

Djupneforståing i tradisjonelle prøvar

*Ein kvalitativ studie av kapittelprøvar og elevsvar frå
programfag i kjemi*

Randi Skei Bakketun



Masteroppgåve i kjemididaktikk

Kjemisk institutt

Det matematisk-naturvitskaplege fakultet

Universitetet i Bergen

Desember 2021

Forord

Med denne masteroppgåva avsluttar eg mi 5-årige integrerte lektorutdanning i kjemi og matematikk ved Universitetet i Bergen. Tida ved universitetet har lært meg mykje, og eg gler meg til å endeleg kunne starte på livet som ferdigutdanna lektor.

Først og fremst vil eg rette ein stor takk til Matthias Stadler, for mange timar med god rettleiing, og for tryggande ord når frustrasjonsnivået tidvis var høgt. Eg vil òg takke elevar og lærarar som har bidrege med innsendingar til datamaterialet.

Til slutt ein takk til vener og familie for støttande ord og motivasjon undervegs i prosessen, og til medstudentar som har gjort dei siste fem åra kjekke og givande.

#Lektorlove frå meg!

Randi Skei Bakketun

Samandrag

Skriftlege prøvar er ei mykje brukt vurderingsform i norsk skule, også i programfaga kjemi 1 og kjemi 2. Dei er nokså enkle å gjennomføre, ein får testa mykje på ein gong, og elevane er vane med at produksjon av skriftlege svar er nødvendig for å vise kunnskapar og ferdigheiter. Likevel er dei tradisjonelle prøvane omdiskuterte med tanke på kva mogelegheiter dei faktisk gir for å vurdere elevane, og kva mogelegheiter elevane har til å få vist djupne i sine forståingar.

Føremålet med mi masteroppgåve har derfor vore å sjå nærmare på gjennomførte prøvar for å undersøke kva elevsvara viser av kjemikunnskapar og djupneforståinga, med fokus på oppgåvene utan rekneaspekt. Datamaterialet analysen er gjort på er eit sett med 5 kapittelprøvar samla inn for 12 elevar frå ein kjemi 1-klasse, som eg fekk tilgang til gjennom rettleiar. Etter å ha sett meg inn i litteratur og forskning knytt til skriftlege prøvar som vurderingsform og djupnelæring, formulerte eg følgjande 4 forskingsspørsmål:

- 1) Korleis kan svarformatet til elevar på prøver i kjemi 1-faget koplast til kjemiforståing og djupnekunnskapar?
- 2) Har elevar som forklarar meir utfyllande rundt kjemiske svar på prøvar også større evne til å svare rett?
- 3) Kva kunnskapsformer nyttar elevar i ein kjemi 1-klasse på tekstoppgåver på prøvar, og kva mogelegheiter gir desse kunnskapsformene når det kjem til å vise djupnekunnskapar?
- 4) Kor godt fungerer SOLO-taksonomien i evaluering av prøvesvara i ein kjemi 1-klasse?

I arbeidet er både oppgåver og elevsvar for prøvane blitt kategorisert. Resultata tyder på at oppgåvene har eit forbettringspotensiale når det kjem til å etterspørje djupnekunnskapar hos elevane, og at nokre elevar i utstrekt grad har tendensar mot å svare nokså mangelfullt på oppgåver. Der elevane svarar meir utfyllande nyttar dei seg av for det meste språklege kunnskapsformer som fakta, trendar/generelle samanhengar, definisjonar og grunngjevingar. Også symbolske kunnskapsformer som figurar og reaksjonslikningar er til stade i dei utfyllande svara, og desse har, slik eg ser det, ei unik evne til å få fram både djupne, samanhengar og misoppfatningar i elevane sine forståingar. Vidare tyder analyse ved hjelp av SOLO-taksonomien på at elevane i klassen gir svar som er på klart lågare SOLO-nivå enn ein skulle forvente frå aldersgruppa.

Det kan tyde på at både lærarar og elevar har ein veg igjen å gå i eit djupnelæringsperspektiv, og at dei tradisjonelle (kapittel)prøvane ikkje er ei ideell vurderingsform slik dei står i dag.

Innhald

Forord	iii
Samandrag	v
Kapittel 1: Innleiing	4
1.1 Val av oppgåve.....	4
1.2 Oppbygging.....	5
1.3 Oppklaring rundt språk og omgrep.....	5
Kapittel 2: Teori	6
2.1 Vurdering.....	6
2.1.1 Summativ og formativ vurdering	6
2.1.2 Vurderingskompetanse	7
2.1.3 Negative effektar på undervisning og læring	8
2.2 Djupnelæring	8
2.2.1 Kva er djupnelæring?	8
2.2.2 Djupnelæring og pensum.....	9
2.2.3 Djupnelæring og prøvar.....	10
2.2.4 Korleis kan ein observere at noko er lært i djupna?	11
2.3 Forskingsbaserte system for elevvurdering	12
2.3.1 Windows into the Mind	12
2.3.2 SOLO-taksonomien.....	14
2.4 Vurdering i kjemifaget	17
2.5 Mine forskingsspørsmål	19
2.6 Oppsummering	19
Kapittel 3: Metode	20
3.1 Kvalitativ metode	20
3.2 Tankar rundt mitt forskingsdesign.....	21
3.2.1 Tekststudie.....	21
3.2.2 Induktiv og deduktiv tilnærming.....	21
3.2.3 Tematisk analyse	22
3.3 Datamaterialet	23
3.3.1 Datainnsamlinga	23
3.3.2 Tal oppgåver.....	23
3.3.3 Rekonstruksjon av oppgåvetekstar	24
3.4 Første møtet med koding	24

3.4.1	Transkribering	24
3.4.2	Kodeprosessen	25
3.5	Skildring, organisering og utveljing av datamaterialet	25
3.5.1	Inndeling i oppgåvetypar	26
3.5.2	Inndeling i svartypar	28
3.6	Analyse av utvald datamateriale	33
3.6.1	Kunnskapsformer til uttrykk	34
3.6.2	Strukturanalyse ved hjelp av SOLO-taksonomien	39
3.7	Kvaliteten på studien	41
3.7.1	Reliabilitet	41
3.7.2	Validitet	43
3.7.3	Mogeleghet for generalisering	44
3.8	Etikk	45
3.9	Oppsummering	45
Kapittel 4:	Resultat	47
4.1	Oppgave- og svartypar i datamaterialet	47
4.1.1	Oppgåvetypar	47
4.1.2	Svartypar	47
4.1.3	Riktigheit	49
4.2	Djupdykk i kategori 4-svar	51
4.2.1	Kunnskapsformer	51
4.2.2	Struktur ved SOLO-taksonomien	65
4.3	Oppsummering	67
Kapittel 5:	Diskusjon	68
5.1	Prøvane i datamaterialet	68
5.1.1	Summativt vs. formativt fokus?	68
5.1.2	Oppgåvene	69
5.2	Tankar rundt mangelfulle svar	70
5.2.1	Blanke svar	71
5.2.2	Svar utan forklaring	72
5.2.3	Djupnelæring i dei mangelfulle svara	73
5.3	Tankar rundt utfyllande svar	73
5.3.1	Riktigheit	74
5.3.2	Kunnskapsformer i lys av djupnelæring	74
5.4	SOLO-taksonomien si nytte i kjemi 1-faget	81
5.4.1	Det utvida abstrakte nivået er ikkje å finne	83

5.4.2 Utfordringar ved tildeling av SOLO-nivåa.....	85
5.5 Oppsummering	86
Kapittel 6: Konklusjon og avsluttande ord	88
Referansar	90

Kapittel 1: Innleiing

1.1 Val av oppgåve

Vurderingsarbeid er ein kjerneaktivitet for lærarar på alle trinn. Lærarar skal gjennom skuleåret ha ei løpande vurdering av korleis elevane gjer det, og korleis dei ligg an når det gjeld måloppnåing for kompetansemål og vurderingskriterium i dei ulike faga. I ungdomsskulen og den vidaregåande skulen krevjast det i alle fag og i alle terminar at elevane skal få rettferdige og grunngjevne vurderingar og karakterar. Dette vurderingsarbeidet kan skje på mange måtar, og i den samanheng er det vanleg å dele dette opp i formative og summative vurderingar. Den formative vurderinga skal gi informasjon til eleven om kvar hen er i prosessen, og gi råd om vegen vidare for å verte endå betre på ein ferdigheit eller ein kunnskap. Den summative har som føremål å måle desse ferdigheitene eller kunnskapane.

