil eg referera til desse nummera som rapportnummer. Eg har sjølv berre kjennskap til rapportnummera og ikkje studentane sine namn. Utdrag og dømer som blir trekk fram vidare i oppgåva er referert til med rapportnummer. Studentane har også gitt skriftleg samtykke til min rettleiar for at rapportane kan nyttast til forskning. Dersom ein student skulle ynskja å trekkja samtykket så vil materialet tilknytt den studenten bli fjerna frå prosjektet.



### 3.2.1 Val av datamateriale

Datamaterialet var alt samla inn av min rettleiar då eg starta på mitt masterprosjekt, men eg har sjølv hatt tilgang til alt datamateriale og bestemt utvalet av rapportar som er tatt med i analysen. Eg valde i hovudsak å fokusera på den fyrste øvinga kor studentane leverte inn ein fullstendig individuell rapport og har med alle rapportar frå denne øvinga med unntak av ein. Her var det ikkje skriven noko under diskusjonen, og det var ikkje levert inn ein korrigert versjon, dermed var det heller ikkje relevant å ta rapporten med. Dersom det er levert inn korrigerter versjonar av rapportar, fordi den fyrste var underkjent, så har eg analysert den fyrste versjonen, ikkje dei korrigerter. Her er eitt unntak for ein rapport kor diskusjonen var heilt utelate i fyrste innlevering og den korrigerter versjonen er difor nytta. Det er dermed totalt 39 rapportar med i hovudanalysen, kor 38 av dei er fyrsteverisjonar.

Når det er sagt så har eg ingen garanti for at rapportane er fyrste versjon, men dersom eg har hatt tilgjengeleg fleire versjonar frå same øving med same rapportnummer så er den fyrste innleverte versjonen vald. I utgangspunktet skal studenten ha merka rapporten med versjon X, dersom det er levert inn meir enn ein rapport. Denne vurderinga er også basert på mengda kommentarar frå den som retta rapporten på småting som ville vore lett å retta i ein eventuell korrigert versjon. I tillegg er det svært få kommentarar på korrigerter versjonar samanlikna med fyrsteverisjon der det er fleire versjonar tilgjengeleg.

Bakgrunnen for å ikkje ta med korrigerter rapportar er at eg ynskja at dei analyserte rapportane var ærlege studentprodukt som representerer studenten sitt arbeid og syn på kva som skal med i diskusjonen. Ein korrigert versjon er prega av endringar basert på tilbakemeldingar og kommentarar frå den som retta rapporten for å få rapporten godkjent, og speglar ikkje studenten sitt eige syn på kva som burde vera med.

Øvinga eg har fokusert mest på er fyrste gong studentane skriv individuelle laboratorierapportar i dette emnet. Før dette har dei hatt fem øvingar kor dei har levert inn eit enkelt rapportskjema for fira av øvingane og ein grupperapport med dei same retningslinjene som dei individuelle rapportane for ei av øvingane. Dermed har dei ikkje hatt mykje øving i å skriva rapportar, men dei har fått tilbakemelding på grupperapporten samt at dei før denne hadde eit seminar om rapportskriving.

### 3.2.2 Skriveseminar

Skriveseminaret var eit tiltak gjort av emneansvarlege i håp om at det skulle hjelpe studentane med å skriva betre rapportar ettersom gode laboratorierapportar har vore ei utfordring i emnet. Seminaret blei halde kring seks veker ut i semesteret som ei førebuing til å skriva fullstendige rapportar. Her blei studentane delt inn i fem grupper på 10-15 studentar og kvar gruppa deltok på eit heildagsarrangement. Som førebuing til seminaret fekk studentane i oppgåva å setja seg inn i ein av rapportdelane (innleiing, metode, resultat og diskusjon). Sjølve seminaret bestod av tre delar. Fyrst diskuterte studentane rapportdelen dei hadde undersøkt før seminaret saman med dei andre studentane som også hadde undersøkt denne delen. Vidare var det gjort ei felles gjennomgang i plenum av dei ulike rapportdelane. Studentane blei så delt i grupper med ein student frå kvar rapportdel og kunne skriva rapporten frå førre øving felles med rettleiing av ein assistent i kring tre timar.

### 3.2.3 Utval rapportar til analysen

Hovudutvalet rapportar eg har sett på er ikkje eit tilfeldig utval, men består av alle rapportar frå den fyrste individuelle øvinga noko som tilsvarende rapportar frå 70 % av alle studentane på emnet. Eg valde å berre sjå på ei øving for at analysekriteria skulle vera like for alle einingane i datamaterialet slik at eg kunne samanlikna dei og sjå på trendar på likt grunnlag. Dersom rapportane i hovudanalysen hadde tilhøyrt ulike øvingar ville studentane ha stilt på noko ulikt grunnlag til dømes ved at nokre hadde fått tidelegare tilbakemeldingar å jobba ut frå. I tillegg ville det vore ulike forbindingar som var analyserte og dermed ulike krav til innhald for dei ulike kriteria. Ein kan argumentera for at det hadde helde med eit tilfeldig utval av desse rapportane i staden for å ta med alle 39 noko som gjer at analysen lenar seg litt meir mot kvantitativ metode. Men fordi det berre er ein liten del av kvar rapport som er analysert så utgjer ikkje 39 rapportar ei veldig stor mengde. Valet om å berre sjå på ein del av rapportane blir grunngeve seinare. Dersom ein skulle sett på rapportane i sin heilheit så ville det vore føremålstenleg å sjå på eit mindre utval rapportar og fått eit meir heilskapleg bilete av desse.

Eg har også tatt eit tilfeldig utval rapportar frå den siste individuelle rapporten for å kunne samanlikna resultatata med den fyrste individuelle rapporten og sjå etter utvikling

hos studentane. Som nemnt over så vil ikkje analysen vera av nøyaktig same grunnlag fordi det er ulike forbindingar som analyserast i dei ulike øvingane, men det vil likevel vera mogleg å sjå på ei utvikling. Alle studentane har fått tilbakemeldingar på tidelegare individuelle rapportar, i tillegg til at det er den same gruppa studentar sine fyrste og siste individuelle rapportar som blir samanlikna. Den siste individuelle rapporten er to øvingar som er skriven saman, men grunna den tette samanhengen mellom dei to øvingane og måten rapportane er utforma på så er desse analysert som ein rapport. Det tilfeldige utvalet blei generert via ei nettsida kor det blei trekt ut åtta tilfeldige rapportar. Dette svarar til ca. 20 % av den totale mengda rapportar som var analysert for den fyrste individuelle øvinga og ca. 11 % av mengda studentar som tok emnet. Rapportane i dette utvalet fekk i fyrste individuelle øving poengscore frå 16-26 poeng, kor tre var rangert «under middels» og fem var rangert «middels». Samla hadde dei 1.37 poeng høgare score enn det totale gjennomsnittet for den fyrste individuelle rapporten.

### 3.3 Analysen av datamaterialet

Då eg fekk tilgang til datamaterialet starta eg med å lesa gjennom ei handfull rapportar frå start til slutt for å gi meg eit inntrykk av kva studentane meistra, og kva som verka å vera meir utfordrande. Eg fann fort ut at diskusjonen var den delen av rapporten som skilte seg ut som den mest utfordrande delen for studentane og at eg ynskja å fokusera på den vidare i prosjektet. Dei andre delane var for meg mindre interessante då dei i stor grad går ut på å formidla informasjon studentane alt sit med som faktaopplysingar frå pensum i teoridelen, gjennomgang av forsøket i metoddelen og utforminga av tabellar og figurar i resultatdelen. Det var generelt få utfordringar som stakk seg ut anna enn å læra seg korrekt skrivestil i rapportskrivninga.

Vidare brukte eg dei same rapportane til å prøva å finna fram til ein fornuftig måte å analysera datamaterialet på og var innom mange ulike metodar før eg til slutt hamna på eit nivådelingssystem. Eg kjem tilbake til dei ulike metodane eg prøvde ut og den valde metoden. Det er altså diskusjonsdelen av rapportane som er analysert, men dersom det var ein separat konklusjon med eiga overskrift så er den også tatt med fordi «konklusjon» var lista opp under vurderingskriteria for diskusjonen som studentane var utdelt. Nokre rapportar har difor tatt den med i diskusjonen, medan andre har den utanom som er grunnlaget for at begge er med i min analyse.

I byrjinga prøvde eg å gi meining til datamaterialet gjennom å koda det i Nvivo. Her var eg fyrst innom mange ulike kodingssystem for kva eg fann i rapportane og nivå av relevans. Til dømes om det var opprømsing av datamateriale, omtale av feilkjelde, grunngevingar, tolking eller samanlikning av data. Utfordringa i starten og som gjorde at eg enda opp med å prøva ein annan tilnæringsmetode var at kodinga blei for generell og det var vanskeleg å trekkja ut data som kunne fortelja meg noko om kvaliteten i diskusjonane. Vidare gjekk eg difor over til eit kodingssystem som fokuserte på påstandar og argument med bakgrunn i at ein forventar at diskusjonen skal vera ein argumenterande tekst. Her blei det også utfordrande å trekkja ut data grunna det blei mange kodar og lite oversiktleg. Det siste eg prøvde før eg enda på nivådelings-systemet i tabell 3.1 var ei inndeling etter epistemiske argumentnivå inspirert av Kelly og Takao (2002) sin studie av argumentstrukturen til oseanografistudentar. Dette førte heller ikkje vidare. Hovudutfordringa her var at det var vanskeleg å få til ei tilsvarande deling fordi måten å skriva rapport på i dei to faga var ganske ulike og det ville vore behov for å ta med fleire delar av rapporten enn berre diskusjonen. Fleire av dei utprøvde metodane kunne ført vidare dersom dei hadde blitt vidareutvikla, men eg såg ikkje korleis der og då.

Nivådelingssystemet som er brukt til å gjennomføra analysen er vist i tabell 3.1. Den er eit resultat av dei ulike analyseforsøka som førte fram i varierende grad og består av trekk eg meiner er viktig at er med i ein diskusjon. Kriteria er fordelt på tre ulike nivå (under middels, middels, over middels) etter graden studenten har dei med i rapporten. Systemet består totalt av 12 ulike kriterium kor ni av dei er knytt opp til dei tre analysemetodane som er nytta i øvinga: IR, NMR og TLC. Sjølve analysen og poengfordelinga er gjort i Excel. Kodinga er gjort individuelt for kvar enkelt rapport ut frå nivådelingssystemet. Her er setningar tilhøyrande eitt og eitt kriterium sett på samla og vurdert til eitt av dei tre nivåa for kriteriet.

**Tabell 3.1:** Oversikt over nivådelingssystemet som er nytta til analysen av data-materialet.

<b>Nivå</b>	<b>Under middels (1p)</b>	<b>Middels (2p)</b>	<b>Over middels (3p)</b>
Resultatverdiar, TLC	Studenten trekk ikkje inn resultatverdiar.	Studenten trekk inn ein eller fleire resultatverdiar, men ikkje alle kritiske resultatverdiar.	Studenten trekk inn alle kritiske resultatverdiar.
Argument, TLC	Studenten kjem ikkje med argument kring analysemetoden og omtala resultatverdiar.	Studenten kjem med argument kring analysemetoden og omtala resultatverdiar som anten er feil eller manglar relevant eller kritiske resultatverdiar.  Studenten hamnar også her dersom det berre blir gitt eitt argument, men argumentet er korrekt og brukar kritiske verdiar.	Studenten kjem med minst to relevante og korrekte argument kring analysemetoden og dei omtala resultatverdiane.
Struktur og funksjonelle grupper, TLC	Studenten samanliknar ikkje forbindingane sine strukturar og funksjonelle grupper ved bruk av analysemetoden.	Studenten nemnar nokre likskapar og/eller ulikskapar mellom forbindingane sine strukturar og funksjonelle grupper.	Studenten samanliknar relevante ulikskapar og/eller likskapar mellom forbindingane sine strukturar og funksjonelle grupper ved bruk av analysemetoden og relevante resultatverdiar.
Resultatverdiar, IR	Studenten trekk ikkje inn resultatverdiar.	Studenten trekk inn ein eller fleire resultatverdiar, men ikkje alle kritiske resultatverdiar.	Studenten trekk inn alle kritiske resultatverdiar.

Argument, IR	Studenten kjem ikkje med argument kring analysemetoden og omtala resultatverdiar.	Studenten kjem med argument kring analysemetoden og omtala resultatverdiar som anten er feil eller manglar relevant eller kritiske resultatverdiar.  Studenten hamnar også her dersom det berre blir gitt eitt argument, men argumentet er korrekt og brukar kritiske verdiar.	Studenten kjem med minst to relevante og korrekte argument kring analysemetoden og dei omtala resultatverdiane.
Struktur og funksjonelle grupper, IR	Studenten samanliknar ikkje forbindingane sine strukturar og funksjonelle grupper ved bruk av analysemetoden.	Studenten nemnar nokre likskapar og/eller ulikskapar mellom forbindingane sine strukturar og funksjonelle grupper.	Studenten samanliknar relevante ulikskapar og/eller likskapar mellom forbindingane sine strukturar og funksjonelle grupper ved bruk av analysemetoden og relevante resultatverdiar.
Resultatverdiar, NMR	Studenten trekk ikkje inn resultatverdiar.	Studenten trekk inn ein eller fleire resultatverdiar, men ikkje alle kritiske resultatverdiar.	Studenten trekk inn alle kritiske resultatverdiar.
Argument, NMR	Studenten kjem ikkje med argument kring analysemetoden og nemnte resultatverdiar.	Studenten kjem med argument kring analysemetoden og omtala resultatverdiar som anten er feil eller manglar relevant eller kritiske resultatverdiar.  Studenten hamnar også her dersom det berre blir gitt eitt argument, men argumentet er korrekt og brukar kritiske verdiar.	Studenten kjem med minst to relevante og korrekte argument kring analysemetoden og dei omtala resultatverdiane.

Struktur og funksjonelle grupper, NMR	Studenten samanliknar ikkje forbindingane sine strukturar og funksjonelle grupper ved bruk av analysemetoden.	Studenten nemnar nokre likskapar og/eller ulikskapar mellom forbindingane sine strukturar og funksjonelle grupper.	Studenten samanliknar relevante ulikskapar og/eller likskapar mellom forbindingane sine strukturar og funksjonelle grupper ved bruk av analysemetoden og relevante resultatverdiar.
Nyttar fleire analysemetodar saman for å koma med ein konklusjon	Studenten kjem ikkje med konklusjonar.	Studenten gir ikkje ein konklusjon som er basert på ei samla vurdering av dei ulike analysemetodane, men gir ein eller fleire konklusjonar basert på dei enkelte metodane.	Studenten gir ein konklusjon basert på ei samla vurdering av dei ulike analysemetodane.
Relevante feilkjelde	Studenten trekk ikkje inn feilkjelde, eller trekk berre inn feilkjelde som skuldast menneskeleg feil som ikkje kan unngåast t.d. moglegheit for feil avlesing av vekt.	Studenten trekk inn relevante feilkjelder som kan ha hatt tyding for resultatet som t.d. at ein betydeleg mengde av stoffet vart sølt. Menneskelege feil som ikkje kan unngåast er også nemnt.	Studenten trekk inn relevante feilkjelder som kan ha hatt tyding for resultatet som t.d. at ein betydeleg mengde av stoffet vart sølt. Menneskelege feil som ikkje kan unngåast er ikkje nemnt.
Grunngjeving av feilkjelde	Studenten kjem ikkje med grunngjevingar av feilkjeldene, dei er berre nemnt.	Studenten gir ukorrekte grunngjevingar, grunngjevingar som skuldast menneskelege feil, eller grunngjevingar som ikkje viser til data der det er relevant som t.d. ved vatn i produkt bør det visast til relevante resultatverdiar i IR-spekteret.	Studenten kjem med korrekte grunngjevingar kring dei nemnte feilkjeldene og trekk inn resultatverdiar der det er relevant. T.d. ved å visa til resultatverdiar for funn av vatn i IR-spekter.

### 3.3.1 Kritiske verdier

Ein del av kriteria omtalar kritiske resultatverdier. Dette viser til dei resultatverdiane som kan bidra til å skilja forbindingane frå kvarandre. Altså dersom to forbindingar er like med unntak av ei funksjonell gruppa, R-X går til R-Y, så er det resultatverdiane tilhøyrande X og Y som er interessante for å skilja dei frå kvarandre og dermed er kritiske. Er R ein benzenring vil resultatverdier for denne vera ganske lik i analysen av R-X og R-Y. Desse resultatverdiane er dermed ikkje relevant for å skilja forbindingane frå kvarandre og er rekna som ikkje-kritiske verdier.

Andre kritiske verdier vil vera tal flekkar per prøve i TLC-analysen og tal toppar i NMR-analysen. I TLC-analysen vil desse flekkane indikera om prøven er rein eller om den inneheld forureiningar. Tal toppar i NMR-analysen fortel studentane om det er påvist forventa tal hydrogen- og karbonatom i forbindingane.

### 3.3.2 Svakheiter med nivådelingssystemet

Ei svakheit med nivådelingssystemet er kriteria som omhandlar resultatverdier for dei tre analysemetodane. Her vil ein student som ramsar opp alle resultatverdier for den gitte metoden få tre poeng på kriteriet, sjølv om fleire av verdiane er irrelevante, som til dømes å nemna resultatverdier for IR-spekteret som vil vera likt for alle dei tre forbindingane grunna mykje av strukturane er like. På den andre sida vil ein student som berre nemnar ein resultatverdi få to poeng, sjølv om det ikkje er ein kritisk verdi. Det er ikkje gitt poeng for setningar som «det blei observert toppar for OH og CO grupper» eller «forventa toppar for dei funksjonelle gruppene blei observert» fordi desse ikkje viser til spesifikke resultatverdier, men er generelle og det er dermed uklart om studenten veit kva toppar som høyrer til dei ulike funksjonelle gruppene. Det er heller ikkje gitt poeng for tilvising til tabellar. Derimot er det gitt poeng dersom studenten nemnar tal toppar i NMR-spekteret eller om signala er singlet, dublett eller triplett, samt for tal flekkar på TLC-analysen.

Det er altså ikkje tatt omsyn til om studenten viser forståing for kva som er dei viktige resultatverdiane å ta med vidare og om hen bruker dei vidare i diskusjonen, eller om studenten berre ramsar opp resultatverdier. Bakgrunnen for dette er å minimera sannsynet for ei vurdering basert på skjøn og for å få ein mest mogleg konsekvent poengutdeling. Men dette gjer også at studentar som eigentleg ikkje forstår kva som



er dei viktige verdiane å ta med seg vidare frå spektera får full uttelling på resultatverdier fordi dei nemnar alle. Skulle ein gjort dette på ein annan måte så kunne eit krav til å få tre poeng vera å bruka dei nemnte resultatverdiane vidare i større grad enn å kopla dei saman med ei funksjonell gruppa. Dermed ville ein student som nemnar alle resultatverdier, men berre brukar nokre av dei vidare, ikkje få full score slik som den får her. Tilsvarande kunne kravet for to poeng vore å bruka eit gitt minste tal verdier vidare.

### 3.4 Tre dømer frå datamaterialet på plassering i analysesystemet

#### Utdrag frå TLC, rapportnummer 422:

*I TLC-analysen (figur 2) kan man se at forbindelse (1) og reaksjonsblandingen (RB) har omtrent samme veilengde. Dette tyder på at forbindelsene er omtrent like polare. Vi ser også at mellomproduktet (2) er mer polart enn de to andre forbindelsene ettersom den har kortere veilengde som vil si at forbindelsen har større interaksjon med den stasjonære fasen. Om man sammenligner mellomproduktet og reaksjonsblandingen ser man at det er en betydelig differanse i  $R_f$  – verdiene, noe som kan tyde på at man ikke har rester av mellomproduktet i reaksjonsblandingen.*

I utdraget over omtalar studenten ulike korrekte forhold ved TLC-analysen, men grunngjev det ikkje i resultatverdiane. Studenten får likevel to poeng for kriteriet for resultatverdier fordi hen omtalar at det er ein tydeleg differanse i  $R_f$ -verdier. For å fått tre poeng på her måtte studenten ha nemnt dei spesifikke  $R_f$ -verdiane samt omtala at det var reine flekkar/berre ein flekk per avsett prøve. Studenten får også to poeng på kriteriet om argument fordi den kjem med argument utan å bruka resultatverdier noko som er eit krav for eit fullverdig argument. I tillegg til å bruka resultatverdier burde også studenten gitt eit argument kring polaritet og kva som skil dei ulike forbindingane her for å nå opp til tre poeng. Dette kjem også inn på det siste kriteriet for TLC, *struktur og funksjonelle grupper*. Her får studenten eitt poeng. Studenten nemnar at forbindingane har ulik polaritet, men nemnar ingenting om strukturar eller funksjonelle grupper. For å få to poeng måtte studenten oppgje ulikskapar eller likskapar, og for å få tre poeng så må hen grunngje dette ved å omtala polaritet.

Utdrag frå IR, rapportnummer 414:

*IR-spektrene av mellomproduktet (2) og metyl diantilis (3) viser at vi ikke har noe igjen av etylvanilin (1). Dette kan observeres ved at C = O strekket for aldehyd, hvor den teoretiske verdien er 1740 – 1720 (Tabell 10), ikke er til stede for mellomproduktet (2) og metyl diantilis (3). For C – H strekket for aldehydet, hvor den teoretiske verdien er 2900 – 2800 (Tabell 10), har vi et strekke som ligger på 2898 for begge forbindelsene. Dette strekket kan også være C – H strekket for alkaner siden strekket er innenfor den teoretiske verdien, som ligger mellom, 2990 – 2850 (Tabell 10). Mellomproduktet (2) og metyl diantilis (3) har de samme funksjonelle gruppene og vi kan dermed se at strekkene for de ulike gruppene er tilnærmet lik. Den eneste forskjellen mellom forbindelsene er at O – H strekket til metyl diantilis (3) er bredere enn mellomproduktet (2) som kan tyde på at det er vann i sluttproduktet (3).*

Studenten startar avsnittet om IR med å gi eit godt argument på korleis hen kan sjå ut frå IR-spekteret at det ikkje er noko igjen av startmaterialet. Studenten inkluderer også litteraturverdi for kor ein eventuelt ville sett aldehydstrekket. Vidare gir studenten nokre resultatverdiar. Til slutt viser studenten til nokre forskjellar og likskapar ved strukturane, men utan å visa til resultatverdiane for dei funksjonelle gruppene i IR-spekteret. Totalt sett gir dette studenten to poeng på kvart av dei tre IR-kriteria, men studenten er svært nære tre poeng. Studenten nemnar ein del resultatverdiar, men manglar verdiar for eter og alkohol som er dei funksjonelle gruppene i mellom- og sluttproduktet. Desse ville også gitt studenten tre poeng på struktur og funksjonelle grupper. Studenten gir eitt godt argument i starten, men manglar resultatverdiar i seinare argument, og treng minimum to argument for å få tre poeng.

### Utdrag frå feilkjelde, rapportnummer 124:

*Under analyseringen av TLC-platen, så kan det sees på Prøve 2, altså prøven med 3-etoksy-4-hydroksybenzylalkohol, at prøven har forflyttet seg til to forskjellige avstander som ga to Rf verdier, hvor den ene Rf verdien var lik etyl vanillin. Dette viser at det var noe av startprøven igjen produktet, noe som også kan gjenspeiles i IR-spekteret hvor man ser indikasjoner på en aldehyd-dublett rundt 2800-2700cm<sup>-1</sup>.*

Denne studenten har fått tre poeng på begge kriterier for feilkjelde. Studenten nemnar ein relevant feilkjelde som har stor tyding for resultatet i tillegg til å grunngje det ved å visa til relevante resultatverdier som stadfestar at det er meir igjen av startforbindinga.

### 3.5 Kvalitet i forskingsprosjekt

Det er viktig å sikra god kvalitet i eit forskingsprosjekt og det er mange faktorar som er med på å bestemma kvaliteten. Når ein snakkar om kvalitet i forskning snakkar ein ofte om pålitelegheit, gyldigheit og generalisering av funna. Desse tre kvalitetsaspekta er ofte knytt til kvantitativ forskning, men det er også andre ting som påverkar kvaliteten som subjektiviteten og refleksiviteten til forskaren.

#### 3.5.1 Subjektivitet og refleksivitet

Ein kvalitativ studie kan aldri bli objektiv eller fri for verdier, men er farga av kunnskapen, bakgrunnen og erfaringane forskaren tar med seg inn i studien (Cohen et al., 2011, s. 180-181; Nilssen, 2012, s. 26). I dette prosjektet tar eg, som forskaren, mellom anna med meg egne erfaringar og opplevingar frå laboratoriekurs og rapport-skriving gjennom mi eiga studietid inn i forskingsprosessen. Denne forforståinga er naudsynt for å ha nokre idear om kva retning ein ynskjer prosjektet skal ta, men den kan også senda forskaren i feil retning når ting ikkje stemmer med forforståinga (Nilssen, 2012, s. 68). Det er dermed viktig å vera klar over kva ein tar med seg inn og å vera førebudd på at ein kan møta på noko som er i strid med forforståinga slik at ein kan tilpassa seg på ein god måte (Nilssen, 2012, s. 69). Denne subjektiviteten er ikkje

noko som kan unngåast, difor er det viktig at forskaren held seg refleksivt til den (Nilssen, 2012, s. 139-140).

Sjølv om kvalitativ forskning er verdilada så vil det vera variasjonar i forskaren sin subjektivitet og påverknad. Ved bruk av metodar kor forskaren er til stade i sjølv forskingssituasjonen for å innhenta datamateriale, til dømes ved observasjon og intervjustudie, vil forskaren kunna påverka forskingssituasjonen og deltakarane vil kunna påverka forskaren (Nilssen, 2012, s. 31). Ved å vera til stades i situasjonen kan forskaren mellom anna respondera på det som skjer og stilla oppklarande spørsmål slik at datamaterialet blir mest mogleg meiningsfylt, men forskaren sitt nærvær og relasjon til deltakarane påverkar også kva informasjon forskaren får frå deltakarane (Nilssen, 2012, s. 29-31). Sidan dette prosjektet er ein tekststudie har eg ikkje vore til stades i forskingssituasjonen og har dermed ikkje hatt moglegheita for denne påverknaden. Dermed er det i hovudsak mine tidelegare erfaringar kring laboratoriearbeid og rapportskriving som påverkar prosjektet.

### 3.5.2 Gyldigheit

Gyldigheit er ein viktig faktor i alle typar forskning (Cohen et al., 2011, s. 179) og fortel i kva grad ein kan trekkja gyldige slutningar ut frå resultata i studien (Hoy & Adams, 2016, s. 113). I kvalitativ forskning kjem gyldigheit mellom anna til uttrykk gjennom openheit kring prosessen og truverdigheit kring at bilete som forskaren framstiller av forskingsprosessen er det korrekte og ikkje gir feilaktig informasjon (Cohen et al., 2011, s. 181-182; Nilssen, 2012, s. 141). Medan gyldigheit kjem til uttrykk i kvantitativ forskning gjennom objektivitet, kontrollerbarheit, generalisering og moglegheita til etterprøving av forskinga (Cohen et al., 2011, s. 182). Fordi kvalitativ forskning ofte ikkje er ute etter å generalisera resultata, men representera situasjonen som er forska på, på best mogleg vis, så er det den indre gyldigheita som er viktigast her, medan både ytre og indre gyldigheit er viktig for kvantitativ forskning (Cohen et al., 2011, s. 181). Difor er det ikkje eit problem i kvalitativ forskning at datamaterialet ikkje er eit resultat av tilfeldig utval eller at forskinga kan gjentakast nøyaktig (Cohen et al., 2011, s. 181).

### 3.5.3 Generalisering

Når ein generaliserer så lar ein funna frå ein studie gjelda fleire einingar enn utvalet som er med i studien (Firestone, 1993, s. 16; Polit & Beck, 2010, s. 1451). Generalisering er rekna som eit kvalitetskriterium innan kvantitativ forskning (Polit & Beck, 2010, s. 1451) og er som nemnt over med på å styrka gyldigheita til forskinga. For kvalitativ forskning har generalisering blitt sett på som utfordrande fordi ein må generalisera for situasjonar ein ikkje har studert (Firestone, 1993, s. 16; Polit & Beck, 2010, s. 1452). Firestone (1993, s. 16) trekk fram tre måtar å generalisera på: ekstrapolering frå eit utval til ein populasjon, analytisk generalisering til ein teori og overføring mellom ein studie til ein annan (case-til-case). Ved den fyrste metoden finn forskaren ei interessant gruppe hen ynskjer å studera og trekk eit tilfeldig utval frå gruppa som blir studert, for så å ekstrapolera resultata til å gjelda heile gruppa (Firestone, 1993, s. 16; Polit & Beck, 2010, s. 1452). I den andre metoden, analytisk generalisering til ein teori, brukast ein teori til å danna føreseiingar for så å bekrefte desse (Firestone, 1993, s. 17). I følgje Polit og Beck (2010, s. 1453) så prøver ein her å generalisera frå detaljar til vidare teoriar. Den siste måten å generalisera på (som er nemnt her), case-til-case, går ut på at lesaren av ein studie kan vurdere å overføra metodar til ei anna utvalsgruppa (Firestone, 1993, s. 17; Polit & Beck, 2010, s. 1453).

### 3.5.4 Pålitelegheit

Pålitelegheit omhandlar stabiliteten i målingar og respondentar over tid (Cohen et al., 2011, s. 199) og er naudsynt for å kunna trekkja gyldige slutningar (Cohen et al., 2011, s. 179). Ein del av pålitelegheita til kvantitative studie er at dei kan gjerast på nytt med dei same metodane og dei same prøvane for å få dei same resultata, noko som gjerna ikkje er mogleg for kvalitative studie (Cohen et al., 2011, s. 201-202). I kvalitative studie kor til dømes observasjon er nytta som metode for innsamlinga av datamateriale vil mellom anna pålitelegheita avhenga av om dei same observasjonane ville blitt gjort: ved eit anna tidspunkt, dersom oppmerksemda til observatøren var retta mot noko anna eller om det var ein annan observatør med same bakgrunn (Cohen et al., 2011, s. 202).

### 3.5.5 Kvalitetstrekk i masterprosjektet

I dette prosjektet har eg berre sett på rapportar frå eitt emne, frå eitt norsk universitet, utan eit tilfeldig utval. Det blir dermed vanskeleg å generalisera slik at resultatata frå prosjektet gjeld studentar generelt, men funna vil vera gyldige for gruppa studentar som er studert. Fordi dei analyserte rapportane representerer kring 70 % av studentane som tok emnet kan det tenkjast at resultatata også er gyldige for dei resterande 30 % av studentane som tok emnet. Det kan antakast at dersom rapportane frå alle som tok emnet var undersøkt så er det eit større sannsyn for at det ville hatt eit negativt enn eit positivt utslag på resultatata. Dette fordi det var frivillig å delta og det kan tenkjast at studentar som ser på seg sjølv som lågt presterande vel å ikkje delta framfor studentar som har ei meining om at dei presterer godt.

Det er også gjennom samtalar med emneansvarlege stadfesta at resultatata er ganske lik tidelegare studentgrupper i emnet. Ved andre universitet kan det føreliggja andre praksisar slik at gruppene vil ha ulike føresetnadar i studien til dømes ulike instruksar og informasjon kring rapportskirving og innhald. Men ein kan generalisera gjennom overføring til ei annan gruppe, case-til-case. Det blir i så tilfelle opp til lesaren og vurderer om funna her også gjeld andre utval.