Når det gjeld vurdering i norsk skule, er det i dag eit arsenal av moglegeheiter. I mi tid som elev i norsk skule, og deretter som lektorstudent i praksis ved både ungdomsskule og vidaregåande skule, har eg sett vurderingar i mange ulike former. Eksempel eg kjem på er skriftlege prøvar og testar, innleveringar, munnlege prøvar med berre lærar til stade, framføringar for heil eller halv klasse, tverrfaglege tekstar, podkastar, filmar, skodespel, lage nettside, lage app og praktiske utføringar av for eksempel laboratoriearbeid. Fleire av desse vurderingsformene har eg sett skje både individuelt eller i par/grupper. Sjølv med dette (og sannsynlegvis endå fleire forslag) i mente, er mi oppfatning likevel at den tradisjonelle skriftlege prøven framleis dominerer som vurderingsform i norsk skule, eventuelt med ein avsluttande skriftleg prøve i heildsform på slutten av terminen. Denne oppfatninga har vorte styrka gjennom det integrerte lektorstudiet, sidan vurdering generelt, og skriftlege prøvar spesielt, har vorte tematiserte fleire gonger i didaktikkemne i både naturfag og kjemi. Vi har blant anna undersøkt og drøfta prøvar, oppgåveformuleringar og elevbesvaringar i kjemifaget, noko eg tolkar som ei erkjenning av at prøvane framleis er viktige for kjemilærarar og elevar i vurderingssamheng. Dette støttast og av Utdanningsdirektoratet (2015) sin rapport av faggjennomgang av naturfaga, kor det kom fram at skriftlege prøvar med karakterar i over 95 % av tilfella utgjorde grunnlaget for sluttvurderingar i programfaga kjemi 1 og kjemi 2. Det kan vere mange grunnar til den omfattande bruken av prøvar, og dei eg sjølv finn mest dominerande er at det er eit svært handterleg format når det gjeld både tidsbruk og oversikt i vurderingssituasjonen, men òg i vurderingsarbeidet lærarar gjer i ettertid. Å ha elevresponsane skriftleg og å i ro og mak kunne arbeide seg gjennom vurderingane framstår for ein (snart) fersk lektor som svært trygt og godt – både for kvaliteten på tilbakemeldingane som vert gitt, men òg for det å vere sikker i si sak, dersom det skulle oppstå klager eller liknande.

Sjølv om Kjemi 1 er rekna som eit munnleg-praktisk fag, er dei skriftlege vurderingane altså både utbreidde og allment godkjende, og elevane godtek stort sett at det er nødvendig å produsere skriftlege svar for å få fram kunnskapar og ferdigheiter. Etter undervisning om vurdering og oppgåver i kjemididaktiske emne, sat eg igjen med eit ønske om å nytte arbeidet med masteroppgåva til å undersøke kva slike skriftlege prøvar kunne fortelje meg, både som lektor og som kvalitativ forskar. Etter å ha forhøyr meg med rettleiar, vart eg gjort kjend med at det eksisterte allereie innsamla materiale frå ein kjemi 1-klasse, som kunne nyttast til mitt føremål. Det var snakk om kapittelprøvar samla inn frå klassen gjennom nesten eit heilt

skuleår. Denne moglegheita tok eg, i håp om å lære og finne ut noko om vurderingsforma, og kva elevar får vist av kjemikunnskapar på slike skriftlege prøvar, særleg i lys av djupnekunnskapar som eg opplever som eit stadig viktigare mål i norsk skule. Eg ønska òg å kunne gjere meg opp tankar rundt bruken av skriftlege prøvar, bruken av oppgåver på slike prøvar i kjemifaget generelt, og slik sett kome med implikasjonar for vidare bruk både i klasserommet og for forskning. Meir spesifikke forskingsspørsmål kjem eg tilbake til mot slutten av neste kapittel.

1.2 Oppbygging

Oppgåva mi er delt inn i seks hovudkapittel. I første kapittel, innleiinga, skildrar eg motivasjonen for temaet, oppbygging og nokre oppklaringar rundt språket i oppgåva. I teorikapittelet (kapittel 2) ser eg på relevante teoretiske idear og forskning som finnast rundt tema som vurdering, djupnelæring og prøvar, før eg presiserer kva forskingsspørsmål eg har funne spesielt interessant å undersøke. Metodekapittelet (kapittel 3) gir eit innblikk i kva som er gjort, og kva vurderingar som ligg til grunn for kvalitet og etikk for studien. I det fjerde kapittelet vert resultatane lagt fram, slik at funna frå analysen vert synlege for lesarar. Desse diskuterast vidare i kapittel 5, kor eg forsøker å sjå funna i lys av det teoretiske rammeverket frå kapittel 2. I siste og avsluttande kapittel kjem eg med nokre avsluttande tankar rundt sentrale moment i oppgåva, i tillegg til implikasjonar for vidare forskning og for mitt vidare arbeid med prøvar i skulen.

1.3 Oppklaring rundt språk og omgrep

Eg hadde eit ønske om å skrive masteroppgåva mi på nynorsk, fordi det er det skriftspråket eg har mest tilknytning til. Dette har likevel bydd på nokre utfordringar undervegs i skrivinga. Mykje av faglitteraturen har eg lese på engelsk. I omsetjinga frå engelsk til bokmål (som dei fleste omsetjingsprogram tilbyr) går somme tider nokre nyansar tapt, og i omsetjinga vidare til nynorsk har eg i nokre tilfelle mista endå fleire nyansar. For eksempel er eg ikkje heilt nøgd med omgrepet «bruk» som omsetjing der ein i bokmål litteratur nyttar «anvendelse». I nokre tilfelle har eg måtte godta slike litt unyanserte omsetjingar, og håpar at det likevel er tydeleg kva som er meint. I andre høver er nyansane for viktige for oppgåva til å godta at desse går tapt. Eit eksempel er at eg i oppgåva mi ser det naudsynt å skilje mellom «et svar» og «en besvarelse», men her blir nynorsken for ordfattig. For å unngå forvirring både hos meg sjølv og lesarar, har eg derfor lånt og nynorskifisert dette ordet, og skil derfor i teksten min mellom *eit svar* og *ei besvaring*. Eit svar er meint som det enkelte tekststykket ein elev har skrive som svar på ei oppgåve, ei deloppgåve eller eit delspørsmål. Ei besvaring er meint som ein elev sitt totale svar på ei prøve, altså alle ark som vert levert knytt til ein prøvesituasjon. Eg kunne brukt innlevering som omgrep, men heller ikkje dette synast eg er dekkjande.

Ein siste kommentar til språkvalet i oppgåva, er at eg for betre flyt har vald å omsetje ordlyden i oppgåvetekstar og svar til nynorsk der desse vert brukt som eksempel i teksten min. Eg har for kvart eksempel vurdert om det er noko som forsvinn med tanke på innhald, nyansar og analyse, og eg føler meg nokså trygg på at dette ikkje er tilfellet.

Kapittel 2: Teori

2.1 Vurdering

Vurderingsarbeid er ein sentral del av kvardagen på skular verda over. Vurdering i læring og undervisning har utvikla seg til å bli eit omfattande felt som rommar mange hensikter, både kvalitative og kvantitative metodar, ulike design og teoriar (Eggen, 2007). Dette gjenspeglast i mengda litteratur som finnast om emnet, med forskning, råd og oppfordringar til skular og lærarar om korleis å forbetre eigen vurderingspraksis.

2.1.1 Summativ og formativ vurdering

I Noreg skiljast det tradisjonelt, som nemnt i innleiinga, mellom summative og formative vurderingsformer. Desse går òg under høvesvis vurdering *av* og *for* læring, og *undervegs*- og *slutt*vurdering. Meininga bak desse omgrepa er ikkje eintydige, og ulike forfattarar har sine egne måtar å definere skilnaden på dei to formene på. Hopfenbeck (2016, s. 23) hevdar at summative former kan forståast som ei sluttvurdering, t.d. standpunkt karakterar i eit fag som viser både eleven og samfunnet kva kompetansenivå eleven har i faget ved avslutta skuleår, og at dei òg kan omfatte karaktersetjing på prøvar som vert gjevne gjennom året. Vidare skriv ho at formative vurderingspraksisar har som mål å gi tilbakemelding til elevane medan dei er i ein læringsprosess, og framleis har mogelegheit til å endre på elevarbeidet sitt, noko som oftast inneber mogelegheiter for eigenvurdering, parvurdering, tilbakemeldingar ein kan lære av, ei aktiv elevrolle og mogelegheit for elevane til å medverke i vurderingsarbeidet. Eggen (2007) si forklaring skil heller mellom kva ein vurderer eleven opp mot; medan formativ vurdering har som referanse eit mål som setjast for den som skal lære, kan summativ vurdering ha som referanse ei nasjonal norm, kriterium eller målsetjing. Black og Wiliam (2009, i Hopfenbeck, 2016, s. 23) på si side meiner at vurderingspraksisar først er formative når elevane har greidd å nytte tilbakemeldingar for å forbetre si eiga læring. Omgrepa er altså fleirtydige, men i mine auger vil formativ vurdering innebere vurderingsarbeid som har som hensikt å fremje læring undervegs i læringsprosessen, medan summativ vurdering vil innebere å måle og talfeste læringa, noko som kan føregå både undervegs i læringsprosessen og til slutt.

Hopfenbeck (2016, s. 23) skriv at det er fleire forskarar som påpeikar at det er glidande overgangar mellom summativ og formativ praksis. Dette kjenner eg meg igjen i når det kjem til t.d. prøvar som vert karaktersettt gjennom året. Dei er som regel med og dannar grunnlag for den endelege slutt karakteren i faget, og er gjerne meint som avslutning av eit kapittel eller emne. Likevel kan det argumenterast for at elevane framleis er i læringsprosessen i faget, og det same pensumet skal gjerne testast igjen seinare i større vurderingar, som heildagsprøvar eller eksamenar. Prøvane kan dermed absolutt vere ein del av ein formativ praksis, kor tilbakemeldingar, eigenvurderingar og etterarbeid kan føre til forbetra læring hos elevane. Dette er noko som absolutt ikkje er nokon sjølvfølge, og eg har fleire gonger både sett og opplevd at det i etterkant av prøvar vert gjort lite i den formative retninga. Karakterar og korte tilbakemeldingar vert gjevne, men lærar har allereie bevega seg langt ut i neste emne. Dette kjem gjerne av at lærarar føler på eit tidspress for å komme gjennom alle tema som skal dekkast, og at tida for å stoppe opp ofte ikkje er tilstrekkeleg.