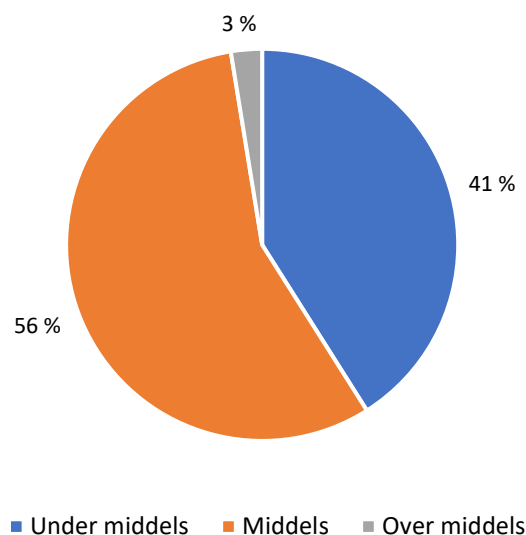
Pålitelegheita i prosjektet er basert på stabiliteten i mine vurderingar av rapportane og utdeling av poeng for dei ulike kriteriata. Det vil her vera moglegheit både for tilfeldige feil og systematiske feil. Tilfeldige feil, er feil som ved gjentatte vurderingar vil variera, medan systematiske feil skapar ei skeivfordeling med ein tendens til for høge eller låge verdiar (Svartdal, 2020). I prosjektet er feila prøvd unngått med tydelege krav til dei ulike kriteriata, konsekvens i vurderinga av rapportane og at alt datamaterialet er gjennomgått fleire gongar.

## 4. Resultat

I dette kapitlet skal eg presentera resultata frå analysen. Det vil bli presentert korleis poengsummen til rapportane fordelar seg utover dei ulike kriteria i tabell 3.1. Eg kjem fyrst til å sjå på alle dei analyserte rapportane samla, før eg går vidare inn på rapportane fordelt på dei ulike nivåa. Til slutt vil eg sjå på eit tilfeldig utval av rapportar frå den siste individuelle rapporten for å sjå om det har vore ei utvikling hos studentane frå fyrste til siste individuelle rapport.

### 4.1 Totalvurdering

Den totale nivåfordelinga av dei analyserte rapportane er vist i figur 4.1. Som ein ser av figuren er det berre ein rapport som fell inn under nivået «over middels». 22 av rapportane får vurderinga «middels», noko som er litt over halvparten av rapportane (56 %), medan dei resterande 16 rapportane (41 %) er vurdert til «under middels». Vidare i dette kapitlet skal eg ta for meg korleis poengsummen til rapportane fordelar seg utover dei ulike kriteria i tabell 3.1. Eg kjem fyrst til å sjå på rapportane samla, før eg går vidare inn på rapportane fordelt på dei ulike nivåa.



**Fig. 4.1:** Total nivåfordeling av analyserte rapportar.

Ei samla vurdering av dei analyserte rapportane er gitt i tabell 4.1. Tabellen viser kor mange rapportar som har fått eitt, to eller tre poeng per kriterium, i tillegg til ein samla totalsum per kriterium og gjennomsnittet til dei ulike kriteria.

**Tabell 4.1:** Total poengfordeling, alle analyserte rapportar.

Kriterium	Tal rapportar per poengscore			Total poengsum per kriterium	Gjennomsnitt poengsum
	1	2	3		
<b>Resultatverdiar, TLC</b>	9	20	10	79	2.03
<b>Argument, TLC</b>	15	19	5	68	1.74
<b>Struktur og funksjonelle grupper, TLC</b>	33	2	4	49	1.26
<b>Resultatverdiar, IR</b>	12	24	3	69	1.77
<b>Argument, IR</b>	17	21	1	62	1.59
<b>Struktur og funksjonelle grupper, IR</b>	21	16	2	59	1.51
<b>Resultatverdiar, NMR</b>	28	7	4	54	1.38
<b>Argument, NMR</b>	30	8	1	49	1.26
<b>Struktur og funksjonelle grupper, NMR</b>	28	8	3	53	1.36
<b>Fleire analysemetodar i konklusjon</b>	27	9	3	54	1.38
<b>Relevante feilkjelde</b>	9	16	14	83	2.13
<b>Grunngjeving, feilkjelde</b>	14	12	13	77	1.97
<b>Totalt:</b>	243	162	63	-	19.38*

\*Gjennomsnittet av den totale poengsummen til rapportane.

Når ein ser på den samla vurderinga av dei analyserte rapportane så er det nokre kriterium som skil seg litt ut frå dei andre. Ein ser mellom anna av tabell 4.1 at dei tre kriteria studentane samla scorar høgast på er *relevante feilkjelde* (83 poeng), *resultatverdiar TLC* (79 poeng) og *grunngjeving av feilkjelde* (77 poeng). Kriteria med den lågast totale poengsummen er *struktur og funksjonelle grupper, TLC* og *argument NMR*. Her har høvesvis 33 og 30 av 39 studentar fått vurderinga eitt poeng. Vidare er det generelt låg total poengsum på kriteria som omhandlar NMR og det er berre ein student som får tre poeng på kriteriet *argument NMR*. Andre kriterium kor det er få studentar som får tre poeng er *argument IR* kor det er ein student som får tre poeng, samt *struktur og funksjonelle grupper IR* kor det er to studentar som får tre poeng. Ulikheita mellom kriteria for IR og NMR i poengfordelinga ligg i hovudsak på at fleire



studentar oppnår to poeng på kriteria for IR enn for NMR, kor svært mange får eitt poeng.

Dersom ein ser på figur 4.1 og tabell 4.1 samla så ser ein at sjølv om figur 4.1 viser at over halvparten av rapportane er vurdert til middels eller høgare, så viser tabell 4.1 at rapportane scorar i den nedre halvdel av nivået «middels». Gjennomsnittet til den totale poengsummen til rapportane er 19.38 poeng, og nivået «middels» strekk seg frå 18-29 poeng. Dette ser ein også igjen i tabellen ved at ei overvekt av rapportane er vurdert til eitt poeng på dei ulike kriteria. Totalt er det delt ut eitt poeng i 243 tilfelle, to poeng i 162 tilfelle og tre poeng i 63 tilfelle.

#### 4.2 Rapportar med vurderinga «under middels»

16 av dei analyserte rapportane enda opp med vurderinga «under middels». I denne delen skal eg sjå nærmare på rapportane som har fått vurderinga «under middels» og trendar blant dei. Tabell 4.2 gir ei tilsvarande oppsummering som tabell 4.1 gav, men for dei aktuelle rapportane.

**Tabell 4.2:** Total poengfordeling for rapportar som er vurdert til «under middels».

Kriterium	Tal rapportar per poengscore			Total poengsum per kriterium	Gjennomsnitt poengsum
	1	2	3		
Resultatverdiar, TLC	7	9	0	25	1.56
Argument, TLC	11	5	0	21	1.31
Struktur og funksjonelle grupper, TLC	16	0	0	16	1.00
Resultatverdiar, IR	11	5	0	21	1.31
Argument, IR	12	4	0	20	1.25
Struktur og funksjonelle grupper, IR	14	2	0	18	1.13
Resultatverdiar, NMR	14	2	0	18	1.13
Argument, NMR	16	0	0	16	1.00
Struktur og funksjonelle grupper, NMR	15	1	0	17	1.06
Fleire analysemetodar i konklusjon	15	1	0	17	1.06
Relevante feilkjelde	5	8	3	30	1.88
Grunngjeving, feilkjelde	8	7	1	25	1.56
<b>Totalt:</b>	144	44	4	-	15,25*

\*Gjennomsnittet av den totale poengsummen til rapportane.

Det er forventa at rapportane med vurderinga «under middels» i liten grad skal nå opp til tre poeng på dei ulike kriteria, samt at dei i nokon grad får to poeng. Studerer ein tabell 4.2 så ser ein at det som forventa er svært få av desse rapportane som har fått tre poeng på vurderingskriteria. Det er nokre få unntak for kriteria som omhandlar feilkjelde. Kriteria for feilkjelde er også, saman med *resultatverdiar TLC*, dei kriteria kor flest rapportar på dette nivået har fått to poeng.

Det er fleire kriterium kor studentane på dette nivået scorar lågt, og mange av eitt poenga er delt ut fordi analysemetodane eller kriteria ikkje er omtala. Det er ingen studentar som har fått to poeng for kriteria *struktur og funksjonelle grupper TLC*, og *argument NMR*. Vidare er det også berre ein eller to studentar som får to poeng på kriteria *struktur og funksjonelle grupper IR*, *resultatverdiar NMR*, *struktur og funksjonelle grupper NMR*, samt *fleire analysemetodar i konklusjonen*.

Totalt er det på nivået «under middels» delt ut eitt poeng i 144 tilfelle, to poeng i 44 tilfelle og tre poeng i fira tilfelle. Dette gir rapportane ei gjennomsnittleg vurdering på 15.25 poeng, noko som er i den øvre delen av poengskalaen for «under middels» som strekk seg frå 12-17 poeng.

#### 4.3 Rapportar med vurderinga «middels»

Over halvparten av dei analyserte rapportane fekk vurderinga «middels», og eg skal i denne delen sjå på poengfordeling blant desse. Tabell 4.3 gir ei oppsummering av poengfordelinga tilsvarende tabell 4.1 for totalvurderinga og tabell 4.2 for rapportane «under middels».

**Tabell 4.3:** Total poengfordeling for rapportar som er vurdert til «middels».

Kriterium	Tal rapportar per poengscore			Total poengsum per kriterium	Gjennomsnitt poengsum
	1	2	3		
<b>Resultatverdiar, TLC</b>	2	11	9	51	2.32
<b>Argument, TLC</b>	4	14	4	44	2.00
<b>Struktur og funksjonelle grupper, TLC</b>	17	2	3	30	1.36
<b>Resultatverdiar, IR</b>	1	18	3	46	2.09
<b>Argument, IR</b>	5	16	1	40	1.82
<b>Struktur og funksjonelle grupper, IR</b>	7	13	2	39	1.77
<b>Resultatverdiar, NMR</b>	14	5	3	33	1.50
<b>Argument, NMR</b>	14	7	1	31	1.41
<b>Struktur og funksjonelle grupper, NMR</b>	13	7	2	33	1.50
<b>Fleire analysemetodar i konklusjon</b>	12	8	2	34	1.55
<b>Relevante feilkjelde</b>	4	7	11	51	2.32
<b>Grunngjeving, feilkjelde</b>	6	5	11	49	2.23
<b>Totalt:</b>	99	113	52	-	21.86*

\*Gjennomsnittet av den totale poengsummen til rapportane.

Frå tabell 4.3 ser ein at kriteria kor det er gitt ut flest tre poeng på «middels» nivå, og som også får dei høgaste totale poengsummane er: *relevante feilkjelde*, *grunngjeving av feilkjelde* og *resultatverdiar for TLC*. I tillegg er det berre ein rapport som får eitt poeng på *resultatverdiar IR*, her ligg dei fleste på to poeng, med tre rapportar som får tre poeng. Kriteriet flest rapportar her får eitt poeng på er *struktur og funksjonelle grupper TLC*. Her får 17 av 22 studentar eitt poeng. I tillegg skil kriteria som omhandlar NMR og kriteriet om *fleire analysemetodar i konklusjonen* seg ut som kriterium kor studentane scorar lågt, og det er få rapportar som får to eller tre poeng.

Ser ein på ei samla vurdering av kriteria for dei ulike analysemetodane (*resultatverdiar*, *argument*, og *struktur og funksjonelle grupper*) så scorar studentane totalt sett likt på TLC og IR, medan den totale poengsummen for NMR er eitt stykke under. For IR ligg dei fleste rapportane stabilt på to poeng, medan det er større variasjon for TLC kor ein både har fleire tilfelle med eitt poeng og tre poeng. For NMR scorar over halvparten av studentane eitt poeng på dei ulike kriteria.

Totalt får rapportane på dette nivået ein gjennomsnittleg poengsum på 21.86 poeng, noko som er i den nedre halvdel av poengskalaen for nivået «middels» som strekk

seg frå 18-29 poeng. Rapportane på nivået har ei overvekt av tilfelle kor det er delt ut to poeng, 113 tilfelle, mot 99 tilfelle av eitt poeng og 52 tilfelle av tre poeng. Den store mengda tilfelle kor det er delt ut eitt poeng er grunnen til det låge gjennomsnittet til poengsummen på nivået.

#### 4.4 Topp tre rapportar

Sidan det berre er ein rapport som fell inn under nivået «over middels» har eg valt å heller sjå på dei tre rapportane med høgast total poengsum. Dei to rapportane som ligg nærast nivået «over middels» har begge ein poengsum på 28 poeng og manglar difor berre to poeng kvar for å nå opp til «over middels». Desse er også med i vurderinga av rapportane på «middels» nivå.

**Tabell 4.4:** Total poengfordeling til dei tre rapportane med høgast total poengsum.

Kriterium	Poengscore gitt dei ulike rapportane			Gjennomsnitt poengsum
	214*	221*	232*	
<b>Resultatverdiar, TLC</b>	3	3	3	3.00
<b>Argument, TLC</b>	3	3	3	3.00
<b>Struktur og funksjonelle grupper, TLC</b>	3	3	3	3.00
<b>Resultatverdiar, IR</b>	2	2	2	2.00
<b>Argument, IR</b>	2	2	2	2.00
<b>Struktur og funksjonelle grupper, IR</b>	2	2	2	2.00
<b>Resultatverdiar, NMR</b>	2	2	3	2.33
<b>Argument, NMR</b>	2	2	2	2.33
<b>Struktur og funksjonelle grupper, NMR</b>	2	2	3	2.33
<b>Fleire analysemetodar i konklusjon</b>	1	3	3	2.33
<b>Relevante feilkjelde</b>	3	2	2	2.33
<b>Grunngjeving, feilkjelde</b>	3	2	3	2.67
<b>Totalt:</b>	28	28	31	29.00**

\*Rapportnummer

\*\*Gjennomsnittet av den totale poengsummen til rapportane.

Frå tabell 4.4 ser ein at det er mange likskapar hos dei tre studentane i forhold til kor dei scorar høgt og kor dei blir trekt poeng. Dei tre studentane får alle tre poeng på dei tre kriteria kring TLC noko som viser til at dei trekk fram dei kritiske resultatverdiane

og kjem med relevante og korrekte argument. Det er derimot ingen av dei tre studentane som har fått tre poeng for kriteria kring IR, her får alle to poeng for alle dei tre kriteria. Hovudårsaka til dette, og som er felles for dei tre rapportane, er manglande bruk av kritiske resultatverdiar. Mellom anna manglar dei alle resultatverdiar for aldehyd (eller forventa verdiar dersom den er fråverande). Rapportnummer 214 og 221 nemnar heller ikkje aldehyd, noko som mellom anna er ein viktig strukturell forskjell mellom utgangsforbindinga og produktet.

#### Utdrag rapportnummer 232:

*IR-spektrene (vedlegg 1 og 2, tabell 4) viser at det isolerte sluttproduktet er relativt likt det isolerte mellomproduktet. 3-etoksy-4-hydroksybenzylalkohol har ingen utslag på aldehydgrupper, noe som tyder på at denne syntesen er fullstendig. Dette fordi utgangsstoffet etyl vanilin har tilnærmet lik struktur til både metyl diantilis og 3-etoksy-4-hydroksybenzylalkohol, med eneste forskjell at den har en aldehydgruppe istedenfor en eter eller alkohol. Det som gjør at det er vanskelig å se om mellomproduktet og sluttproduktet er forskjellig er at det ikke er noe forskjell på de funksjonelle gruppene, kun at de har ulike antall. Mellomproduktet har to alkoholgrupper og en eter, mens sluttproduktet har to etergrupper og en alkohol. Mellomproduktet har et veldig stort og bredt utslag med C-O gruppen på  $3320\text{cm}^{-1}$ , dette kan skyldes mye vann i blandingen som gjør at OH-gruppen danner hydrogenbindinger med vannmolekylene og gir et stort utslag. Det isolerte sluttproduktet har også et bredere utslag ved 2979 til  $2820\text{cm}^{-1}$ . Dette kan skyldes C-H aromatisk strekk. Som nevnt er det vanskelig å finne ulikheter med spektrene, annet enn at spekteret for 3-etoksy-4-hydroksybenzylalkohol har et kraftigere utslag ved  $3000\text{cm}^{-1}$ .*

Utdraget over viser det som står om IR-analysen i rapportnummer 232. I fyrste del av avsnittet omtalar studenten teikn til ulikskapar hos dei ulike forbindingane, men brukar ikkje resultatverdiar frå IR-spekteret for å bygga opp under påstandane. Resultatverdiane, eller fråvær av dei kor forventa dataverdi er nemnt, må med for å få tre poeng på *struktur og funksjonelle grupper*. Vidare kjem studenten med eit argument kring vant, som inneheld alle dei tre kriteria for eit argument, men dette eine argumentet i

seg sjølv er ikkje nok for å få full uttelling på *argument IR*. For tre poeng må studenten ha på plass fleire argument, til dømes kunne argument kring fråværet av aldehyd bidratt til dette. Studenten nemnar det, men manglar å visa til forventa resultatverdi for å visa at det ikkje er utslag, noko som er naudsynt for full score på argument. I siste del av avsnittet kjem studenten med nokre resultatverdiar, men har ikkje med alle kritiske resultatverdiar og får to poeng på kriteriet *resultatverdiar IR*.