Sjølv om det kan vere glidande overgangar mellom summative og formative vurderingsformer, er det, som forklart over, ofte òg skildra eit skilje mellom dei to. I ytste forstand er dei til og med forklart som ein dikotomi innan vurdering (Eggen, 2007), noko som betyr at dei gjensidig utelukkar kvarandre (Tranøy og Zawadzka, 2021). Nokre gonger nyttast skiljet til å seie noko om kva som er den mest ønskelege vurderingspraksisen; «There is an unfortunate contrast – put simply as ‘formative assessment good, summative assessment bad’» (Black, 2016, sitert i Hopfenbeck, 2016, s. 28). Denne rangeringa gjer det ikkje lett for lærarar i deira vurderingspraksis, sidan dei underviser i eit system kor samfunnet treng summative vurderinga av elevane for å kunne vite kompetansenivået til elevane ved avslutta skulegang (Hopfenbeck, 2016, s. 28). I ein samanheng kor målet er å finne ein balanse mellom formative og summative vurderingspraksisar, vil det ifølgje Hopfenbeck vere lite fruktbart med harde linjer mellom vurdering for læring som «bra» og vurdering av læring som «dårleg». Å hevde at alle vurderingsformer alltid er anten *for* eller *av* læring, er heller ikkje nødvendigvis rett, då det finnast mange vurderingssituasjonar og -former som har både formative og summative element (Hopfenbeck, 2016, s. 78). Uansett kva praksisar ein tek sikte mot, vil vurdering grunnleggande handle om å seie noko om forholdet mellom mål og resultat, og om forholdet mellom intensjon og prosess (Eggen, 2007).

2.1.2 Vurderingskompetanse

Fordi vurdering er noko lærarar ikkje kjem utanom, er det viktig at lærarar meistrar denne delen av det å undervise. Vurderingskompetanse vert av Eggen (2007) skildra som ein sosial og kollektiv prosess som må føregå innanfor utdanningspolitisk praksis, forskingspraksis og undervisningspraksis med ein overordna ideologi prega av utvikling, læring, involvering og deltakarpåverknad. Det er altså mange handlingar og perspektiv som skal takast i vare når ein lærar utviklar sin vurderingskompetanse. Dette gjenspeglast òg i Hopfenbeck si forklaring av kva vurderingskompetanse inneber:

..... illustrerer at de mange ulike formene for vurdering som lærere må forholde seg til, også handler om å vite *hvordan* prøver brukes, hvilken *hensikt* de har, hva man skal *gjøre med resultatet* og *hvordan man kan snakke med elever* slik at de kan lære av vurderingen, enten det dreier seg om summative prøver eller formative vurderingspraksiser. Vurderingskompetanse for lærere vil også innebære at man forholder seg til de ulike råd som eventuelt kommer fra forskere, og drøfter i kollegiet og med skoleleder hvilke råd det er verdt å lytte til. (Hopfenbeck, 2016, s. 44)

Når det gjeld prøvar spesifikt, vil vurderingskompetanse innebere å vite korleis ein kan bruke gode prøvar for å finne ut kva elevar kan og kva misforståingar dei har i faget, slik at dei kan vere ei støtte i å kome vidare i læringsprosessen for elevane. Korrekte svar er fint, men det er ofte like viktig å snakke med elevane om tankar rundt gale svar, sidan det kan ligge store moglegheiter for forbetring i misoppfatningar (Hopfenbeck, 2016, s. 128). Til slutt vil vurderingskompetanse for lærarar omfatte det å kunne tolke, forstå og gi mening til vurderingsdata (Hopfenbeck, 2016, s. 75), og å kunne kommunisere dette til elevane.

Oppsummert bør lærarar som profesjonelle yrkesutøvarar ha kjennskap til kva som er god vurderingspraksis, både med omsyn til dei summative og formative formene, og vite korleis

ein kan unngå uheldige vurderingspraksisar. Hopfenbeck (2016, s. 17), går så langt som å seie at på same måte som god vurdering kan føre til læring, kan feilslåtte vurderingspraksisar medføre angst, tap av meistringsoppleving og tap av tru på framtida for elevlar. Det kviler derfor eit stort ansvar på lærarane i å få til gode og rettferdige vurderingar. Viktigheita ligg i kombinasjonen mellom at samfunnet skal få kunnskap om kva elevane kan gjennom den summative vurderinga, og at elevane sjølv skal kunne få tilbakemeldingar på det dei må jobbe med og dermed lære betre, gjennom den formative vurderinga (Hopfenbeck, 2016, s 19).

2.1.3 Negative effektar på undervisning og læring

Krav frå leiing og samfunn om summative praksisar kan for mange lærarar opplevast å stå i eit spenningsforhold til dei meir formative praksisane lærarar vert overauste med lovord om, både gjennom lærarstudiet og i stadig ny forskning. Løysinga vert ofte eit forsøk på å få dei to praksisane til å fungere saman, noko som ofte kan gå utover vurderinga for læring aspektet (Hopfenbeck, 2016, s.56). I tillegg til at dette ikkje er heldig for undervisninga og læringa til elevane, kan ein òg argumentere for at denne skvisen mellom forventingar kan verke frustrerande og demotiverande på lærarane sjølve.

Ein kan spørje seg kor klokt det er at prøvar er så viktige i skulen. Dersom prøvar og eksamenar har for mykje å seie (såkalla high-stake-testar), kan lærarar oppleve eit stort press på å undervise for testane, eit fenomen som kallast teach-to-test (Hopfenbeck, 2016, s. 27). Når lærarar opplever eit sterkt press for å undervise mot prøvar, kan prøvane sjølve påverke kva som vektleggast i undervisninga. Fokuset vil då verte å dekke pensum i staden for at lærarar og elevlar får tid til å gå i djupna og diskutere tema dei er motiverte for (Hopfenbeck, 2016, s. 56-57). Dette er eksempel på korleis ein washback-effekt kan førekomme. Dette omgrepet viser til at val av vurdering vil kunne påverke både korleis lærar underviser, og korleis elevlar tilnærmar seg læring, pensum og oppgåver. I verste fall kan undervisning som rettar seg for mykje mot prøvar føre til overflatisk læring i staden for djupnelæring (Hopfenbeck, 2016, s. 161-162). Dette er ein uheldig konsekvens som ikkje støttar målet ein bør ha om at gode vurderingspraksisar skal føre til auka læring.

2.2 Djupnelæring

Djupnelæring har vorte eit sentralt omgrep i dagens skule, mykje takka vere arbeidet til Ludvigsen-utvalet. Arbeidet til utvalet med å kartlegge behova i skulen i framtida, har mellom anna vorte presentert i NOU 2015: 8, kor ein finn utvalet sine vurderingar knytt til kva kompetansar som vil vere viktige for elevlar framover, og kva endringar som må gjerast i faga for å få dette til.

2.2.1 Kva er djupnelæring?

Ein av målsetjingane skulen må ha, er at det bør føregå djupnelæring hos elevane. Det finst fleire forklaringar på djupnelæring, og Ludvigsen-utvalet skildrar omgrepet på denne måten:

Dybdelæring dreier seg om elevenes gradvise utvikling av forståelse av begreper, begrepssystemer, metoder og sammenhenger innenfor et fagområde. Det handler også om å

forstå temaer og problemstillinger på tvers av fag- eller kunnskapsområder. Dybdelæring innebærer at elevene bruker sin evne til å analysere, løse problemer og reflektere over egen læring til å konstruere en varig forståelse. (NOU 2015: 8, s. 14)

Viktigheita av djupnelæringa ligg både i fagkompetanse i det spesifikke fag, i overføringsevne til andre fag og situasjonar, og i styrking av motivasjon og meistring for elevane (NOU 2015: 8). For å få til denne grundige læringa framfor den overflatiske, trengs ei aktiv elevrolle, bruk av læringsstrategiar, tilstrekkeleg tid til fordjuping, tilpassa utfordringar til eleven eller elevgruppa, og støtte og rettleiing frå lærar (NOU 2015: 8). Djupnelæring og kompetanse i å lære heng nøye saman, og dette er noko som vil vere svært relevant for dagens og framtidige elevar. Samfunnet endrar seg fortare enn nokon gong, og ein av skulen sine viktigaste funksjonar vil vere å skape individ som meistrar ein arbeidskvardag som vil kunne sjå svært ulik ut den vi har i dag. Ludvigsen-utvalet formulerer vidare: «For at skolegangen skal bidra til elevenes meistring av livet, som privatpersoner, samfunnsborgere og yrkesutøvere, må skolen legge til rette for at de utvikler en dyp forståelse av det de lærer innenfor fag og på tvers av fag» (NOU 2015: 8, s. 38). Dette medfører at elevane må bli gode på å lære seg nye ferdigheiter og kompetansar, og på å kunne overføre desse til nye situasjonar der det trengs.

2.2.2 Djupnelæring og pensum

Press på å kome gjennom pensumkrav og djupnelæring er ikkje alltid foreinlege. Ønsker ein verkeleg å la elevar læra i djupna, er det vanskeleg å behalde eit stort pensum (Hopfenbeck, 2016, s. 57). Stofftrengsel kan føre til at det vert svært utfordrande for lærarar å legge til rette for djupnelæring (Gilje et al., 2018), sidan djupnelæring er så tidkrevjande. Dette gir Hopfenbeck uttrykk for i følgjande sitat:

Dersom vi virkelig skal lære noe i dybden, trenger vi tid til å tenke, resonnerer, prøve ut hypoteser, diskutere med andre, lese motstridende argumenter, ha tid til å undersøke selv, repetere, gjennomføre samme oppgave flere ganger til vi er trygge på det, og ikke minst ha tid til å komme tilbake til temaet og tenke over det man har lært. (Hopfenbeck, 2016, s. 162).

Det seier seg sjølv at dette ikkje er mogeleg å gjennomføre når pensum er for stort, og ein risikerer då at det er den overflatiske kunnskapen som dominerer for elevane (Hopfenbeck, 2016, s. 162). Opplever elevar ei for stor mengde med tekst og pensum, vil dei ikkje oppleve å ha tid og rom til å bruke strategiar som fører til djupnelæring, og dei klarar ikkje å fokusere på meining i teksten (Hopfenbeck, 2016, s. 130). Det same gjeld lærarane; opplevinga av for lite tid gjennom skuleåret kan ofte føre til eit press om å heile tida måtte gå vidare i pensum. Dette kan t.d. føre til at ein utelèt etterarbeidet som trengs for å få til eit formativt aspekt ved t.d. kapittelprøvar, og elevane kan slik miste gode mogelegheiter for å oppnå djupare forståingar.

Mengde pensum har òg vore diskutert i NOU 2015: 8, kor det vert stadfesta at samanhengen mellom breidde og djupne i skulen kan vere ei utfordring. Det hevdast også at det er betre å ha grundig kunnskap innan nokre få felt, enn å kunne litt om mangt. Ein mogeleg konsekvens av dette ser ein i fagfornyinga frå 2020, kor målet om meir fordjuping og forståing hos elevane (Kunnskapsdepartementet, 2019), kan sjåast som færre kompetanssmål.

Ludvigsen-utvalet hevdar derimot at det ikkje nødvendigvis kan setjast likskapsteikn mellom breidde i fag og overflatisk læring i fag. Innsikt i breidda på eit kunnskapsområdet kan vere ein føresetnad for forståing og fordjuping for elevane (NOU 2015: 8). Eit altfor lite og snevert pensum vil i så måte heller ikkje vere tenleg.

2.2.3 Djupnelæring og prøvar

Når målet er at elevane skal oppnå djupnelæring, bør dette òg visast igjen i testar og prøvar. Desse må lagast slik at dei fangar opp djupnekompetanse hos barn og unge, som evna til å anvende omgrep, analysere, syntetisere, bevise og designe (Hopfenbeck, 2016, s. 58). Eit auka fokus på djupnelæring og djupnekompetansar på prøvar og eksamenar vil kunne snu washback-effekten til noko positivt – er det slik at det er dei ønskelege formene for læring som testast, vil dette kanskje også medføre ønskelege undervisningsval for lærar, og ønskelege læringsstrategiar for elevane. Det er nemleg avdekka at det er ein samanheng mellom prøvar som vert gitt, og strategiane elevar vel å bruke for å forstå innhaldet i det dei les. Grovt sett kan vi dele desse strategiane inn i djupnestrategiar og overflatestrategiar (Hopfenbeck, 2016, s. 129).

Eg har no argumentert for at utforminga av prøvar og vurderingar, og fokuset oppgåvene har, kan ha noko å seie for om lærarar og elevar tek seg tida til å trå etter djupnelæring. Det kan og argumenterast for at graden av føreseielegheit kan spele ei viktig rolle i denne samanhengen. Hopfenbeck (2016, s. 131) hevdar at noko føreseielegheit er bra, sidan kjennskap til oppgaveformat og formuleringar kan gjere at elevar veit kva som forventast av dei, dei kan ha lettare for å svare på oppgåver, og noko av stresset og presset rundt prøvar kan lette. Dersom dette går for langt, og ei prøve vert for lett å føresjå, vil elevar derimot kunne pugge seg til svar, og resultatet på ein prøve reflekterer ikkje då kva elevane faktisk kan. Pugging av svar vil svært sannsynleg føre til berre overflatisk kunnskap. Er vi ute etter djupnelæring, treng vi ifølgje Hopfenbeck prøvar som måler dette, og då kan ikkje elevane gjette på innhald i oppgåver på førehand. Kan dei det, vil elevane kunne rangere kunnskap utifrå kva som forventast å kome på prøvar og eksamenar, noko som er uheldig i eit læringsperspektiv (Hopfenbeck, 2016, s. 133). Det kan sjå ut som at det er ønskeleg med ein balanse her; prøvar må vere så føreseielege at elevar har gode mogelegheiter til å vise kva dei kan, men det kan ikkje gå så langt som at sjølve innhaldet er føreseieleg. Først ved ein balanse her vil resultatet av prøven vere valide, og ein kan håpe på at det elevar viser som teikn på djupneforståing *faktisk* er forstått i djupna, og ikkje berre pugga.

Shavelson et al. (2005, s. 413) skriv at måla for læringa i vitenskapsfag ofte er underforståtte, og gjømt både for elevar og lærarar. Gjennom vurdering vert desse offentleggjort, i alle fall dei måla som er enkle å teste. Han skriv vidare at det ofte er snakk om penn-og-papir-prøvar, med ein kombinasjon av fleirvalsoppgåver og meir opne oppgåver kor elevane skal konstruere svar, og at vi ofte testar elevane med fokus på fakta, omgrep, algoritmar og prosedyrar. Vi som lærarar er då på leit etter «rette svar». Dersom vi heller hadde gjort *alle* måla eksplisitte for både elevar og lærarar, ville ein kanskje kunne forventa mykje meir av læringa til elevane (Shavelson et al., 2005, s. 413). Dette koplur eg til at det ofte kan vere lettare å få tak i og vurdere overflatekunnskapar på tradisjonelle prøvar, medan djupnekompetansane er meir

komplekse og krevjar meir av både lærarar og elevar.

2.2.4 Korleis kan ein observere at noko er lært i djupna?

Sandvik har formulert nokre gode spørsmål som skuleleiarar og lærarar bør stille seg når det gjeld vurdering og djupnelæring:

Hvordan skaffer læreren informasjon om elevenes læring, og hvordan bruker læreren denne informasjon til å tilpasse undervisningen videre? Hvordan kan man være sikker på at man vet hva elevene vet? Hvordan kan man være sikker på at man vurderer det elevene har lært? Hvordan kan man være sikker på at vurderingen bidrar til dybdelæring og ønsket progresjon i faget? (Sandvik, 2019)

Det å kunne vurdere elevar der dei er fagleg er ein del av lærar sin kompetanse, og i dette ligg det mellom anna å kunne kjenne igjen teikn på djupnelæring. Det er òg relevant å spørje seg kva informasjon ein eigentleg får om elevar si læring i ein gitt vurderingssituasjon (Sandvik, 2019), og i konteksten av dette delkapittelet vil det då omfatte å tenke over om vurderingssituasjonen gjer det mogeleg å skilje mellom overflate- eller djupnelæring hos elevane.

Så korleis kan ein som lærar observere elevar og elevsvar, og avgjere om det har føregått djupnelæring eller ikkje?

Forstått som læringsutbytte betyr dybdelæring at elevane utvikler god og varig forståelse, og at de greier å bruke det de har lært. Det er derfor en nær sammenheng mellom dybdelæring og kompetanse. Typiske tegn på dybdelæring er at elevene kan overføre det de har lært fra én situasjon eller sammenheng til en annen, og greier å bruke kunnskap og ferdigheter til problemløsning i både kjente sammenhenger, og i nye og ukjente. (Meld. St.28 (2015-2016), s. 33).

Skal ein som lærar ha tak i djupnelæring på t.d. skriftlege prøvar, bør det dermed ligge mykje jobb og tankeverksemd bak sjølve oppgåvene, slik at elevane får vist om dei klarar å både bruke og overføre kunnskapane sine. Dette støttast òg av Voll et al. (2019), som hevdar at teikn på djupnelæring er at elevane klarar å bruke det dei har lært i nye situasjonar og på nye problem. Av eiga erfaring er dette ikkje alltid like lett å få til i ein prøvesituasjon, då nye situasjonar og problem på prøvar kan oppfattast som uføreseieleg, noko som kan medføre både stress og uro hos elevar som ynskjer å gjere det bra. Andre trekk ved djupnelæring kan kanskje vere lettare å få tak på gjennom prøvar. I NOU 2014: 7 vert djupnelæring skildra som ein kontrast til overflatelæring, som legg vekt på innlæring av faktakunnskapar utan at eleven set denne kunnskapen inn i ein samanheng. Det kan synast som at overflatelæring kan gi seg til uttrykk som fragmenterte kunnskapar, medan djupnelæring gjerne ber meir preg av å sjå samanhengar og relasjonar. Dette er eit trekk det er fullt mogeleg å einast om for både lærarar og elevar, utan at det vil medføre uføreseielegheit inn mot vurderings- eller prøvesituasjonane. Viktigheita av det å sjå samanhengar og relasjonar vert òg trekt fram i SOLO-taksonomien som eit teikn på djupne og kvalitet i læringa til elevar (Biggs og Collis, 1982). Meir om dette følgjer i neste delkapittel. For naturfaga (inkludert kjemi) spesielt kan ein òg seie at djupnelæring har føregått når elevar er i stand til å uttrykke naturfaglege

omgrep, teoriar og modellar i tale eller skrift, eller med visuelle representasjonar og eksperiment, for ulike deltakarar, hensikter og situasjonar (Knain og Kolstø, 2019, s. 41).