Dei tre rapportane skil seg elles på NMR kriteria kor rapporten som er vurdert til «over middels» får tre poeng på to av kriteria, medan dei to studentane som er vurdert til «middels» får to poeng på alle dei tre kriteria. Rapportane er også litt ulikt vurdert på dei tre resterande kriteria, men her er det inga gjennomgåande trekk for vurderingsnivåa.

#### 4.5 Samanlikning av resultatata frå fyrste og siste individuelle rapport

I denne delen skal eg sjå på eit tilfeldig utval rapportar og utviklinga studentane her har hatt frå den fyrste individuelle rapporten til den siste individuelle rapporten. Eg vil fyrst sjå på den samla poengfordelinga og trendar hos dei utvalde rapportane frå fyrste (tabell 4.5) og siste individuelle rapport (tabell 4.6) kvar for seg, før eg ser på ei samla utvikling. Til slutt vil eg trekkja fram eit døme som viser utviklinga til ein av studentane.

##### 4.5.1 Fyrste individuelle rapport

Tabell 4.5 viser poengfordelinga blant dei tilfeldig utvalde rapportane ved fyrste individuelle rapport. Frå denne ser ein at kriteria studentane totalt scorar best på er dei to kriteria for feilkjelde, i tillegg til to av kriteria for TLC (*resultatverdiar* og *argument*) og *resultatverdiar IR*. Her er det i alle tilfella berre ein rapport som har fått eitt poeng, dei andre rapportane er fordelt utover på to og tre poeng i varierende grad, men alle kriteria får eit gjennomsnitt på over to poeng. For dei resterande kriteria scorar studentane svært lågt og det er ingen som får tre poeng for kriteria *argument IR*, *struktur og funksjonelle grupper IR*, *struktur og funksjonelle grupper NMR*, og *fleire analysemetodar i konklusjonen*. I tillegg får seks av åtta rapportar eitt poeng for alle dei tre NMR kriteria, *struktur og funksjonelle grupper IR* og *fleire analysemetodar i konklusjonen*.

**Tabell 4.5:** Total poengfordeling for dei tilfeldig utvalde rapportane, fyrste individuelle rapport.

Kriterium	Tal rapportar per poengscore			Total poengsum per kriterium	Gjennomsnitt poengsum
	1	2	3		
<b>Resultatverdiar, TLC</b>	1	4	3	18	2.25
<b>Argument, TLC</b>	1	5	2	17	2.13
<b>Struktur og funksjonelle grupper, TLC</b>	5	2	1	12	1.50
<b>Resultatverdiar, IR</b>	1	6	1	16	2.00
<b>Argument, IR</b>	3	5	0	13	1.63
<b>Struktur og funksjonelle grupper, IR</b>	6	2	0	10	1.25
<b>Resultatverdiar, NMR</b>	6	1	1	11	1.38
<b>Argument, NMR</b>	6	1	1	11	1.38
<b>Struktur og funksjonelle grupper, NMR</b>	6	2	0	10	1.25
<b>Fleire analysemetodar i konklusjon</b>	6	2	0	10	1.25
<b>Relevante feilkjelde</b>	1	3	4	19	2.38
<b>Grunngjeving, feilkjelde</b>	1	3	4	19	2.38
<b>Totalt:</b>	43	36	17	-	20.75*

\*Gjennomsnittet av den totale poengsummen til rapportane.

Totalt er det delt ut ei overvekt av eitt poeng til rapportane, 43 tilfelle, mot 36 tilfelle av to poeng og 17 tilfelle av tre poeng. Dette gir eit samla gjennomsnitt av poengfordelinga til rapportane på 20.75 poeng og dei hamnar på den nedre halvdelan av poengskalaen for nivået «middels» som strekk seg frå 18-29 poeng. Dette er eit gjennomsnitt som er litt betre enn gjennomsnittet av poengfordelinga til alle rapportane på 19.38 (tabell 4.1).

#### 4.5.2 Siste individuelle rapport

Tabell 4.6 viser den totale poengfordelinga blant dei tilfeldig utvalde rapportane ved siste individuelle rapport. Kriteria studentane scorar høgast på her er dei to kriteria for feilkjelde samt kriteriet *resultatverdiar TLC*. Her er det i alle tilfella tre studentar som får tre poeng, medan det varierer frå null til to studentar som får eitt poeng for kriteria. Kriteria studentane scorar lågast på, og kor det er seks tilfelle av eitt poeng, er kriteria *struktur og funksjonelle grupper TLC* og *struktur og funksjonelle grupper NMR*. I tillegg

er det ingen studentar som får tre poeng for kriteria *argument IR*, *struktur og funksjonelle grupper IR* og *fleire analysemetodar i konklusjon*.

**Tabell 4.6:** Total poengfordeling for dei tilfeldig utvalde rapportane, siste individuelle rapport.

Kriterium	Tal rapportar per poengscore			Total poengsum per kriterium	Gjennomsnitt poengsum
	1	2	3		
Resultatverdiar, TLC	1	4	3	18	2.25
Argument, TLC	2	5	1	15	1.88
Struktur og funksjonelle grupper, TLC	6	1	1	11	1.38
Resultatverdiar, IR	3	3	2	15	1.88
Argument, IR	3	5	0	13	1.63
Struktur og funksjonelle grupper, IR	3	5	0	13	1.63
Resultatverdiar, NMR	3	3	2	15	1.88
Argument, NMR	3	4	1	14	1.75
Struktur og funksjonelle grupper, NMR	6	2	0	10	1.25
Fleire analysemetodar i konklusjon	4	4	0	12	1.50
Relevante feilkjelde	0	5	3	19	2.38
Grunngjeving, feilkjelde	2	3	3	17	2.13
<b>Totalt:</b>	36	44	16	-	21.50*

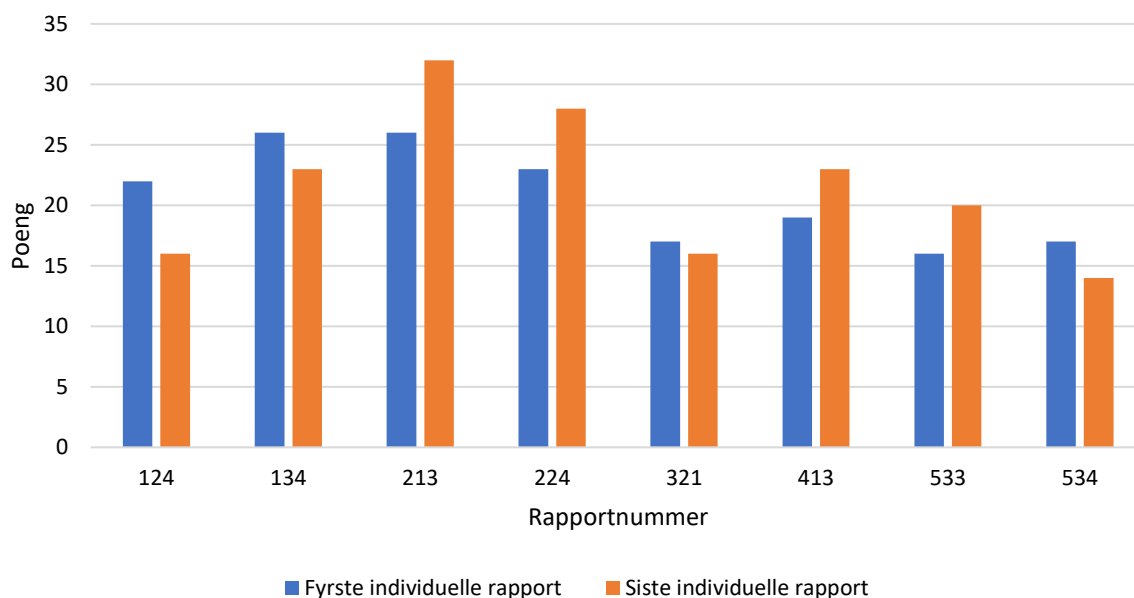
\*Gjennomsnittet av den totale poengsummen til rapportane.

Totalt får rapportane ein gjennomsnittlege poengsum på 21.50 poeng, noko som ligg nært opp mot midten av poengskalaen til nivået «middels». Dette ser ein igjen ved at det er ei overvekt av to poeng som er delt ut for dei ulike kriteria. Totalt er det delt ut eitt poeng i 36 tilfelle, to poeng i 44 tilfelle og tre poeng i 16 tilfelle. Vidare skal eg sjå på ei samanlikning av desse resultatata mot resultatata frå den fyrste individuelle rapporten.

#### 4.5.3 Utvikling hos studentane frå fyrste til siste individuelle rapport

Figur 4.2. viser utviklinga hos studentane ved å visa poengfordelinga på den fyrste individuelle rapporten mot den siste individuelle rapporten.





**Figur 4.2:** Oversikt over poengendring hos dei tilfeldig utvalde rapportane, fyrste individuelle rapport (blå) samanlikna med siste individuelle rapport (oransje).

Tabell 4.5 og 4.6 viser at den gjennomsnittlege poengsummen totalt har auka frå 20.75 poeng til 21.50 poeng, altså får studentane i snitt 0.75 poeng meir på siste individuelle rapport samanlikna med den fyrste individuelle rapporten. Men ved å studera figur 4.2 så ser ein at det er varierende om studentane får ein høgare total poengsum på den fyrste eller den siste individuelle rapporten. Fira av rapportane scorar lågare på den siste individuelle rapporten enn den fyrste, medan fira scorar høgare. Dei som gjer det betre får i snitt 4.75 poeng meir på den siste individuelle rapporten, medan dei som gjer det dårlegare går i snitt ned 3.30 poeng. Om rapportane har gått opp eller ned i poeng er uavhengig av poengsummen i den fyrste individuelle rapporten. Det er både rapportar som har gått frå «middels» til «over middels» og «under middels», i tillegg til rapportar som har gått frå «under middels» til «middels». Det er også rapportar som har blitt verande på same nivå, men med ein litt høgare eller lågare poengscore for den siste individuelle rapporten enn den fyrste.

Dei to rapportane som skil seg mest ut frå fyrste til siste individuelle rapport er rapportnummer 124 som går ned seks poeng, og rapportnummer 213 som går opp seks poeng. Rapportnummer 124 går frå 22 poeng og å vera godt inne på «middels» nivå,

til 16 poeng og «under middels». På den andre sida går rapportnummer 213 opp frå «middels» med 26 poeng på den fyrste individuelle rapporten til «over middels» og 32 poeng på den siste individuelle rapporten. Under kjem to utdrag frå rapportnummer 224 sine IR-diskusjonar for å demonstrera utvikling hos studenten i å skriva argumenterande og å bruka relevante resultatverdiar for å støtta argumentasjonen frå fyrste til siste individuelle rapport.

#### Rapportnummer 224: fyrste individuelle rapport

Ved å utføre IR-spektroskopi til det isolerte mellomproduktet, 3-Etoksy-4-hydroksybenzylalkohol, ble det observert flere toppar mellom  $880\text{-}680\text{cm}^{-1}$ , som indikerer C-H bindingene i aromaringen. Disse toppene er  $680\text{ cm}^{-1}$ ,  $740\text{ cm}^{-1}$ ,  $799\text{ cm}^{-1}$ ,  $811\text{ cm}^{-1}$ ,  $828\text{ cm}^{-1}$  og  $858\text{ cm}^{-1}$  (Vedlegg – 1). Ved å se på strukturen til 3-etoksy-4-hydroksybenzylalkohol (skjema 2), kan C-O binding fra eteren observeres. Toppene på  $1005\text{ cm}^{-1}$ ,  $1047\text{ cm}^{-1}$ ,  $1126\text{ cm}^{-1}$ ,  $1157\text{ cm}^{-1}$ ,  $1207\text{ cm}^{-1}$ ,  $1250\text{ cm}^{-1}$  og  $1284\text{ cm}^{-1}$  stammer sannsynlig fra både C-O strekk for alkohol og eter, ettersom de teoretiske verdiene for C-O binding i alkohol og eter er lik (tabell 1.4). Videre ble det observert en tydelig topp på  $3471\text{ cm}^{-1}$ , som indikerer OH-strekket fra alkoholen. Toppene som ble observert på følgende  $1482\text{ cm}^{-1}$ ,  $1525\text{ cm}^{-1}$  og  $1596\text{ cm}^{-1}$  kan antas å være de tre C=C bindingene i aromaringen, og toppen alene på  $3127\text{ cm}^{-1}$  stammer fra C-H strekken i aromaringen. Videre observeres toppen på  $2977\text{ cm}^{-1}$  som kan antas å stamme fra C-H strekken i alkanet, ettersom det stemmer godt overens med teoretiske verdien.

#### Rapportnummer 224: siste individuelle rapport

Det isolerte sluttproduktet, 1,1-difenyletylen, ble analysert ved hjelp av IR-spektroskopi (tabell 1.8, vedlegg 1.3). Produktet i øvelse 9 ble syntetisert fra 1,1-difenyletanol. Ved å sammenligne IR-spekter til begge produktene, vil de ha hver sine karakteristiske toppar ettersom produktene forekommer som alkohol (3) og alken (7). Det kan observeres en topp på  $1609\text{ cm}^{-1}$  for 1,1-difenyletylen som indikerer en C=C strekk i alken. I tillegg vil det også være en kjent topp på  $896\text{ cm}^{-1}$  som stammer fra =C-H bindingen i et alken. Disse to toppene kan ikke observeres på IR-spekteret til 1,1-difenyletanol. Videre vil 1,1-difenyletanol ha

en karakteristisk topp ved  $3399\text{ cm}^{-1}$  som stammer fra OH-strekket. Ved å se på IR-spekteret kan det observeres rester fra acetofenon i 1,1-difenyletanol (øvelse 8). Toppen på  $1672\text{ cm}^{-1}$  bekrefter dette, og stammer da fra C=O strekk i keton.

I utdraget frå den fyrste individuelle rapporten så ramsar studenten opp mange ulike resultatverdiar som hen tildeler ulike funksjonelle grupper utan å bruka dei i ein vidare diskusjon. Studenten verkar også noko usikker i tildelinga då hen bruker ord som «sannsynlegvis» og «anta». I utdraget frå den siste individuelle rapporten har studenten skrive ein tydeleg betre IR-diskusjon. Studenten ramsar ikkje lengre opp resultatverdiar, men trekk fram nokre som hen brukar til å visa ulikskapar i strukturane og indikera at ynskja forbinding er syntetisert.

#### 4.5.4 Oppsummering av poengfordelinga i fyrste og siste individuelle rapport

Ser ein tilbake på tabell 4.5 og 4.6 så er poenga generelt meir jamt fordelt på den siste individuelle rapporten samanlikna med den fyrste, og det er færre eitt poeng som er delt ut. 43 tilfelle (tabell 4.5) ved den fyrste individuelle rapporten mot 36 tilfelle (tabell 4.6) i den siste individuelle rapporten. Men det er også ein mindre rapport som får tre poeng. Det var totalt delt ut tre poeng i 17 tilfelle ved fyrste individuelle rapport (tabell 4.5), mot 16 for siste individuelle rapport (tabell 4.6). Dermed er det totalt fleire rapportar som hamnar på to poeng (44 tilfelle for den siste, mot 36 på den fyrste) og denne totale endringa er grunnen til den litle auken ein ser i gjennomsnittleg poengsum frå den fyrste til den siste individuelle rapporten.

## 5. Diskusjon

I denne delen av oppgåva vil eg trekkja fram og sjå på funn i prosjektet og tydinga av dei. Resultata blir drøfta i lys av teori og anna forskning. Eg vil trekkja fram studentane sine meistringar, utfordringar og utvikling. Det blir også trekt fram nokre utfordringar kring skriveprosessen.