Djupnelæring og utvikling av kompetanse er ifølge NOU 2015: 8 nøye knytt saman. Målet når elevane utviklar kompetansar i fag, er at dei skal kunne bruke denne for å løyse oppgåver og meistre utfordringar. Djupnelæring vil slik kunne resultere i kunnskapar om når ein kan bruke det ein har lært, og ferdigheiter i korleis det kan gjerast. Her finnast det likskapar til korleis Shavelson et al. (2005) delar inn ulike kunnskapsmål for undervisning og læring, noko eg har undersøkt grundigare i neste delkapittel.

2.3 Forskingsbaserte system for elevvurdering

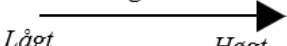
Eg har ovanfor argumentert for at djupnelæring er meir ønskeleg enn overflatelæring når elevar tileignar seg kunnskapar i skulen. Dette er ei grov inndeling, som det ikkje alltid er like lett å få konkrete føringar for korleis ein kan måle. Djupnelæringa er ikkje alltid like enkel å få vist eksplisitt på prøvar, noko som nok kan henge saman med korleis tradisjonelle prøvar er utforma. Eg har derfor forsøkt å undersøke om det finnast eksisterande system som kan vere til hjelp når ein som lærar skal vurdere og tolke kvaliteten av læring, t.d. på elevsvar på prøvar.

2.3.1 Windows into the Mind

I Shavelson et al. (2005) si undersøking av kunnskapsmål for undervisning og læring, vart «science achievements» delt inn i fire ulike kategoriar; “knowing that”, “knowing how”, “knowing why” og “knowing when, where and how knowledge applies” (Shavelson et al., 2005, s. 414). Første kategori forklarast som ein deklarativ kunnskap om fakta og omgrep, den neste som ein prosedyremessig kunnskap om korleis noko skal gjerast, anten som steg-for-steg eller vilkår-handling. Nummer tre forklarast som ein skjematisk kunnskap kor ein til dømes forstår bakanforliggande årsaker og samanhengar, og den siste er ein strategisk kunnskap kor elevar forstår når, kvar og korleis kunnskapen gjeld og brukast, og at dei klarar å kontrollere at dei har brukt kunnskapen fornuftig (Shavelson et al., (2005), s. 414). I eit djupnelæringsperspektiv er det særleg dei to siste kategoriane som talar for at ein elev har lært noko i djupna. Eleven ser (årsaks)samanhengar, og evnar å vurdere bruken av sine kunnskapar til ulike situasjonar.

Kvar av desse kunnskapane kan undersøkast opp mot spørsmål som i kva grad (altså mengde kunnskap), korleis kunnskapen er strukturert, og andre spørsmål som går på effektivitet, presisjon og automatikk. Dette har Shavelson et al. (2005, s. 414) kalla karakteristikkar. Alle dessa elementa er samanfatta i tabellen under:

Tabell 1: Oversikt over systemet, fritt omsett frå originaloversikt i Shavelson et al. (2005, s. 415)

<i>Ferdigheitsnivå</i>  <i>Lågt</i> → <i>Høgt</i>	Deklarativ kunnskap <i>Vite «at»</i>	Prosedyre-messig kunnskap <i>Vite «korleis»</i>	Skjematisk kunnskap <i>Vite «kvifor»</i>	Strategisk kunnskap <i>Vite «når, kvar og korleis»</i>
Omfang <i>(Kor mykje?)</i> Struktur <i>(Korleis er det organisert?)</i> Andre <i>(Kor effektivt? Kor presist? Kor automatisk?)</i>	Domenespesifikt innhald: - Fakta - Definisjonar - Skildringar	Produksjon reglar/sekvensar	Prinsipp/ skjema/ mentale modellar	Strategiar/ domenespesifikke heuristikkar

Kunnskapstypane dannar kvar si kolonne, medan karakteristikkane finnast heilt til venstre. I originaloversikta ligg i tillegg underliggende krefter som følelsar og motivasjon til grunn for alle dei ulike typane kunnskapar som elevane i første omgang forsøker å tileigne seg, og ved neste instans forsøker å vise på prøvar. Pila øvst til venstre gir uttrykk for at kunnskapane stig i ferdigheitsnivå mot høgre. Shavelson et al. (2005, s. 417) slår fast at ekspertar (som vil ha djupnekunnskap innanfor eit fagfelt) vil råde over ein stor kunnskapsbase, som er organisert i forseggjorte og integrerte system, medan nybegynnarar (som oftare vil ha overflatekunnskap i feltet) typisk vil ha mindre kunnskap på fagfeltet, og ei mindre samanhengande organisering av denne kunnskapen.

Det kan tenkast at kvar kombinasjon av kunnskapstype og karakteristikk har ein tilhøyrande og eignande vurderingsmetode, og t.d. vil graden av deklarativ kunnskap kunne dekkast av fleirvalsoppgåver og kortsvarsoppgåver. Dette er derimot ingen gunstig måte å undersøke *strukturen* av den deklarativ kunnskapen (Shavelson et al., 2005, s. 415). Sjølv om dei ovanfor nemnde kunnskapstypane kan skiljast konseptuelt, er det ikkje like lett å skilje desse i praksis, noko eg trur heng saman med at kunnskapstypane ofte vil vere nokså samanfletta. Til dømes vil prosedyrar og bruk (anvendelse) av kunnskap i mine auger vere vanskeleg å få til utan deklarativ kunnskap – det er jo denne som brukast. Shavelson et al. (2005, s. 415) skriv vidare at den strategiske kunnskapen sjeldan vert direkte målt, men den er gjerne innblanda når andre kunnskapstypar vert vurdert. Når ein som lærar eller kvalitativ forskar ynskjer å få taket på dei ulike kunnskapstypane, treng vi å konstruere vurderingar og metodar som kan fungere som «windows into students' minds» (Shavelson, et al., 2005, s. 416). For å få taket på strukturen til elevane sine deklarativ kunnskapar, skildrar Shavelson et al. (2005) kognitive kart og omgrepkart som eit mogeleg vindaug, men utover dette går dei ikkje inn på moglege vindaug for dei andre kunnskapstypane.

2.3.2 SOLO-taksonomien

God fagdidaktisk forståing krevst for å legge til rette for god progresjon i læring (NOU 2015: 8), og å evaluere denne læringa. For mange lærarar vil det vere behov for støtte i desse prosessane, og her kan taksonomiar som systematiserer kunnskapar og kompetansar innanfor eit fagområde vere til god hjelp. Forenkla kan ein seie at overflatelæring er på eit lågt taksonomisk nivå, medan djupnelæring vil vere på eit høgare taksonomisk nivå (NOU 2015: 8).

Biggs og Collis (1982, s. xi) har i boka si føreslått at graden av strukturell organisering er noko som skil grundig lært fagstoff frå dårleg lært fagstoff, på ein måte som er nokså lik måten vi kan skilje modne tankar frå umodne. Strukturen til dei observerte læringsutfalla (structure of the observed learning outcomes) dannar grunnlaget for SOLO-taksonomien (heretter referert til som SOLO), eit verktøy som kan brukast retrospekt for å evaluere kvaliteten på læring på ein objektiv og systematisk måte som kan vere forståeleg for både lærar og elev (Biggs og Collis, 1982, s. xi). Ein av årsakene til utarbeidinga av SOLO, var behovet for kvalitative kriterium for læring, som ville kunne ha både formativ og summativ verdi i undervisningssamanheng (Biggs og Collis, 1982, s. 15). «Outcomes may be quantitative (how much material is to be learned) or qualitative (how well the material is to be learned). It is on the question of helping to specify “how well” that the SOLO Taxonomy may be useful», (Biggs og Collis, 1982, s. 163). Koplinga mellom taksonomien og overflate- og djupnelæring støttast òg av Biggs (1978, i Biggs og Collis, 1982, s. 200), som slår fast at SOLO-nivå bør representere kor djupt noko er koda, der «koding» refererer til prosessane som skjer når elevane lærer nytt stoff og plasserer det i hierarkiet av tidlegare kunnskapar.

Oppbygginga av SOLO heng saman med Piaget sin teori om kognitive utviklingsstadium. Han meinte at tenkinga til barn og unge var kvalitativt ulik frå vaksne, og at tenkinga utvikla seg med alder og evner i distinkte, kvalitativt ulike periodar (Raaheim og Teigen, 2020). I Biggs og Collis (1982, s. 19) er desse spesifisert som fem stadium; preoperasjonell (4-6 år), tidleg konkret (7-9 år), middels konkret (10-12 år), konkrete generaliseringar (13-15 år) og formell (16 år og utover). Problemet med å nytte desse stadia direkte i evaluering eller vurdering av elevar, er at sjølv om sekvensen av stadium går frå enkel til kompleks, er det ikkje nødvendigvis slik at elevar presterer konsistent på alle tema og over tid (Biggs og Collis, 1982, s. 21). Løysinga på dette problemet, vart for Biggs og Collis (1982, s. 22) å flytte fokuset frå *elev* til *responsen* eleven har på bestemte oppgåver, sidan det då ikkje er noko problem at same eleven gir responsar på ulike nivå i ulike tema eller ved ulike tidspunkt. Fokuset vert altså flytta til å sjå på strukturen til dei spesifikke responsane elevane gir, altså SOLO. Samanhengen mellom Piaget sine utviklingsstadium og dei ulike SOLO-nivåa, er at utviklingsstadiet til ein elev vil bestemme den øvre grensa for kva ein elev vil kunne gi som respons. Om eleven *faktisk* fungerer på dette nivået, er derimot bestemt av mange andre faktorar, som t.d. bakgrunnskunnskapar, læringsstrategiar, følelsar og motivasjon, og svært ofte vil elevar fungere godt under deira øvre mogelege grense (Biggs og Collis, 1982, s. 22). Om inkonsistensen som kan observerast, forklarar Biggs og Collis (1982, s. 22) det slik: «The student is not jumping from one developmental stage to another but merely manifesting that he understands some tasks better than others or is more motivated on one day to demonstrate that understanding than he is on another».

For å forklare oppbygginga av SOLO, ser eg det hensiktsmessig å nytte ein tabell tilsvarande den Biggs og Collis (1982, s. 24-25) kom med i si utgreiing om taksonomien.

Tabell 2: Oversikt over SOLO-taksonomien, fritt omset frå Biggs og Collis (1982, s. 24-25) si originale oversikt

Utviklingssteg med minimumsalder	SOLO-nivå	Kapasitet	Relaterande operasjonar	Konsistens og lukking	Responsstruktur	
					Leietråd	Respons
Formell operasjonell (16+ år)	Utvida abstrakt	Maksimal: leietråd + relevante data + relasjonar/ samanhengar + hypoteser	Deduksjon og induksjon. Kan generalisere til situasjonar som ikkje er opplevd	Mangel på samsvar løyst. Ingen behov for å gi lukka avgjerdslar – konklusjonar haldast opne, eller tillet logisk mogelege alternativ (R ₁ , R ₂ eller R ₃)		
Konkret generalisering (13-15 år)	Relasjonell	Høg: leietråd + relevante data + relasjonar/ samanhengar	Induksjon. Kan generalisere innan gitt eller opplevd kontekst ved hjelp av relaterte aspekt	Ingen inkonsistens innad i det gitte systemet, men sidan lukkinga er unik kan inkonsistensar oppstå når hen går på utsida av systemet		
Middels konkret (10-12 år)	Multi-strukturell	Medium: leietråd + isolerte relevante data	Kan «generalisere» kun i form av nokre få avgrensa og uavhengige aspekt	Har ei kjensle av konsistens, men kan vere inkonsistent fordi lukkast for fort på bakgrunn av isolerte data, så kan kome til ulike konklusjonar med dei same dataa		
Tidleg konkret (7-9 år)	Uni-strukturell	Låg: leietråd + ein relevant data	Kan «generalisere» kun i form av eitt aspekt	Ingen behov for konsistens, og dermed lukkast for raskt; hoppar til konklusjonar på eit aspekt, så kan vere svært inkonsistent.		
Pre-operasjonell (4-6 år)	Pre-strukturell	Minimal: forvirring mellom leietråd og respons	Benekting, tautologi, transduksjon, detaljbunde.	Ingen behov for konsistens. Lukkast utan å eingong sjå problemet.		

Tabell 2 er altså ei gjengiving av korleis originalforfattarane har framstilt taksonomien. Den oppsummerer hovudtrekk og oppbygging av systemet, og knyt saman utviklingsstadium, SOLO-nivå, og karakteristikkar som nyttast for å seie noko om strukturane i elevresponsane. Desse karakteristikane er kapasitet, relaterande operasjonar og konsistens og lukking. I kapasitetskolonna er omgrepet «cue» omset til leietråd, noko eg tolkar som det elevane får av informasjon eller data i sjølve oppgåva dei skal svare på. Heilt til høgre finnast

responsstrukturane representerte som diagram. Her nyttast ulike symbol for dataa elevane har med i sine responsar. X står for irrelevant eller upassande data, ● står for relevant data som er gitt frå undervisning, lærebok eller liknande, og ○ står for relevant data som er hypotetisk eller ikkje gitt for eleven på noko tidspunkt i undervisninga (Biggs og Collis, 1982, s. 28). Ved bruk av SOLO-taksonomien til å nivådele kvaliteten på elevresponsar, er det altså fem følgjande nivå; prestrukturelt, unistrukturelt, multistrukturelt, relasjonelt og utvida abstrakt nivå. Desse skiljast grovt sagt basert på mengda relevante data som er teke med, korleis desse er knytt saman, og om eleven går utover dette til generaliseringar og hypotesar.

I seinare tid har Biggs og Tang (2011, s. 90) kome med forslag til bruk av SOLO til å setje fingeren på kva vi ynskjer frå elevane våre, ved å bruke verb som fungerer som parallelar til dei ulike nivåa. Sjølv om desse gjerne er meint som inspirasjon når ein skal designe og skrive læringsutbyte for kurs eller program, kan verba også vere nyttige i vurderingssamanheng (Biggs og Tang, 2011, s 91). Verba dannar ei slags trapp, som indikerer kva elevane bør få til på dei ulike SOLO-nivåa. Nokre av verba ein kan bruke når ein konstruerer oppgåver til ulike nivå, eller som ein kan sjå etter om elevane *faktisk gjer* i responsane sine, er samla i tabell 3.

Tabell 3: Verb som kan assosierast med dei ulike SOLO-nivåa, inspirert av Biggs og Tang (2011, s. 123)

SOLO-nivå	Verb
Unistrukturelt	Memorere, identifisere, kjenne igjen, telje, definere, teikne, finne, namngje, sitere, fortelje, immitere
Multistrukturelt	Klassifisere, skildre, diskutere, illustrere, velgje, sekvensere, skilje, liste opp
Relasjonelt	Bruke, integrere, analysere, forklare, føresjå, konkludere, oppsummere, argumentere, overføre, karakterisere, samanlikne, differensiere, organisere, undersøke, løyse eit problem
Utvida abstrakt	Teoretisere, lage hypotesar, generalisere, reflektere, generere, skape, bevise, løyse

Overgangar mellom dei lågare nivåa vil tyde på *auka* kunnskap, medan overgang til dei to øvste nivåa vil tyde på *djupare* forståing. Slik kan ein sjå på læringsprosessen som ein kvantitativ fase etterfølgd av ein kvalitativ fase (Biggs og Tang, 2011, s. 90-91).

SOLO er altså eit verktøy som kan nyttast til å vurdere kvaliteten på responsane til elevar, t.d. svara dei produserer på skriftlege prøvar. Den kan dermed vere eit aspekt i summative vurderingar, fordi den seier noko om kor godt fagstoff er lært. Vidare vil det også kunne nyttast formativt, ved at lærar får ein peikepinn på kor elevane er i læringa si, og dermed kan tilpasse vidare undervisning og opplæring. Det finnast berre to realistiske alternativ, og det er å undervise på same nivå som elevane er på, eller eit opp (Biggs og Collis, 1982, s. 172), noko Rest et al. (1969, i Biggs og Collis, 1982, s. 172) kalla «pluss-en»-strategien. Utover dette vil elevane ha problem med å få noko ut av undervisninga. Denne teorien er i tråd med den velkjende proksimale utviklingssona til Vygotsky. Der er ideen at elevane sine læringsoppgåver må ha ein vanskegrad som ligg mellom det dei kan klare utan hjelp, og det dei ikkje ville vore i stand til å klare sjølv med hjelp (Furnes og Norman, 2013, s. 138-139).

Det vil derfor vere lite ønskeleg å arbeide på anten for låge eller for høge SOLO-nivå, fordi elevane då ikkje vert stimulerte i deira proksimale utviklingssone, noko som igjen gjer at læringsutbyttet ikkje blir optimalt.

2.4 Vurdering i kjemifaget

Som nemnd i innleiinga, har eg gjennom kjemididaktikkemne fått innblikk og eksempel på prøvar, oppgåver og elevbesvaringar. I tillegg har egne erfaringar frå praksis stadfesta at skriftlege prøvar nyttast hyppig i kjemifaga. Programfaga kjemi 1 og kjemi 2 har ulike eksamensordningar. I tillegg til standpunktarakterar i begge fag, har elevar i førstnemnde programfag moglegheit for å bli trekt ut til munnleg-praktisk eksamen, og i sistnemnde til skriftleg eksamen og/eller munnleg-praktisk eksamen. Skriftlege prøvar kan ein argumentere for at fungerer som god øving mot skriftlege eksamenar, men dette argumentet fell vekk i kjemi 1-faget. Her står lærar nokså fritt til å velkje vurderingsformer som betre rustar elevane til ein eventuell munnleg-praktisk eksamen. Likevel viser ein rapport frå Utdanningsdirektoratet (2015, s. 109) at grunnlaget for sluttvurdering i både kjemi 1 og kjemi 2 i svært stor grad vert gjort basert på skriftlege prøvar med karakter. Sjølv om prosentdelen av lærarar som nyttar prøvar som grunnlag for sluttvurdering er noko høgare i kjemi 2 (svært nærme 100 %), er talet på over 95 % også for kjemi 1. Mykje av grunnen til dette ser eg for meg at ligg i at prøvane gjer det mogleg å teste nokså store mengder med stoff på nokså kort tid, noko som gjer formatet anvendeleg i ein travel skulevardag. I tillegg kan prøvene, som skildra i avsnitt 2.1.1, ha både formative og summative verdiar for kjemilæraren.