### 5.1 Studentane sine meistringar

Den totale vurderinga av dei fyrste individuelle rapportane (tabell 4.1) viser at det er nokre kriterium studentane generelt meistrar betre enn andre. Analysen viser at kriteria studentane scorar høgast på, og som dermed også er kriteria studentane meistrar best er kriteria *relevante feilkjelde*, *grunngeving av feilkjelde* og *resultatverdiar TLC*. Kriteria studentane meistrar best er dei same for totalvurderinga, rapportane på nivået «under middels» (tabell 4.2) og rapportane på nivået «middels» (tabell 4.3). I denne delen skal eg sjå nærare på moglege årsaker til at studentane meistrar desse kriteria best.

#### 5.1.1 Feilkjelde

Feilkjelde og grunngevinga av desse er to av kriteria studentane gjer det best på. Dette er også kriterium det ofte er fokus på i skulen slik at studentane har ein del erfaring med det frå før. Mellom anna er eit av kompetansemåla i både kjemi 1 og kjemi 2 at elevar skal vurdere feilkjelde (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 5-6). Dette finn ein også igjen i kompetansemåla i naturfag for sjuande trinn (Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 8). Dette viser at feilkjelde er introdusert tidleg i undervisinga i skulen. I tillegg til at studentar har vore borti feilkjelde tidelegare så er det ein del feilkjelde som er svært tydelege og difor enkle å få med i rapporten og grunnkje slik som tap av produkt grunna feil i gjennomføringa eller søl.

Sjølv om studentane generelt gjer det bra på kriteria kring feilkjelde, så er det også eit betringspotensiale hos studentane her. I tilfelle kor det gjerna ikkje er tydelege feil som har skjedd er det fleire som nemnar menneskelege feil som ikkje kan unngåast som feilkjelde. Dømer på dette er: tap av produkt ved overføringar, feilmargin i vekta eller moglegheita for at dei har lest av feil på måleutstyret. Denne typen feilkjelder, i tillegg til å ha liten relevans, er heller ikkje prøvd kvantifisert av studentane. Dersom dette

hadde vore gjort kunne det bidratt positivt til rapporten deira. Eggereide (2018, s. 57) peikar i si masteroppgåve kring elevrapportar i kjemi i vidaregåande skule at mange elevar alltid omtalar feilkjelde i sine rapportar. Vidare trekk ho fram at mange av elevane berre ramsar opp feilkjelde eller trekk inn irrelevante feilkjelde (Eggereide, 2018, s. 73-74). Det er desse utfordringane som også kan sjåast i rapportane til universitetsstudentane som er analyserte i dette prosjektet. Rapportnummer 122 gir ei irrelevante feilkjelde medan rapportnummer 533 gir ei relevante feilkjelde, men utan å visa til korleis hen kan stadfesta feilkjelda.

#### Rapportnummer 122:

Andre feilkilder på laboratoriet kan være overføring fra kolbe til filtrering og etterpå til tørkeprosedyre. Her kan man utga ifra at det alltid er en del svinn og at utbytte derfor er laver enn reelt.

#### Rapportnummer 533:

Utbytte til mellomproduktet var >100% råstoff. Dette er selvsagt ikke mulig, og årsaken til det høye utbytte er sannsynligvis at alt vann ikke var tørket av mellomproduktet.

Rapportnummer 122 nemnar tap av produkt ved overføringar. Dette kan gi tap av produkt, men det er tydeleg informert i lista studentane hadde over forventa innhald i rapportane at det ikkje skulle inkluderast som ei feilkjelde. Dermed er den rekna som ein irrelevant feilkjelde med mindre tapet er av betydeleg mengde og studenten kan observera dette. I så tilfelle burde dette komen tydeleg fram i rapporten. Rapportnummer 533 nemnar ein høgst relevant feilkjelde, men synsar kring feilkjelda i staden for å grunngje den. Dette kunne vore gjort ved å visa til om IR-spekteret gir teikn til vatn.

Feilkjelde er av kriteria studentane gjer det best på og det er også ein del studentar som får med relevante feilkjelde i rapportane sine og grunngjev desse godt. Eit døme på dette er rapportnummer 123 kor studenten grunngjev ved bruk av to ulike analyse-

metodar kvifor hen meiner at det ferdige produktet inneheld ureinheitar noko som vil gi studenten ein ukorrekt utbytteprosent.

### Rapportnummer 123:

Den andre utførte TLC-analysen viser at det kan være en ufullstendig reaksjon da det er to flekker. Den øverste flekken har tilnærmet lik  $R_f$ -verdi som utgangsstoffet, etylvanillin. Samtidig ser man i IR-spekteret en svak topp ved  $1597\text{ cm}^{-1}$  som kan tyde på en karbonylgruppe fra etylvanillinalkohol. Likevel ser man tydelig stretch for -OH ved  $3471\text{-}2979\text{ cm}^{-1}$  som viser til det produktet er dannet.

Desse funna hos universitetsstudentar samsvarar med funna Eggereide (2018, s. 73-75) fann hos elevar i vidaregåande skule. Nokre meistrar å kopla feilkjelde opp mot relevante resultatverdiar, andre ramsar opp irrelevante feilkjelde. Eggereide (2018, s. 75-76) stiller seg til slutt kritisk til at feilkjelde er ein standard del av rapportskrivinga og stiller spørsmål til om det alltid er aktuelt å ha med feilkjelde i rapportane. Her må eg seia meg einig og trur det er meir gunstig at studentar bruker tid på å oppgje og grunngje feilkjelder berre når dei er relevant, enn å ramsa opp feilkjelder som høgst synleg har hatt svært liten verknad på resultatet av øvinga. Målet med laboratorierapporten er å læra akademisk skriving som ei førebuing til seinare oppgåver og publiseringar. Ein forskingsartikkel ville ikkje nemnt slike irrelevante feilkjelder, men trekt fram aktuelle feilkjelde og grunngjeve dei. Feilkjelde var også lista som noko studentane *skal ha med* i dokumentet dei fekk utlevert over innhaldet som skulle med i rapportane. Dette kan vera ei mogleg årsak til at fleire studentar ramsar opp lite relevante feilkjelde utan ei god grunngjeving. Dei finn ikkje noko relevant å skriva om, men feilkjelde er lista som eit krav til rapporten.

#### 5.1.2 Resultatverdiar: TLC samanlikna med IR og NMR

Det tredje kriteriet studentane gjer det bra på er *resultatverdiar TLC*. Med unntak av kriteria for *struktur og funksjonelle grupper* så meistrar studentane på alle nivå betre kriteria kring TLC enn IR og NMR. Dette kan tyda på at dei har ei betre forståing for

TLC som analysemetode enn for IR og NMR. Det kan vera ulike grunnar til dette som til dømes forkunnskapar i analysemetoden frå tidelegare emne og undervisning i kjemifag i vidaregåande skule, mengda tid dei har arbeidd med oppgåver knytt til dei ulike analysemetodane før rapportskrivinga, gjennomgangen av analysemetodane i undervisinga og kompleksiteten av analysemetodane.

Medan TLC er ein forholdsvis enkel analysemetode basert på polaritet kor studentane avsett prøvar og kan observera lengda prøvane har bevegde seg i forhold til kvarandre, så er IR og NMR analysemetodar kor utfallet er eit meir omfattande spekter som studentane må tolka. Her må studentane definera områder for ulike toppar og nytta litteraturverdiar for ulike funksjonelle grupper for å identifisera om spekteret dei har representerer dei forvent funksjonelle gruppene til den analyserte forbindinga. Vidare kan dei ut i frå desse resultatata argumentera for eller i mot om dei har fått danna ynskja forbinding. Dette kan vera utfordrande fordi studentane må klara å trekkja ut dei toppane i spektera som representerer dei funksjonelle gruppene som skil dei ulike forbindingane frå kvarandre, kritiske resultatverdiar, frå dei toppane som er mindre relevante eller irrelevante for drøftinga av resultat deira. Derimot vil alle analysepunkt i TLC-analysen i denne øvinga, lengda prøvane har vandra, vera relevante. Desse punkta er relative til kvarandre og skal ikkje samanliknast med litteraturverdiar, men lengda dei har vandra i forhold til kvarandre, uttrykt gjennom  $R_f$ -verdiar, fortel studentane kor polare forbindingane er i forhold til kvarandre. Desse punkta kan også gi studentane ein god indikasjon på om forbindingane er reine. Dersom den avsette prøven splittar seg i fleire punkt oppover tydar der på at prøven inneheld ulike forbindingar. Det finst stoff som vandrar under ein TLC-analyse, men som ikkje er synlege, ein kan difor aldri utelukka forureiningar heilt basert på TLC-analysen åleine.

## 5.2 Studentane sine utfordringar

Generelt scorar studentane lågare enn forventa på diskusjonsdelen av rapportane og det er berre ein student som når opp til nivået «over middels» på den fyrste individuelle rapporten. Det er ei betydeleg skeivfordeling mellom nivåa, trass i at den gjennomsnittlege poengsummen for alle rapportane er på nivået «middels». Totalt blei 16 rapportar (41 %) vurdert til «under middels», 22 rapportar (56 %) vurdert til «middels» og ein rapport vurdert til «over middels» (figur 4.1). Kriteria studentane scorar lågast

på (tabell 4.1) og som er dei største utfordringane ein finn i diskusjonane til rapportane er *struktur og funksjonelle grupper TLC, argument NMR, struktur og funksjonelle grupper NMR, resultatverdier NMR og fleire analysemetodar i konklusjonen*. Dette er dei kriteria med lågast totale poengsum, men generelt er det svært få studentar (inntil fem) som får tre poeng for kriteria i analysen, med unntak av dei tre kriteria som var nemnt som meistringar i førre delkapittel (*relevante feilkjelde, grunngjeving av feilkjeldene og resultatverdier TLC*). For dei tre studentane med høgast poengscore (tabell 4.4) ligg utfordringa i kriteria kring IR og NMR.

Det kan vera fleire ulike årsaker til at studentane gjer det dårlegare enn forventa og verkar å meistra nokre kriterium betre enn andre. I denne delen skal eg sjå nærare på moglege årsaker til studentane sine utfordringar. Nokre utfordringar kring dei tre analysemetodane var trekt fram i førre delkapittel kring meistringar studentane viser. To generell utfordring studentane har som går igjen i dei ulike kriteria er å skriva argumenterande og å trekkja inn relevante resultatverdier som grunnlag for desse. Dette er to utfordringar som slår ut på poengfordelinga i dei fleste kriteria.

### 5.2.1 Argumenterande tekst

Det er svært få studentar som får full uttelling på argumenta sine, trass i at det er ei forventning at diskusjonsdelen av laboratorierapportane er argumenterande (Mestad et al., 2019, s. 157). Både Sampson et al. (2011, s. 218) og Kelly og Takao (2002, s. 315) trekk fram argumentering som ein viktig del av å kommunisera naturvitskap. Mange av studentane er på god veg, men manglar å grunngje påstandane i relevante resultatverdier frå øvinga for å skapa gode argument. Eit døme er rapportnummer 111: «IR-spekteret viser at produktene er tørket godt for vann og at forbindelsene ikke inneholder vann.». Her viser studenten til IR-spekteret i staden for å nemna resultatverdien og korleis studenten veit at bindinga er fri for vatn. Hadde studenten grunngitt dette ved å visa til kor det er forventa å få eit utslag i spekteret dersom produktet inneheldt vatn ved bruk av litteraturverdier så ville det blitt eit godt argument.

Eit anna døme på manglande argumentasjon er rapportnummer 234:

TLC-analysen viser at reaksjonen som skulle skje i trinn 2 var fullstendig siden 4 og 3 har ulike  $R_f$ -verdier. De har også ulik  $R_f$ -verdi enn utgangsstoffet, 2. Fra TLC-platen vises også at etyl vanilin og (4) er mer polart enn benzylalkoholet.



Studenten refererer til ulike  $R_f$ -verdier, men viser ikkje til kva desse verdiane er. Det at to forbindingar har ulik  $R_f$ -verdi er heller ikkje eit korrekt argument for at ein fullstendig reaksjon har funne stad. Det korrekte argumentet for det vil vera at prøvane berre har gitt ein flekk etter å ha flytta seg oppover, ikkje fleire. Studenten trekk vidare inn polaritet, men argumenterer ikkje for kvifor forbindinga er meir polar, det er berre ein påstand som er slengt ut utan vidare grunngjeving.

Dette underbyggjer mistanken om at studentane har avgrensa erfaring med å skriva argumenterande i naturvitskaplege fag frå skulen og viser at studentane treng øving i å skriva ein argumenterande tekst. Det er fleire studie som støttar denne mistanken og peikar på at elevar har få moglegheiter til å øva seg på naturvitskapleg argumentering i skulen, eller at denne blir nedprioritert (Kelly & Takao, 2002, s. 315; Mestad et al., 2019, s. 157; Sampson et al., 2011, s. 218). Det er difor viktig at studentane får ei innføring i viktigheita av å skriva argumenterande i diskusjonsdelen og korleis gjere dette, samt få tilstrekkeleg øving i å laga gode argument. Studien til Sampson et al. (2011, s. 253) viser at studentar kan læra seg å argumentera vitskapleg gjennom trening.

### 5.2.2 Studentane sin bruk av relevante resultatverdier

Generelt er den største forskjellen mellom rapportane med høgast og lågast poengsum studentane sin bruk av relevante resultatverdier i argument og grunngjevingar i rapportane. Studentane som scorar høgt er også flinke til å trekkja inn resultatverdiane som er relevante for å bruka dei til å grunngje påstandane dei gir. I motsetnad er det lite bruk av resultatverdier i rapportane som scorar lågt. Her viser studentane ofte til tabellar eller spekter i staden og skriv «som ein ser av...» utan å visa korleis hen ser dette. Ein mistanke til kvifor så mange ikkje viser til resultatverdier, men refererer til tabellar og vedlegg i staden, er at det ikkje er komen tydeleg fram i undervisinga at desse er viktige faktorar å ha med i diskusjonen for å underbyggja påstandar og å danna argument. Ei anna mogleg forklaring er at studentane tenkjer det ikkje er naudsynt å nemna resultatverdiane i diskusjonen fordi dei alt er framlagt i tabellar i resultatdelen. Dette er forståeleg ettersom studentane til dømes alt har tileigna funksjonelle grupper til dei ulike toppane i IR-spekteret i resultatdelen. Dette blir meir problematisk når studentane skriv «som ein ser av spekteret». Då blir det opp til

lesaren og tolka kva spekteret viser og det blir usikkert om studenten sjølv veit korleis spekteret tolkast.

Sampson et al. (2011, s. 224-225) trekk fram at elevar ofte har vanskeleg med å skilja mellom relevante og irrelevante resultatverdiar. Dette ser ein også igjen i studentane sine rapportar. Utdraget frå rapportnummer 221 under demonstrerer at studenten slit med å trekkja ut og nytta dei relevante resultatverdiane. Dette er berre ein del av studenten sin diskusjon av IR-analysen, men den gir eit godt bilete av utfordringa. Studenten nemnar mange resultatverdiar kor dei fleste er irrelevante fordi dei ikkje er med på å skilja forbindingane. Dette er også berre ei oppramsing av resultatverdiar, verdiane blir ikkje nytta som del av argument.

#### Rapportnummer 221:

Analysen av IR-spekteret (tabell 6.3, vedlegg 1) viser at topper som tilhører ulike grupper som befinner seg i mellomproduktet (3) er alkohol (O-H) sin topp som forekom på  $3479\text{ cm}^{-1}$  og  $3300\text{ cm}^{-1}$ , Alkan C-H strekk som viser ved  $2979\text{ cm}^{-1}$ , Aromat toppene som stammer frå C=C bindingene i benzenringen forekom ved  $1596\text{ cm}^{-1}$ ,  $1525\text{ cm}^{-1}$ ,  $1481\text{ cm}^{-1}$ . 3-etoksy-4-hydroksybenzylalkohol (3) består av en eter- og to alkoholbindinger. IR-toppene som forekom for begge funksjonelle gruppene ble observert med et likt intervall på 1300-1000. Observerte topper for alkohol og eter var ved  $1284\text{ cm}^{-1}$ ,  $1250\text{ cm}^{-1}$ ,  $1207\text{ cm}^{-1}$ ,  $1157\text{ cm}^{-1}$ ,  $1126\text{ cm}^{-1}$ ,  $1047\text{ cm}^{-1}$ ,  $1005\text{ cm}^{-1}$ . Resterende observerte topper forekom ved  $858\text{ cm}^{-1}$ ,  $828\text{ cm}^{-1}$ ,  $811\text{ cm}^{-1}$ ,  $800\text{ cm}^{-1}$ ,  $740\text{ cm}^{-1}$  som tilhører Aromat C-H bøy.