Cooper og Stowe (2018) er nokre av dei som har forsøkt å sjå på kjemiundervisninga si utvikling gjennom tidene. I artikkelen sin forsøker dei bl.a. å finne ut av kva elevar bør vite og kva dei bør vere i stand til å gjere med denne kunnskapen, og korleis vi kan vite om elevane har utvikla ei samanhengane og nyttig forståing av kjemi. I denne konteksten er vurdering essensielt. Når det gjeld kva elevane skal vite og vere i stand til å gjere, legg Cooper og Stowe (2018) stor vekt på at ekspertkunnskap er organisert og satt i kontekst, medan novisekunnskapen er meir fragmentert. utfordringa i å undervise og lære kjemi kan dermed seiast å ligge i å hjelpe elevane til å konstruere ekspert-liknande strukturar, som gjer det enklare å integrere og gjenfinne informasjon (Cooper og Stowe, 2018). For kjemifaget ser eg det som spesielt viktig at kunnskapar og forståingar sjåast i samanheng når det gjeld makroskopisk nivå og mikroskopisk nivå, og at kjemiske symbol og figurar er forstått og kan gjerast nytte av. Dette støttast av Johnstone sitt triangel, som Cooper og Stowe (2018) refererer til i sin tekst – kjemien representerast her som ein trekant beståande av dei tre dimensjonane «makro», «mikro» og «symbol». Eg dreg sterke parallellar mellom omgrepa ekspertkunnskap og novisekunnskap til djupneforståing og overflateforståing, og igjen ser vi at struktur og organisering er viktige element for kvaliteten på kunnskapar.

I neste ledd vil det så vere viktig at vurderingsformene ein nyttar gir moglegheit til å sjå om kunnskapen er samanhengane og kopla, og slik sett har den ønska strukturen som ekspert-liknande kunnskapar har. Cooper og Stowe (2018) presiserer at det ikkje er ønskeleg å trekke konklusjonar om ekspertliknande kunnskapar basert på vurderingar av fragment av kunnskapar, og eit eksempel dei nemner her er at ein elev heilt fint kan klare å balansere ei

kjemisk likning, utan å ha forstått at grunngevinga er knytt til massebevaring. Vurderingsformene i kjemifag sender tydelege beskjedar til elevar om kva som er viktig (Cooper og Stowe, 2018). Dersom det skulle vere dissonans mellom eit gitt kursfokus og tilhøyrande eksamensfokus (eller prøvofokus meir generelt), hevdar Cornog og Colbert (1924, sitert i Cooper og Stowe, 2018) at dei implisitte bodskapa som eksamenane formidlar nesten alltid vil vinne fram. Dette er i tråd med washback-effekten tidlegare nemnd, og det ser dermed ut til at den negative effekten som prøvar og eksamenar kan ha på kjemiundervisninga har vore eit tema dei siste hundre åra. I ein rapport frå Utdanningsdirektoratet (2015, s. 119) kjem det fram at 70 % av norske kjemilærarar er heilt eller delvis einige i at eksamen styrer innhaldet i kjemiundervisninga i større grad enn læreplanen. Vidare meiner 77 % at eksamen også styrer vurderingsformene. Washback-effekten er dermed tydeleg til stade i norske kjemiklasserom også i dag. Den tette samanhengen mellom vurderingsformene og kva elevane fokuserer på, gjer at det er naudsynt å teste for samanhengar og struktur i kunnskapen til elevane, dersom det er dette utfallet vi ønsker frå kjemiundervisninga.

«Unfortunately, we can never really know the full extent of what students know and can do. Instead we must rely on tasks that can produce evidence, from which we can make inference about student competence» (Cooper og Stowe, 2018). Det finnast altså ikkje noko enkelt svar på spørsmålet om korleis vi kan vite om elevar har ei samanhengande og nyttig forståing i kjemi, sidan vi i vurderingssituasjonar berre samlar inn indirekte bevis på forståing. Val og utforming av oppgåver vil då vere essensielt for kor god og påliteleg ei vurdering av elevane sine kunnskapar er. Det finst ei rekke vurderingsformer som kan nyttast i kjemi, men likevel nyttast den tradisjonelle prøva, ifølgje Cooper og Stowe (2018) framleis ofte. Vidare hevdar dei at dei tradisjonelle testane, som dei siste hundre åra har bestått av mellom anna fleirvalsoppgåver, kortsvar, hugsing og fullføring, ikkje gir gode bevis på kva elevar veit eller kan gjere i kjemi. Oppgåver som i større grad opnar for å vise ekspertkunnskap kan, ifølgje Cooper og Stowe (2018) vere opne problemløysingsoppgåver, modelleringsoppgåver og argumenteringsoppgåver. Likevel hevdar dei at dei fleste elevar sine erfaringar innan kjemi er knytt til lukka problem som i stor grad kan løysast ved bruk av algoritmar eller gjenkjenning av mønster, gjerne i form av oppgåver eller testar ved kapitlslutt. Desse oppgåvetypene hevdast å ha liten likskap med korleis kjemikarar eigentleg arbeider.

Når det gjeld korleis ein best mogeleg får fram bevis på elevforståing, hevdar Cooper og Stowe (2018) at det er nødvendig med eksplisitte oppfordringar om å ha med tankegang, resonnement og argumentasjon i oppgåveteksten. Eit skildrande avsnitt av viktigheita av dette, og om vurderingspraksis i kjemi generelt, er:

In the absence of asking students to justify their claims, it is argued, we cannot know whether they have thought through their answer using appropriate logic and principles or used a readily recalled rule of thumb. Further, by requiring students to think deeply about a topic, we are making it clear that reliance on heuristics is not what we are looking for. ... student's tend to value what is assessed. If we do not change the nature of the assessments in a transformed course, students are unlikely to change their approach to learning. (Cooper og Stowe, 2018).

Det er altså behov for endringar i korleis vi driv vurdering i kjemifaget, både for å i større grad få fram kva elevane legg til grunn i sine svar på prøvar, men òg i det vidare å endre

elevane si tilnærming til læring. Oppgåver (både formative og summative) som krevjar at elevane lagar koplingar og samanhengar, bør støtte elevane sine konstruksjonar av ekspertliknande kunnskapar (Cooper og Stowe, 2018).

Når det gjeld kva kjemielevane sjølv ønsker, viser rapportar (Cooper og Stowe, 2018) at elevane ofte ønsker eksamenar i kjemi, og sannsynlegvis òg prøvar etter mi tolking, som legg vekt på forståing, analyse og syntese heller enn pugging. Det kan synast som at det er ønskeleg med eit skifte av fokuset til prøvar og eksamenar, både for at lærarar skal kunne betre vurdere og trekke slutningar om kvaliteten på kunnskapen til elevane, men òg for at elevane skal kunne flytte fokuset sitt mot dei ønskelege utfalla av opplæringa som djupneforståing eller ekspertliknande kunnskapar representerer. Ifølgje Cooper og Stowe (2018) er det viktig at elevar får informasjon om at både kunnskapane og måten desse kunnskapane brukast er viktige aspekt ved det å lære kjemi.

2.5 Mine forskingsspørsmål

Gjennom arbeidet med den teoretiske bakgrunnen for djupnelæring og prøvar, har eg bestemt meg for fleire forskingsspørsmål eg har lyst å undersøkje djupare i mitt vidare arbeid med datamaterialet. Som eg vil kome tilbake til i avsnitt 3.3.2 har eg avgrensa meg til å sjå på dei oppgåvene som er utan rekneaspekt, og forskingsspørsmåla eg undersøker vidare for tekstoppgåvene er som følgjer:

- 5) Korleis kan svarformatet til elevar på prøver i kjemi 1-faget koplast til kjemiforståing og djupnekunnskapar?
- 6) Har elevar som forklarar meir utfyllande rundt kjemiske svar på prøvar også større evne til å svare rett?
- 7) Kva kunnskapsformer nyttar elevar i ein kjemi 1-klasse på tekstoppgåver på prøvar, og kva moglegheiter gir desse kunnskapsformene når det kjem til å vise djupnekunnskapar?
- 8) Kor godt fungerer SOLO-taksonomien i evaluering av prøvesvara i ein kjemi 1-klasse?

2.6 Oppsummering

Eg har no gjort greie for litteratur og forskning som finnst knytt til vurdering, prøvar og djupnelæring generelt, og også meir spesifikt for kjemifaget. Vurderingar og prøvar kan fungere både formativt og summativt, og dei kan ha både positive og negative effektar for korleis lærarar og elevar arbeider med kjemifaget, med tanke på djupnelæring og overflatelæring. Dette avhenger slik eg ser det i stor grad av korleis prøvane utformast, og kva kunnskapar og ferdigheiter som er i fokus på prøvar og eksamenar.

Når det gjeld djupnelæring og overflatelæring, synast det å vere ei semje om at strukturar og samanhengar i kunnskapar og ferdigheiter utgjer ein sentral skilnad på dei to. Dette støttast òg av dei to eksisterande systema for elevvurdering eg har sett meg inn i, nemleg Windows into the Mind og SOLO-taksonomien. Til slutt har eg gjennom dette arbeidet fått formulert fire forskingsspørsmål som eg vil arbeide mot å finne svara på i mitt datamateriale.

Kapittel 3: Metode

Føremålet med mi masteroppgåve er å sjå nærmare på kapittelprøvar som ein kjemi 1-klasse har gjennomført, og kva elevsvara viser av kjemikunnskapar og djupneforståinga, med fokus på oppgåvene utan rekneaspekt. Dette er gjort ved å samle inne prøvebesvaringane frå elevar i ein kjemiklasse på ein vidaregåande skule i Vest-Noreg gjennom eit skuleår. Utvalet består av prøvebesvaringar på fem ulike prøvar, frå 12 elevar i alderen 16-17 år.

3.1 Kvalitativ metode

Eg ønskte å gå i djupna på elevane sine svar, og å undersøke kva desse kan gi oss lærarar (og forskarar) av informasjon, noko som samsvarar godt med bruken av kvalitative forskingsmetodar.