Resultatverdiar NMR var eit av kriteriana studentane scorar lågast på, og her får 28 av 39 studentar eitt poeng (tabell 4.1). Altså dei nemnar ikkje ein einaste resultatverdi. Mykje av grunne til dette er at fleire har utelate å omtala NMR i diskusjonen sin, eller det berre er skrive at det blei utført NMR-analysar. Det kan stillast spørsmål til kva årsaka til dette er. Eg ser tre moglege årsaker til at denne er utelate heilt hos fleire, eller er nemnt minimalt. Den fyrste er at studentane ikkje forstår korleis dei skal bruka analysemetoden for å støtta diskusjonen deira, og difor vel å utelata den. Den andre

er at dei føler dei har fått fram det dei treng for å bevisa at ynskja produkt er produsert ved hjelp av IR- og TLC-analysane. Den tredje er at studentane ikkje har tid til å omtala den. NMR er hos dei fleste det siste dei omtalar i diskusjonen.

Dette viser at studentane treng trening i å trekkja ut relevante resultatverdiar som dei byggjer opp eit argument kring. Dei treng også rettleiing og hjelp til korleis dette kan gjerast. Mestad et al. (2019, s. 157) viser til at det er lite fokus i skulen på tolkingar av observasjonar og å argumentera for desse. Dette er difor noko som må øvast på i høgare utdanning og gjerne kunne vore ein del av innføringa i rapportskrivinga i emnet.

### 5.2.3 Samanlikning av strukturar og funksjonelle grupper

Ei anna utfordring studentane har kring diskusjonen er å samanlikna strukturane til forbindingane opp mot kvarandre ved bruk av analysemetoden og resultatverdiane frå den. Her skal studentane tolka spektra og analysedata og bruka desse til å visa til likskapar og ulikskapar i strukturane til dei ulike forbindingane for å kunna bekrefte eller avkrefta om syntesen er fullstendig og om det ynskja produktet er danna. Dette går også inn på forventinga om at diskusjonen skal vera argumenterende då samanlikninga gjerne blir framstilt i form av argument. Det er gjennom den argumenterende teksten studentane får vist sin kompetanse i å argumentera for kjemiske forhold og om dei klarar å kopla teori og praksis saman.

Det er ein tydeleg forskjell i korleis studentane som har fått ein høg poengsum på rapporten samanlikna med studentane som har fått ein låg poengsum, samanliknar strukturane til dei ulike forbindingane i øvinga. Studentane som får ein høg poengsum på rapporten viser tydeleg ulikskapar i strukturane til forbindingane ved å visa til resultatverdiar frå analysemetodane. I rapportane med låg poengsum er desse gjerne utelate heilt for ein eller fleire av analysemetodane. Dersom struktur er omtala er den også gjerne omtala for berre ein av forbindingane eller dei ulike forbindingane sine trekk er omtala isolert. Det blir ikkje gitt ei samanlikning av strukturane. Ei mogleg årsak til dette kan vera at studentane fokuserer på å sjå om korrekt produkt er danna og gløymer å ta omsyn til reaksjonane som har skjedd undervegs i syntesen. Under er det vist utdrag frå to rapportar for å belysa ulikskapane.

### Rapportnummer 232:

I sammenligning av tabellene for NMR-spektroskopi er flere av de kjemiske skiftene tilnærmet like, noe som stemmer overens med at strukturene til 3-etoksy-4-hydroksybenzylalkohol (3) og metyl diantilis (1) er tilnærmet lik, med unntak av gruppen som er bundet til CH<sub>2</sub>-gruppen som er festet til benzenringen. Der har 3-etoksy-4-hydroksybenzylalkohol (3) en alkohol, OH, mens metyl diantilis har en eter, OCH<sub>3</sub>. Dette gjør at det kun er de kjemiske skiftene til disse molekylene som er ulik i spektrene.

### Rapportnummer 311:

Fra IR-spekteret til mellomproduktet (tabell 4, vedlegg 6) observeres det at prøven viser topper for aromatisk ring, eter- og alkohol gruppe. Aromatiske topper observeres ved bølgelengder: 2979  $cm^{-1}$ , 1597-1482  $cm^{-1}$  og 857-739  $cm^{-1}$ , alkan ved bølgelengder 2899  $cm^{-1}$  og 1437, 1380  $cm^{-1}$ , alkohol O-H strekk ved 3469  $cm^{-1}$ . Mellom alkohol og eter C-O strekk er det vanskelig å skille, men disse kommer fra toppene 1284-1005  $cm^{-1}$ . Alle toppene er med å indikere at ønskede produkt har blitt syntetisert.

I rapportnummer 232 gjør studenten det tydeleg kor hen forventar å finna ulikskapar i NMR-spektera på grunnlag av dei strukturelle ulikskapane til forbindingane. Dette er berre eit utdrag frå denne studenten si innleiing til NMR-diskusjonen og hen trekk seinare inn relevante resultatverdiar for å belysa det som studenten forventar. Dette er ein god og tydeleg måte å visa til lesaren at strukturane er ulike og korleis ein kan sjå det. I motsetnad til dette så blir det i rapportnummer 311 ramsa opp ei rekkje resultatverdiar frå IR-analysen som er knytt til funksjonelle grupper for så å seia at dette indikerer at ynskja mellomprodukt er danna. Vidare har studenten eit liknande avsnitt for sluttproduktet kor hen konkluderer med at korrekt produkt er danna. Dette gir isolerte omtalar kor student ikkje viser til lesaren på ein tydeleg måte at forbindingane sine ulikskapar er observert. Studenten har fokus på om korrekt produkt er danna, ikkje om forbindingane kan skiljast frå kvarandre med bakgrunn i spektera.

Under delkapittelet om meistringar er det nemnt at studentane scora høgare på resultatverdiar TLC, samanlikna med IR og NMR. Likevel scorar studentane litt dårlegare på *struktur og funksjonelle grupper TLC*, samanlikna med for IR og NMR. Dette kan tyda på at dei synast det er meir utfordrande å knyta dei ulike funksjonelle gruppene opp mot polariteten og  $R_f$ -verdiane i TLC-analysen enn å omtala ulikskapar i toppane til IR- og NMR-spektera knytt opp til ulikskapane i forbindingane. Ei anna mogleg, og kanskje også meir sannsynleg forklaring her, er at studentane ikkje tenkjer det er naudsynt å omtala polariteten i forbindingane fordi analysemetoden er nytta undervegs i øvinga for å sjå etter «reine flekkar» for å stadfesta ein fullstendig reaksjon, slik at dei kan gå vidare til neste syntesetrinn. Alternativt avkrefta ein fullstendig reaksjon og halda fram med syntesetrinnet dei er på. Det å bruka TLC-analysen utelukka til å stadfesta om reaksjonen er fullstendig eller ei går igjen i studentane sine rapportar. Rapportnummer 311 demonstrerer denne utfordringa:

Når TLC-analysen ble gjennomført, ble det dannet tre ulike prikker som alle hadde forskjellige  $R_f$ -verdier (figur 2). Det ble heller ikke observert noen rester etter foretringsreaksjon. Dette indikerte at reaksjonen hadde skjedd fullstendig, og syntesen kunne fortsette. Hadde det blitt observert svake rester med lavere  $R_f$ -verdi måtte løsningen blitt kokt videre for å sikre fullstendig reaksjon, før syntesen kunne ha fortsatt.

Dette viser at det kan vera gunstig å vektleggja i undervisinga at sjølv om TLC-analysen er nytta som ein kontroll for om ein kan gå vidare så viser den også eit viktig trekk hos forbindingane, polaritet, som er med på å gi studentane ein peikepinn på om korrekt forbinding er danna.

#### 5.2.4 Bruk av fleire analysemetodar saman for å gi ein konklusjon

Eit av kriteri i analysen var å nytta fleire analysemetodar saman for å trekkja ein konklusjon om ynskja sluttprodukt var danna. Funna frå analysen viser at det berre er tre studentar (tabell 4.1) som gir ein konklusjon basert på ei samla vurdering av alle dei tre analysemetodane som er nytta. Dei resterande kjem anten med isolerte konklusjonar for dei enkelte analysemetodane, brukar to analysemetodar i

konklusjonen eller gir ingen tydeleg konklusjon. Under kjem to dømer på konklusjonar som er gitt i rapportane.

#### Rapportnummer 232:

Gjennom TLC analyse ble det bekreftet at den siste syntesen var fullstendig da prøvene hadde ulik polaritet, NMR spektrane viste hvordan stoffene hadde ulik struktur og IR-spekteret fikk utslag for de funksjonelle gruppene begge molekylene hadde. På bakgrunn av dette konkluderes det med at metoden er pålitelig og det ble fremstilt metyl diantilis.

#### Rapportnummer 132:

I IR-spekteret til etyl vanillinalkohol kan vi se de forventede strekkene fra OH-gruppen i alkohol ved  $3472\text{-}3154\text{ cm}^{-1}$  og C-O strekk fra eter ved  $1249\text{ cm}^{-1}$ . Vi ser også C-H strekk fra alkan ved  $2979\text{-}2899\text{ cm}^{-1}$  og strekk fra aromatisk C=C ved  $1525\text{ cm}^{-1}$ . I tillegg bekrefter fraværet av C=O strekk ved  $1740\text{-}1720\text{ cm}^{-1}$  fra aldehyd at det ikke er spor av startmateriale i produktet (Tabell 3). Totalt sett indikerer dette at man har fått dannet et rent produkt i trinn 1 av syntesen.

Rapportnummer 232 gir ein konklusjon kor studenten trekk inn alle dei tre analysemetodane og viser til funn og argument som er gitt isolert tidlegare i rapporten. Studenten viser forståing for kvifor det er nytta fleire analysemetodar, men konklusjonen er noko utydeleg i formuleringane og studenten kunne gjerna også trekt inn nokre av dei viktigaste funna som tyda på vellukka syntese. I motsetnad så konkluderer rapportnummer 132 isolert for dei ulike analysemetodane. Utdraget frå rapporten viser at studenten basert på tolking av IR-spekteret konkluderer med eit reint mellomprodukt. Studenten gir liknande konklusjon for sluttproduktet.

Sampson et al. (2011) trekk fram at elevar ofte ikkje nyttar nok bevis til å støtta påstandane sine. Det ser ein også her når studentar gir konklusjonar av å ha reint produkt på grunnlag av ein analysemetode. Ein TLC-analyse kan til dømes ikkje i seg sjølv stadfesta at ein har eit reint produkt, men den kan gi ein indikasjon på kor mange

forbindinga prøva inneheld. Dersom studentane gir isolerte konklusjonar kan det tyda på at dei ikkje har forstått grunnlaget for å nytta fleire analysemetodar samla for å gi ein konklusjon. Hadde det vore tilstrekkeleg å nytta ein analysemetode for å påvisa forbindinga, ville det ikkje vore naudsynt å nytta dei andre i tillegg. Dei ulike analysemetodane påviser ulike forhold ved strukturane og vil ikkje åleine kunne stadfesta at ynskja produkt er danna. Samla vil analysemetodane derimot kunna gi ein god indikasjon på at ynskja produkt er danna.

#### 5.2.5 Mengde plass studentane gir dei ulike tema i diskusjonen

Ein siste tydeleg forskjell mellom rapportane med høgast og lågast poengsum er prosentdelen av diskusjonen som er via til dei ulike temaa i diskusjonen. Medan mesteparten av diskusjonen i rapportane med låg poengsum er nytta på å samanlikna utbytteprosenten i øvinga med gruppa sine resultat i tillegg til å leggja fram moglege feilkjelder, så er mesteparten av diskusjonen gitt dei ulike analysemetodane og tolkinga av resultatverdiane i rapportane med høg poengsum. Det er det sistnemnte som er det vesentlege i diskusjonen og som får fram studentane sine refleksjonsevner og viser om studenten klarar å koplå saman teori og praksis.

Dette samsvarar med funna for kva kriterium studentane meistrar best. Her blei feilkjelde trekt fram som eit av kriteria studentane gjorde det best på i tillegg til å vera eit kriterium dei er vande med i frå skulen (Eggereide, 2018, s. 57; Kunnskapsdepartementet, 2019, s. 8; Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 5-6). Dette kan tyda på at studentane vektlegg å skriva om det dei kan frå før og finn enklast, noko som igjen tydar på at studentane finn det utfordrande å skriva ein argumenterande tekst kor dei trekk inn relevante resultatverdier for å belys påstandane sine. Igjen vil eg trekkja fram Mestad et al. (2019, s. 157) som peikar på at det er lite fokus på å argumentera for tolkingar i naturvitskaplege fag i skulen.

#### 5.3 Studentane si utvikling over tid

Litt overraskande så viste gruppa med tilfeldig utvalde studentar lite utvikling frå fyrste til siste individuelle rapport. Det var forventa at studentane gjennom å få tilbakemeldingar og å skriva fleire rapportar skulle bli betre til å skriva laboratorierapportar og at poengscoren dermed ville ha ei større positiv utvikling. Resultata frå analysen (tabell

4.5 og tabell 4.6) viser derimot ei gjennomsnittleg utvikling der studentane går opp 0.75 poeng, men det er svært varierende om studentane gjer det betre eller dårlegare på den fyrste individuelle rapporten samanlikna med den siste (figur 4.2). Fira av studentane gjer det betre og fira gjer det dårlegare. Det er heller ingen samanheng mellom korleis studentane gjorde det på dei to rapportane. Det er både studentar som fekk vurderinga «middels» og studentar med vurderinga «under middels» på fyrste individuelle rapport som har gått opp og ned i poeng til den siste individuelle rapporten.

Totalt sett er det liten variasjon for gruppa i kva kriterium dei får fleire eller færre poeng i. Det er ganske jamt spreidd utover slik at nokon har gått ned, medan andre har gått opp på same kriterium. Det er litt høgare total poengsum på kriteria *struktur og funksjonelle grupper IR, resultatverdiar NRM, argument NMR* og *bruk av fleire analysemetodar i konklusjon* i den siste individuelle rapporten samanlikna med den fyrste. Dette kan tyda på at studentane har blitt litt betre til å skriva argumenterande og til å sjå kva resultatverdiar som er relevante å ta med seg vidare. Firing og Moen (2017, s. 17-19) peikar på at skrivetrening og å opparbeida seg erfaringar er viktig for å bli ein betre formidlar. Trass i at utviklinga til studentane ikkje har vore stor så kan det tenkjast at noko av utviklinga er grunna dei har skrive fleire rapportar. Når det er sagt så har dei berre hatt tre individuelle rapportar og ein ville truleg sett ei større utvikling om dei til dømes hadde skrive fem rapportar mellom fyrste og siste individuelle rapport.

Havnes et al. (2012, s. 21) hevdar tilbakemeldingar kan bli sett på som ein av dei faktorane som har sterkest påverknad på læring, og Dysthe et al. (2010, s. 18) og Hoel (2008, s. 122-123) peikar på at tilbakemeldingar er viktig for å bli ein betre formidlar. Difor krev truleg utvikling i studentane si rapportskriving rettleiing i form av tilbakemeldingar som peikar på kva studentane må arbeida med for å levera eit betre resultat. Det er viktig at desse er konkrete og konstruktive til innhaldet slik at studentane veit kva dei må arbeida med vidare for å bli betre (Havnes et al., 2012, s. 21; Hoel, 2008, s. 122-123).

Den låge utviklinga til studentane kan tyda på at mange ikkje har klart å arbeida skikkeleg med tilbakemeldingane dei har fått. Det kan også vera andre grunnar til at utviklinga har vore låg som at tilbakemeldingane ikkje er lest eller at tilbakemeldingane ikkje gav studentane noko konkret å arbeida vidare med. Havnes et al. (2012, s. 23-25) fann i sin studie av tilbakemeldingar i vidaregåande skule at elevar fann det varierende om tilbakemeldingane dei fekk var hjelpsame eller ei, samt at elevane



brukar tilbakemeldingane i mindre grad enn det som er forventa av dei. Dersom dette også er tilfellet for studentane i dette prosjektet så kan det vera med på å forklara kvifor utviklinga ikkje har vore større. Det må også trekkjast fram at studentane har laboratorieøving etterfølgt av rapportskriving kvar veka. Dei fyrste øvingane har ikkje fullstendige rapportar, men det kan bli hektisk å setja seg inn i tilbakemeldingane og å skriva ein ny rapport på kort tid. Meir om tida studentane er gitt til å ferdigstillast rapportane kjem seinare.

Det er varierende kva tilbakemeldingar studentane har hatt å arbeida vidare med. Nokre fekk konkrete og informative tilbakemeldingar som peikar på kva dei måtte jobba vidare med. Andre rapportar var merka med «korrekt»-symbol utan vidare kommentarar, sjølv om rapporten hadde fleire betringspotensiale. Dei ulike typane tilbakemelding har ulike føremål. Ein skil mellom to typar vurdering, summativ vurdering som gir ei vurdering av studenten sitt arbeid eller ei sluttvurdering, og formativ vurdering som er ei tilbakemelding i læringsprosessen som skal gi moglegheit til forbetring, vurdering for læring (Havnes et al., 2012, s. 21; Hopfenbeck, 2016, s. 23).

«Korrekt»-symbolet som er nytta av nokre av rettleiarane er ei vurdering av læringa, ei summativ vurdering, som stadfestar at det studenten har skriva er greitt i forhold til vurderingane. Men den gir ikkje studenten ei tilbakemelding for vidare læring. Rapportskrivinga er ein del av ein læringsprosess kring akademisk skriving og den formative vurderingane er naudsynt for studentane si utvikling. For at studentane skal kunna utvikla seg så er det viktig med konkrete tilbakemeldingar som peikar på kva dei kan arbeida vidare med. Utan tilstrekkeleg rettleiing er det vanskeleg å bli betre.

#### 5.4 utfordringar ved skriveprosessen

Studentane som laboratorierapportane i dette prosjektet er henta frå møter på fleire praktiske utfordringar kring å ferdigstillast ein tilfredsstillande laboratorierapport innan tidsfristen som er gitt dei. Det er mykje som skal skrivast på kort tid. Rapportane er store og omfattande og mykje av det er nytt for mange av studentane. Eg vil vidare trekkja fram nokre praktiske utfordringar som er funne i samband med denne oppgåva.

#### 5.4.1 Store rapportar med kort innleveringsfrist

Laborierapportane i prosjektet er ganske store og omfattande, kring 20 sider, nokre har færre, andre har fleire. Det er mykje innhald som skal med og det er tidkrevjande å framstilla rapporten. Studentane skal mellom anna læra seg reaksjonsmekanismer og teikna desse og ei oversikt over strukturane til forbindingane som inngår i øvinga i eit digitalt teikneprogram. Dei skal setja seg inn i ulike analysemetodar og tolka analysedata som IR-spekter og NMR-spekter. Det er mange resultattabellar som skal framstillast og resultatane frå dei ulike analysemetodane skal tolkast og vurderast opp mot kvarandre, og dette skal komma til uttrykk gjennom diskusjonsdelen.

I emneevalueringa rapporterte studentane å bruka i snitt ti timar på å skriva ein laborierapport. Rapportane skulle ferdigstillast og leverast inn innan klokka 16 to dagar etter laborieøvinga. Dette gir studentane kring 48 timar til rådighet. I denne tida har studentane normalt også undervisning og arbeid i andre emne. Emnet i organisk kjemi gir ti studiepoeng slik at studentar som føl eit normalt studieløp vil ha emne tilsvarande 20 studiepoeng utanom og det kan bli hektisk å skriva ein god rapport i tillegg på denne korte tida.

Det er sjølvstundt fullt mogleg å starta på delar av rapporten før laborieøvinga, men det er lite realistisk at studentane har gjort seg ferdig med store delar av rapporten på førehand. Trass i at til dømes teoridelen og reaksjonsmekanismer kan ferdigstillast på førehand så vil det i mange tilfelle vera enklare og mindre tidkrevjande å gjera dette etter at ein har arbeidd med øvinga på laboriet, gjort seg erfaringar og fått eit betre innsyn i arbeidsmetodane som er nytta. Det kan også tenkjast at studentane skriv rapporten i kronologisk rekkjefølgje og startar med teoridelen og avsluttar med å skriva diskusjonen. Om dette er tilfellet er det høgst synleg mange som får kort tid til å ferdigstillast diskusjonen. Dette kjem også til syne i fleire av rapportane kor diskusjonen er svært kort i forhold til dei andre delane av rapporten og ein eller fleire av analysemetodane er utelate heilt. Dette kan også ha vore med å påverka at mange studentar har vist til resultattabellar og vedlegg i staden for å nytta spesifikke resultatverdiar i grunngjevinga av påstandar. Når det er sagt så er det ikkje sikkert studentane hadde starta mykje tidlegare dersom dei hadde hatt betre tid, men dei hadde hatt moglegheita til det, samt at dei hadde hatt fleksibiliteten til å skriva rapporten på eit tidspunkt som passar bra for dei i forhold til arbeid i andre emne.

Å skulla skriva ein så omfattande rapport på kring 48 timar gir lite rom for å gå gjennom rapporten i sin heilheit og vurdera eige arbeid noko Gragson og Hagen (2010) peika på som viktig og ei utfordring kring rapportskrivinga. Eit lengre tidsrom mellom øvinga og fristen for å levera inn rapporten ville gitt studentane betre tid til å tolka og reflektera over tydinga av resultatata. Det ville også opna opp i større grad for at studentane har moglegheit til å møtast for å diskutera resultatata med andre medstudentar. Samarbeid og å samtala med andre er tidelegare trekt fram som ein viktig del av læringsprosessen og det det sosiokulturelle læringsperspektivet byggjer på. Så trass i at det ikkje er sikkert at studentane hadde starta tidelegare med rapportskrivinga i forhold til fristen eller at ein lengre tidsfrist hadde gitt betre resultat, så hadde det gitt studentane fleire moglegheita til å levera eit godt arbeid og til å arbeida mindre under press.

Ved å ha så omfattande rapportar så møter ein også på problemet om at det er mykje som skal lærast samstundes på kort tid når det kjem til skriveprosessen. I tillegg til at studentane skal læra seg det faglege ved øvinga som å tolka spekter og kva dei ulike analysemetodane viser, så skal dei også læra seg den akademiske skrivinga og den fagspesifikke skrivinga til emnet. Det kunne vore ein fordel å gjera slik som i studien til Wackerly (2018) og introdusert dei ulike rapportdelane gradvis slik at studentane kan fokusera på å læra seg ein mindre del av gangen. Slik vil studentane også få betre tid til å skriva rapporten og til å setja seg inn i og læra det faglege. Ved å tilføra noko nytt ved rapporten kvar gong så vil studentane ha noko nytt å arbeida med i tillegg til noko dei kjenner frå før som dei skal betra ut frå tilbakemeldingane utan at det blir for mykje å ta inn på ein gong. Ei slik oppdeling støttar også det Knain (2008, s. 215) peikar på om at studentane kan få eit auka læringsutbyte ved å utvida rapportskrivinga til ein lengre arbeidsprosess.

Slik emnet var gjennomført i samband med rapportane som er med i dette prosjektet så har studentane hatt store mengder tekst dei skal produsera på kort tid samstundes som dei skal ta omsyn til tilbakemeldingar på mange ulike punkt. Ved å fokusera på at studentane skal læra seg dei ulike delane av rapporten fyrst, og berre skriva fullstendige rapportar ein eller to gonger i slutten av semesteret, så legg ein til rette for ein tilpassa arbeidsbelastning for studentane. Dette lettar også arbeidet til dei som skal retta rapportane. Dei får mindre å retta kvar gong og kan dermed fokusera på å gi studentane gode tilbakemeldingar med konkrete ting å arbeida vidare med.

Studentane får då god rettleiing og får moglegheit til å danna seg ein stabil grunnmur som dei byggjer vidare på gjennom erfaringar og tilbakemeldingar.

#### 5.4.2 Dei skriftlege instruksjonane studentane er gitt

Ein anna viktig del av rettleiinga er informasjonen og instruksjonane som er gitt studentane om rapportskrivinga før dei startar å skriva. Fordi diskusjonen er vanskeleg å skriva (Gastel & Day, 2017, s. 75-76; Wackerly, 2018, s. 76-77) er det viktig med klare instruksjonar. I tillegg til skriveseminaret studentane hadde om rapportskrivinga så fekk dei før dei sat i gang med rapportskrivinga delt ut to dokument for å hjelpa dei med skrivinga. Eit som viser forventta innhald i dei ulike delane av rapporten og vurderingskriteria, og eitt rapportdøme. Det kan diskuteras kor hjelpsame desse er. Dei hjelper nok studentane eit stykke på veg, men samanlikna med dei andre delane av rapporten så er det lite informasjon kring kva som skal med i diskusjonen. Dokumentet som inneheld punkta som skal med burde vore utdjupa med at relevante resultatverdiar skal trekkjast fram og strukturane til forbindingane skal samanliknast i lys av analysemetodane som er nytta slik at ein kan påvisa om syntesen er vellukka. Det burde også vore nemnt at teksten skal vera argumenterande og ikkje ein repetisjon av resultatdelen kor resultatverdiar blir ramsa opp.

Rapportdømet som er gitt studentane inneheld ein kort diskusjon, på godt under ei sida, som tar opp det mest naudsynte, men denne burde også vore meir utdjupande samt innehalda fleire av analysemetodane som er nytta i øvinga. Mellom anna nemnar dømet toppar i IR-spekteret for alle delar av strukturen til forbindinga, sjølv om fleire av dei vil vera gjeldande for både startforbindinga og produktet, og dermed er lite relevante for å skilja dei to forbindingane frå kvarandre. Dette kan mellom anna ha vore medverkande til at mange av studentane i diskusjonsdelen ramsar opp alle resultatverdiar sjølv om fleire av dei er irrelevante i å skilja forbindingane frå kvarandre, slik ein ser i rapportnummer 413. Når rapportdømet trekk inn alle resultatverdiar så er det også naturleg at studentane gjer dette i sine rapportar.

### Rapportnummer 413:

Området  $2979\text{-}2899\text{cm}^{-1}$  viser C-H strekk i alkaner, og  $1597\text{-}1482\text{cm}^{-1}$  viser aromatiske C=C strekk. Fenolske C-H strekk er fra  $1249\text{ - }1207\text{cm}^{-1}$ , og C-O strekk i området  $1284\text{ - }1005\text{cm}^{-1}$  er knyttet til etergruppen.

Vidare er det også ein viktig topp som ikkje er nemnt i dømet. I dømet er det berre ei funksjonell gruppe som er ulik i dei to forbindingane, X er byta ut med Y. Rapporten viser ikkje til at Y er funnen i spekteret til produktet, men at toppen til X er borte. I dømet hevdast det likevel å kunne stadfesta ei vellukka øving med høg reinleik i produktet trass i at ei av dei viktigaste funksjonelle gruppene ikkje er identifisert. Det kjem heller ikkje tydeleg fram av dømet at ein ikkje kan nytta IR-spekter åleine til å stadfesta at eit produkt er reint. Rapporten trekk inn smeltepunkt, og vurderinga av reinleiken er nok basert på dei to analysemetodane samla, men dette kjem litt utydeleg fram i dømet. Det kan verka å vera to separate konklusjonar. Dette kan føra til at studentane tenkjer det er naturleg å konkludera for kvar analysemetode isolert i staden for å gi ein konklusjon som er basert på ei samla vurderinga av dei brukte analysemetodane. Dette er som nemnt tidelegare noko som går igjen i fleire av rapportane.

Betre tilpassa innhaldsliste og rapportdøme som tydeleggjer forventingane til rapportane ville vore gunstig for studentane. Samstundes vil betringa av desse dokumenta i seg sjølv truleg ikkje vera nok for å betra kvaliteten i studentrapportane. Studentane treng i tillegg å arbeida spesifikt med diskusjonsdelen og å setja ord på kva som utgjør ein god rapport (Knain, 2008, s. 219). Dette kan gjerast gjennom å vurdere kvaliteten og kriteria dei nyttar i eiga skriving slik at dei får ei betre forståing for kva som må med i ein god diskusjon.

#### 5.4.3 Bruk av rapportmalar

Tidelegare i oppgåva er det trekt fram både positive og negative sider ved å bruka rapportmalar og faste strukturar. Ringnes og Hannisdal (2014, s. 195) hevdar bruken av ein strukturmal kan følast som tvang og ha ein negativ effekt på motivasjonen til studentane, medan Oliveira (2022, s. 1222) kritiserer bruken fordi studentane kan bli strukturavhengige. I rapportane som er undersøkt føl dei fleste studentane den same

rekkefølga på innhaldet. Dei startar med å samanlikna sitt synteseutbytte opp mot resten av studentgruppa. Vidare omtalar dei feilkjelder før dei går gjennom dei ulike analysemetodane ein etter ein. Det er noko variasjon i rekkefølga på analysemetodane, men mange startar med TLC, går vidare inn på IR og avsluttar med NMR. Det er også nokre studentar som har feilkjelde som siste del før konklusjonen. Desse føl då same rekkefølge som dei ulike punkta i lista over innhald dei skal ha med.

Sjølv om ein ser kritikken igjen i studentrapportane så kan bruken av rapportmalar også ha positive innverknad på studentane si rapportskrivning. Hoel (2008, s. 23) trekk fram at lister med forventa innhald og å arbeida med tekstdøme og kriterium har verdi når studenten er i skriveprosessen og bidrar til å aktivisera kunnskap studentane har frå før. Eg har tidelegare i oppgåva vist at instruksjonane og rapportdømet som er gitt studentane bør betrast for å vera føremålstenleg for studentane. Malar og innhaldslistar er meint til å hjelpa studentane å læra seg sjangeren laboratorierapport. Dermed er det viktig at innhaldet i desse er tilpassa innhaldet som er forventa i rapportane slik at dei er til støtte for studentane der dei har utfordringar. For dei fleste av studentane er dette emnet fyrste gong dei møter på laboratorierapportar av typen som er skrive her. Firing og Moen (2017, s. 104) vektlegg at skrivning er vanskeleg og det krev instruksjonar for å bli betre. Det kan difor vera gunstig for studentane å ha slike rapportdømer og lister å gå ut i frå når dei skal læra å skriva rapportar.

## 6. Avsluttande ord

Målet med dette masterprosjektet var å undersøkje korleis studentar lærer seg akademisk skriving i kjemi gjennom å skriva laboratorierapportar. Problemstillinga og forskingsspørsmåla er prøvd svara på ved å analysere diskusjonsdelen av laboratorierapportar frå eit innføringsemne i organisk kjemi ved eit norsk universitet. Problemstillinga oppgåva tok utgangspunkt i er: Kva fortel laboratorierapportane til kjemi-studentar om deira kunnskapar og ferdigheiter innan akademisk skriving?

For å avgrensa problemstillinga så er den prøvd svara på gjennom to forskings-spørsmål og årsaker til svara på dei. 1. *Kva meistringar og utfordringar har studentar med å skriva diskusjonen i ein laboratorierapport?* 2. *Korleis er utviklinga i den akademiske skrivinga til studentane over tid?*

I dette siste kapittelet i oppgåva vil eg gi ei kort oppsummering av funna, samt trekkja fram implikasjonar for fruktbar praksis kring rapportskriving og vidare forskning på området.

### 6.1 Oppsummering av funna

Resultata av analysen viser at studentane scorar lågare enn forventa på laboratorierapportane og har ei låg utvikling gjennom semesteret. Det er funne at studentane har utfordringar med å skriva ein argumenterande tekst og å trekkja ut relevante resultatverdier som dei nyttar til å grunngje påstandane dei kjem med.

Det konkluderast med at studentane treng øving og god rettleiing i å skriva ein argumenterande tekst og at det kan vera fornuftig å flytta fokuset i opplæringa av rapportskrivinga meir over på diskusjonsdelen av rapporten. Det kan også vera fornuftig å prøva å minka talet fullstendige rapportar studentane skal skriva i løpet av eit semester samt å gi dei lengre tid til å ferdigstilla kvar rapport. Det er lagt fram eit forslag om å prøva å innføra rapportskrivinga gradvis gjennom semesteret ved at studentane kvar gong skal skriva ein større del av rapporten i tillegg til det dei alt er introdusert for. I tillegg blei det peika på at det er viktig å retta fokus på at studentane får gode og konkrete tilbakemeldingar på ting dei må arbeida vidare med. Det blir i neste delkapittel gått nærare inn på endringsforslag og implikasjonar for fruktbar praksis kring rapportskriving.

Det er viktig å peika på at det i dette prosjektet berre har blitt undersøkt rapportar frå eitt kjemiemne. Resultata vil vera gyldige for denne studentgruppa, men kan ikkje seiast å gjelda rapportskriving generelt. Ulike emne vil ha ulike utfordringar og studentgrupper. Ein kvar må difor vurdere om det som er skildra i dette prosjektet kan vera gyldig for andre grupper også, før det vert gjort ei vurdering av om forslaga til tiltak for å betra rapportskrivinga som er skildra i denne oppgåva også kan vera gunstige for andre studentgrupper.

## 6.2 Implikasjonar for fruktbar praksis kring rapportskriving

Fokuset i denne oppgåva har vore på korleis studentar lærer seg akademisk skriving gjennom å skriva laborierapportar i kjemi på universitetet. Ein bør stilla seg spørsmålet: Kva ynskjer ein at studentane skal få ut av rapportskrivinga? Ynskjer ein at studentane skal lære seg akademisk skriving, lære seg å tolka og reflektera over øvingane, og å få ei betre forståing av det faglege? Eller ynskjer ein produksjon av mange fullstendige rapportar på få veker som inneheld mykje teori og lite tolking og argumentering?

Dersom svaret er at studentane skal lære seg akademisk skriving og få eit fagleg utbytte bør fokuset i undervising knytt til rapportskriving rettast mot diskusjonen og det å skriva ein argumenterande tekst. I tillegg til å fokusera på diskusjonsdelen så vil eg basert på funna i dette masterprosjektet også føreslå nokre andre endringar og fokusområde til framtidige emne med skriving av laborierapportar. Dette er ulike forslag til tiltak som det bør takast ei vurdering av om lar seg gjennomføra på ein fornuftig måte før dei blir testa ut. Det bør også takast ei vurdering av kva tiltak ein skal prøva og om det er gunstig å prøva fleire av tiltaka samstundes.

### 6.2.1 Fokus på diskusjonsdelen og å skriva ein argumenterande tekst

Rapportane som er undersøkt her viser at studentane skriv mykje på kort tid, men har lite trening over tid i dei spesifikke delane av rapporten. Diskusjonane er prega av å ha for lite innhald og er skriven på eit lågt nivå kor teksten i liten grad er argumenterande. Ettersom diskusjonen er sett på som den vanskelegaste delen av ein laborierapport å skriva bør den også bli arbeidd med i tilstrekkeleg grad. Her må studentane tenkja, tolka og reflektera. I tillegg må dei formidla dette på ein fornuftig måte gjennom



teksten dei skriv. I motsetnad er teoridelen i stor grad basert på at studentar hentar fakta frå læreboka eller andre kjelde, noko dei fleste er vande med frå skulen og har god trening i frå før. Fokus på teoridelen gir lite refleksjon og kunnskap som hjelper studentane å knyta teori og praksis saman. Det er tidelegare peika på at refleksjon er viktig for læringsutbyttet og denne kjem til syne i diskusjonsdelen av rapporten. Ved å flytta fokuset meir over på diskusjonsdelen vil studentane i større grad få trening i å reflektera og å visa til sine tolkingar av resultata frå øvinga. Det vil då bli fokus på refleksjon og argumentasjon som er der analysen i dette prosjektet viser at utfordringane til studentane ligg.

Analysen av rapportane tydar på at ferske studentar har lite erfaring med tolking av analysedata og å skriva ein argumenterende diskusjon i sine laborierrapportar kor dei trekk inn relevante analysedata. Funn frå litteraturen støttar dette og peikar på at elevar i skulen ha lite erfaring med argumentering og tolking av analysedata (Mestad et al., 2019, s. 137-138; Sampson et al., 2011, s. 218). Det vil difor vera fornuftig å fokusera på å læra studentane å skriva argumenterende i samband med innføringa av rapportskrivinga i høgare utdanning. Eit forslag er å prøva ut eit liknande opplegg som det Sampson et al. (2011) har testa i sin studie. Dette må tilpassast studentgruppa og det er mogleg å berre trekkja ut delar av opplegget for å hjelpa studentane til å bli betre til å argumentera. Til dømes kan studentane arbeida saman i mindre grupper for å danna argument, leggja dei fram for ein større del av studentgruppa, få tilbakemeldingar på argumenta og prøva å betra argumenta sine.

#### 6.2.2 Lengre tidsfrist på innleveringa av rapporten

Eit endringsforslag er å endra tidsfristen studentane har på å skriva ferdig rapportane. Rapportane er omfattande og ved å gi studentane lengre tid så får dei også betre tid til å reflektera og framstilla sine tolkingar på ein god måte. Ved å gi studentane frist fram til neste laborierdag så har dei kring ei veka på å ferdigstilla rapportane. Dette gir dei god tid til å arbeida med tolkinga av resultata og det gir dei også tid til å møta andre studentar for å diskutera resultata. Ulempa med denne fristen er at studentane ikkje vil få tilbake ein retta rapport før dei skal i gang med å skriva ein ny. Dersom det er målet så må ein sjå på andre tiltak for at rapportane skal bli mindre omfattande slik at det er overkommeleg å ferdigstilla eit godt resultat innan fristen. Neste endrings-

forslag er eit forslag som kan løysa denne utfordringa slik at ein kan behalda ein kortare frist, vertfall i starten.

### 6.2.3 Gradvis innføring av rapportskrivinga

Neste endring eg vil føreslå er å innføra rapportskrivinga gradvis slik at studentane ikkje skriv fullstendige rapportar etter kvar øving. Her vil eg føreslå at diskusjonen blir introdusert tideleg slik at studentane får arbeid med den gjennom mesteparten av semesteret. Eit forslag er å introdusera dei ulike delane i følgjande rekkjefølgje: resultat, diskusjon, metode og introduksjon, før ein til slutt skriv ein eller to fullstendige rapportar.

Tanken bak er at resultatata må framstillast før ein kan diskutera dei, difor må resultatdelen introduserast før ein går i gang med å introdusera diskusjonen. Vidare er metoddelen ein ganske ny del for studentane fordi det tidelegare gjerna berre er referert til labhefte eller skrive ei utstysliste. Metoden skal vera kort og konsis, skriven i passiv skrivestil og nøyaktige mengder skal skrivast i både utmålt mengde og stoffmengd. Denne nye skrivemåten er det som ser ut til å vera utfordringa for studentane her. Ein sit då til slutt igjen med introduksjonen, eller teoridelen som den ofte blir vist til. Dette er ein del studentane er godt vande med å skriva frå før, men det vil også vera nye faktorar i denne knytt til det spesifikke faget. Det er den enklare delen av rapporten fordi den består av å leggja fram kunnskap frå kjelder og studentane slepp å reflektera, argumentera og komma med tolkingar. Det er likevel ein tidkrevjande del å skriva.

### 6.2.4 Kvarandrevurdering

Eit anna forslag er å testa kvarandrevurdering som ein del av tilbakemeldinga og rettleiinga studentane får. Ved å sjå på andre sitt arbeid får ein innsyn i alternativ til sin eigen måte å løysa rapportskrivinga på. Gragson og Hagen (2010, s. 65) fann i sin studie at studentane gjennom kvarandrevurderinga også fekk betre innsyn til å vurdere og revidera eige arbeid. Resultatet av den studien må sjåast på med eit litt kritisk blick då det var mange faktorar som var endra på ein gong. Men det blir også peika på andre plassar at ein lære av å sjå på andre sitt arbeid for å sjå andre moglege måtar å løysa ei oppgåva på. Dysthe et al. (2010, s. 18) trekk fram at både det å gi og å få

tilbakemeldingar har ein stor læringsverdi, og Sampson et al. (2011, s. 222-223) peikar på at kvarandrevurderingar gir elevar moglegheit til å utvikla seg som kritiske tenkjarar og dei får moglegheit til å sjå dømer på sterke og svake argument.

Det er viktig at dette arbeidet ikkje blir for omfattande for studentane, men dei kan til dømes ta for seg ein eller to delar av rapporten som dei kjem med tilbakemeldingar på. Dette treng heller ikkje vera eit ein-til-ein arbeid, men studentane kan saman i par sjå på to andre studentar sine rapportar. Slik får alle sett to andre rapportar, og alle får tilbakemeldingar i frå medstudentar på sitt eige arbeid. I studien til Sampson et al. (2011, s. 222) gjorde elevane dette saman i grupper. Fordi studentane er i ein læringsprosess så vil dei også ha behov for tilbakemelding frå ein undervisningsansvarleg slik at ikkje den einaste tilbakemeldinga dei får er frå andre som også er i læringsprosessen.

#### 6.2.5 Tilbakemeldingar

Det er viktig å fokusera på at studentane får gode tilbakemeldingar på rapportane slik at dei har noko konkret å arbeida vidare med. Laboratorierapportane er ein del av prosessen å læra seg akademisk skrivning. Ein læringsprosess som krev trening og god rettleiing. Fokus på vurdering for læring med eit mål om at studentane skal utvikla seg til gode tekstformidlarar er dermed viktig. I dette prosjektet er ikkje kvaliteten på tilbakemeldingane studert, men det er observert stor variasjon i tilbakemeldingane studentane får og kor godt grunnlag dei gir for at studenten skal ha noko å arbeida vidare med. Det er viktig at dei som retter har ei felles forståing for kva som er viktig og retter rapportane ut i frå dei same vilkåra. Det er også behov for utvikling av denne forståinga slik at den samsvarar med det som kjenneteiknar gode rapportar. For diskusjonen er det mellom anna viktig at tilbakemeldingane fokuserer på om studenten meistrar å skriva argumenterande og å trekkja fram dei relevante resultatverdiane som grunnlag for sine påstandar.

#### 6.3 Implikasjonar for vidare forskning

I masterprosjektet mitt har eg undersøkt ein liten del av det å læra seg rapportskrivning på universitetet. Funna peikar på at det kan vera gunstig å undersøkje eit større område av rapportskrivninga og det å læra seg akademisk skrivning. For vidare forskning

på området så kan det vera fornuftig å undersøkje om endringsforslaga som er lagt fram har innverknad på kvaliteten til rapportane og utviklinga studentane viser over tid. Det kan også vera lurt å gå nærmare inn å sjå på studentane si utvikling i lys av tilbakemeldingane dei har fått på rapportane. Brukar studentane tilbakemeldingane aktivt? Er det samanheng mellom type tilbakemelding studentane får og utviklinga dei viser over tid? I tillegg burde også andre delar av rapportane undersøkast nærmare for å finna kor utfordringane i dei ligg. Det kunne også vore interessant å intervjuar studentane som har skrive rapportane undervegs i prosessen for å finna ut kva studentane sjølv meinare er utfordrande og kor dei tenkjer det er behov for meir rettleiing. Blir rapportane betre dersom studentane får rettleiing der dei sjølv meiner det er behov?

## Litteraturlista

- Cohen, L., Morrison, K. & Manion, L. (2011). *Research methods in education* (7. utg.). Routledge.  
[https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=548475&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp\\_Cover](https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=548475&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_Cover)
- Dysthe, O., Hertzberg, F. & Hoel, T. L. (2010). *Skrive for å lære: Skrivning i høyere utdanning* (2. utg.). Abstrakt forlag.
- Eggereide, S. E. (2018). *Tegn på forståelse av kjemi i elevrapporter: En undersøkelse av elevrapporter i programfag i kjemi* [Masteroppgåve, Universitetet i Bergen]. Bergen Open Research Archive. <https://hdl.handle.net/1956/18108>
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.  
<https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Eriksen, R. T. (2008). Frå faktakopiering til fagskriving: informasjonskompetanse på veg inn i skulen. I R. T. Lorentzen & J. Smidt (Red.), *Å skrive i alle fag* (s. 136-146). Universitetsforlaget.
- Firestone, W. A. (1993). Alternative arguments for generalizing from data as applied to qualitative research. *Educational Researcher*, 22(4), 16-23.  
<https://doi.org/10.3102/0013189X022004016>
- Firing, K. & Moen, F. (2017). *Nøkkelen til akademisk skriving: Øvelse gjør mester*. Orkana Akademisk.
- Gastel, B. & Day, R. A. (2017). *How to write and publish a scientific paper* (8. utg.). Cambridge University Press.
- Gragson, D. E. & Hagen, J. P. (2010). Developing technical writing skills in the physical chemistry laboratory: A progressive approach employing peer review. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 62-65. <https://doi.org/10.1021/ed800015t>
- Greek, M. & Jonsmoen, K. M. (2016). Hvilken tekstkyndighet har studenter med seg fra videregående skole? *Uniped*, 39(3), 254-270.  
<https://doi.org/10.18261/issn.1893-8981-2016-03-06>
- Havnes, A., Smith, K., Dysthe, O. & Ludvigsen, K. (2012). Formative assessment and feedback: Making learning visible. *Studies in Educational Evaluation*, 38(1), 21-27. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2012.04.001>
- Hoel, T. L. (2008). *Skriving ved universitet og høgskular - for lærarar og studentar*. Universitetsforlaget.
- Hopfenbeck, T. N. (2016). *Å lykkes med elevvurdering*. Fagbokforlaget.
- Hoy, W. K. & Adams, C. M. (2016). *Quantitative research in education: A primer* (2. utg.). SAGE Publications.
- Hsieh, H.-F. & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.  
<https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Kelly, G. J. & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342. <https://doi.org/10.1002/sce.10024>
- Knain, E. (2008). Skrivning omkring praktisk arbeid i naturfag. I R. T. Lorentzen & J. Smidt (Red.), *Å skrive i alle fag* (s. 215-227). Universitetsforlaget.
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Fastsett som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.  
<https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/NAT01-04.pdf?lang=nob>

- Lykknes, A. & Smidt, J. (2008). "Strukturert og ordentlig" - om å skrive forsøksrapport i naturfag på ungdomstrinnet. I R. T. Lorentzen & J. Smidt (Red.), *Å skrive i alle fag* (s. 204-214). Universitetsforlaget.
- Mestad, I., Knain, E. & Kolstø, S. D. (2019). Utvikle faglig innsikt gjennom snakk, skriving og visuelle uttrykk. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 134-170). Universitetsforlaget.
- Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier: den skrivende forskeren*. Universitetsforlaget.
- Oliveira, A. W. (2022). Supporting student science writing: Beyond unreflective macroscaffolds. *Research in Science Education*, 52(4), 1207-1224. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10006-w>
- Osborne, J. F. & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638. <https://doi.org/10.1002/sce.20438>
- Polit, D. F. & Beck, C. T. (2010). Generalization in quantitative and qualitative research: Myths and strategies. *International Journal of Nursing Studies*, 47(11), 1451-1458. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.06.004>
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk: kjemi i skolen* (3. utg.). Cappelen Damm akademisk.
- Sampson, V., Grooms, J. & Walker, J. P. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257. <https://doi.org/10.1002/sce.20421>
- Svartdal, F. (2020, 3. april). *Reliabilitet*. Store norske leksikon. Henta 21.11.2022 frå <https://snl.no/reliabilitet>
- Säljö, R. (2013). Støtte til læring - tradisjoner og perspektiver. I R. J. Krumsvik & R. Säljö (Red.), *Praktisk pedagogisk utdanning: en antologi* (s. 53-79). Fagbokforlaget.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument* (Updated. utg.). Cambridge University Press.
- Utdanningsdirektoratet. (2021). *Læreplan i kjemi (KJE01-02)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/KJE01-02.pdf?lang=nob>
- Wackerly, J. W. (2018). Stepwise approach to writing journal-style lab reports in the organic chemistry course sequence. *Journal of Chemical Education*, 95(1), 76-83. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00630>
- Wu, J. (2011). Improving the writing of research papers: IMRAD and beyond. *Landscape Ecology*, 26(10), 1345-1349. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9674-3>