Grønmo (2020) skriv at i kvalitative forskingsmetodar nyttast innsamling og analyse av kvalitative data som vanlegvis føreligg i tekstform, medan dei kvantitative forskingsmetodane har eit større fokus på kvantitative data som er uttrykte som tal eller mengder. Dei kvalitative studiane har gjerne få einingar, og ein har gjerne mykje data om kvar eining. Einingar kan vere alt frå individ, til organisasjonar eller statar. Vidare er hensikta med dei kvalitative studiane å oppnå djupnekunnskap og ei heilskapleg forståing av spesifikke kontekstar, ved å blant anna kode datamaterialet, og forsøke å finne typiske og generelle mønster i datamaterialet (Grønmo, 2020). Til samanlikning omfattar kvantitative studiar gjerne mange einingar, og ein har ei avgrensa datamengd per eining. Variablar identifiserast og kvantifiserast, og typisk nyttast statistiske metodar for å utforske og avdekke samanhengar eller mangel på samanhengar, og på denne måten avkreftast eller bekreftast ulike hypotesar og teoriar (Grønmo, 2021).

Fordi eg er interessert i å finne teikn på djupneforståing i prøvesvar, men ikkje korleis teikna er fordelte i ein populasjon eller samanhengen mellom mogelege variablar, tenkjer eg meg at det er ei kvalitativ tilnærming til datamaterialet som er mest gunstig. Eg legg derfor vekk kvantitativ metode som alternativ. Ifølgje Nilssen (2012, s. 13) inneber kvalitativ forskning å utforske menneskelege prosessar i ein verkeleg situasjon, og den kjenneteiknast ofte ved at forskaren går i djupna på eit avgrensa felt. Prøvesituasjonane forskingsdeltakarane har delteke i er absolutt verkelege og avgrensa, og det å lære fagstoff i kjemi og å kunne få fram både kunnskapar og ferdigheiter på skriftelege prøvar kan ein seie at er menneskelege prosessar.

Sjølv om eg har eit typisk kvalitativt utgangspunkt, med eit datamateriale som undersøkast, skildrast og analyserast i djupna, vil metoddelen og resultatdelen vise at eg også i delar av analysen min arbeider med tal. Desse er meint å ha ein skildrande (og delvis tolkande) funksjon av datamaterialet, og er ikkje meint som nokon kvantitativ analyse. Tala er ikkje nytta til å gjere statistiske analysar slik Grønmo (2021) presiserer, og dei er heller ikkje nytta til å teste hypotesar på ein slik måte som Hoy (2010, s. 1) skriv om i si skildring av kvantitativ forskning. Eg har operert med gjennomsnitt og prosent for skildring og samanlikning, men andre statistiske analyser og vurderingar er her ikkje gjort, fordi eg meiner det ligg utanfor både oppgåva sitt fokus, og omfanget og breidda av materialet mitt.

3.2 Tankar rundt mitt forskingsdesign

For di datainnsamlinga av prøvar og prøvebesvaringar har føregått i ein og same kjemiklasse gjennom eit skuleår, er det nærliggande å betrakte studien min som ein case-studie av denne eine spesifikke kjemiklassen, heller enn ei generell studie av kjemielevnar i Noreg. Sjølvne prøvane er knytt til Aqua 1-læreverket (Steen et al., 2010). Tankar rundt oppgåvene kan dermed seiast å ha ein meir «generell» karakter, då læreverket nyttast av lærarar landet rundt.

3.2.1 Tekststudie

For mi analyse, er det prøvane og prøvebesvaringane til elevane som er av interesse og fokus, og eg forsøker å la desse tekstane tale for seg. Eg har forsøkt å analysere og tolke tekstane, for å kunne setje dei i samanheng med dei formulerte forskingsspørsmåla og teorien eg har lagt fram i kapittel 2. Gibbs (2007, sitert i Nilssen, 2012, s. 14) hevdar at den kvalitative forskaren samlar informasjon om kva menneske seier, kva dei gjer og kva dei etterlet seg i form av produserte tekstar. For mi analyse er det altså sistnemnde som er aktuelt, slik at forskingsdesignet mitt kan seiast å vere ein slags tekststudie. Dette stemmer òg med Nilssen (2012, s. 24) si skildring – sidan målet er å finne ut kva tekstane faktisk gir uttrykk for når eg søker svar på forskingsspørsmåla mine. Metodeguiden (Tekststudier) forklarar, i tråd med korleis eg har arbeidd med datamaterialet, at tekststudiar består av å identifisere, skildre og tolke teksten, og at kvar studie ofte består av fleire ulike analyse- og tolkingsstrategiar. Denne skildringa stemmer òg godt overeins med min prosess.

3.2.2 Induktiv og deduktiv tilnærming

I mi analyse har eg stort sett forsøkt å la prøvane og prøvebesvaringane ha fokus, og å ikkje la meg styre av bakanforliggande teoriar og tankar. Sjølv om dette berre er mogeleg opp til eit visst nivå, sidan eg alltid vil ha mine forkunnskapar og erfaringar som bakteppe for alle val og avgjersler som vert gjort, har kategoriar og omgrep stort sett fått oppstå med opphav i datamaterialet. I siste del av analysen min har eg derimot tatt i bruk eit eksisterande verktøy for å nivådele elevresponsar, nemleg å analysere prøvesvara for struktur ved hjelp av SOLO-taksonomien. Dette er eit forsøk på å få fram endå eit aspekt ved dei utvalde oppgåvene og prøvesvara eg særskilt har vald å gå i djupna på. I kvalitative studiar er det ofte særleg den første måten å analysere på som er viktig, og i følgje Gibbs (2007, sitert i Nilssen, 2012, s. 14) er slik induktiv analyse felles for alle ulike tilnærmingar til kvalitative studiar. At ei analyse er induktiv, inneber ifølgje Nilssen (2012, s. 14) å oppdage mønster, tema og kategoriar i datamaterialet. Motstykket er ei deduktiv tilnærming der data vert analysert ved hjelp av rammeverk bestemt på førehand, slik den siste delen av analysen min er eit eksempel på. Det er ikkje alle forfattarar som er like strikte i si meining om at kvalitativ analyse må skje induktivt (Tekststudier; Braun og Clarke, 2006; Hsieh og Shannon, 2005), og mykje kvalitativ forskning gjerast òg på deduktivt grunnlag. Mi forståing av forskjellen er om kodane og kategoriane ein søker etter i datamaterialet er bestemt på førehand på bakgrunn av teori (deduktiv), eller om ein lar desse oppstå som eit resultat av ein open kodingsprosess av materialet (induktiv). I deduktive tilnærmingar bør ein vere open for å finne nye kategoriar dersom datamaterialet skulle opne for/krevje dette.

3.2.3 Tematisk analyse

Med litt bakgrunnskunnskap om kvalitativ analyse gjennom boka til Nilssen (2012), fekk eg eit lite overblikk over ein prosess med open koding og kategorisering. Eg gjekk så i gang med å studere og analysere datamaterialet utan å ha fokus på ein spesifikk analysemetode, sidan Nilssen (2012, s. 15) presiserer at kvar kvalitative studie og kvar analytiske tilnærming er unik, i det forskarar utviklar metodar og prosedyrar for analyse og tolking som er tilpassa kvar enkelt studie. Vegen vart litt til medan eg gjekk, men likevel ser eg ein del likskapar både til Nilssen (2012) si skildring av prosessen med open koding, men òg til ein metode kalla tematisk analyse, skildra av Braun og Clarke (2006). Desse to har også mange likskapar. Der Nilssen (2012) nyttar omgrepet kategoriar, brukar Braun og Clarke (2006) omgrepet tema.

Mykje av analyseprosessen min gjekk med på å finne kategoriar eller tema for å organisere og skildre prøvane og prøvebesvaringane til elevane, men eg forsøker også å setje/tolke desse inn i ein større samanheng rundt djupnelæring og bruken av prøvar og tekstoppgåver i skulen som vurderingsform. Dette er i tråd med Boyatzis (1998, i Braun og Clarke, 2006, s. 79) si skildring av tematisk analyse som ein metode for å identifisere, analysere og rapportere mønster (tema) i data. Vidare må forskarar som nyttar metoden, i følgje Boyatzis, minimum organisere og skildre dataa detaljert, men metoden inneber ofte at ein går vidare til å tolke ulike aspekt ved forskingsområdet. Denne definisjonen passar godt med arbeidet eg har gjort. Tematisk analyse er ein fundamental og hyppig brukt kvalitativ analysemetode (Braun og Clarke, 2006, s. 78). Ein av fordelane med metoden, er fleksibiliteten den gir når det kjem til teoretiske fridom og korleis metoden brukast (Braun og Clarke, 2006, s. 78), men òg når det gjeld val av datamateriale og forskingsspørsmål. På grunn av dette er metoden svært tilgjengeleg, òg for uerfarne kvalitative forskarar (Braun og Clarke, 2006, s. 81) som meg sjølv.

I tillaginga av kategoriar eller tema har eg forsøkt å få oversikt over sjølve oppgåvene, og deretter strukturere og organisere det som er skrive av forskingsdeltakarane på ulike måtar. Eg har så sett etter mønster i tema og kategoriar som undervegs og til slutt er blitt tolka ved å forsøke å finne meining og knyte desse til teori. Mine kategoriar eller tema harmonerer i stor grad med det Braun og Clarke (2006) har kalla semantiske tema. Desse er skildra som eksplisitte; dei finnast utan å sjå forbi det deltakarane har sagt eller skrive. Uansett korleis mønster eller tema oppstår, har kvalitative forskarar ei aktiv rolle i det å identifisere desse, å velje ut dei som er interessante, og å formidle desse til lesarane (Taylor og Ussher, 2001, i Braun og Clarke, 2006, s. 80).

Min analyseprosess har i stor grad vore innoom dei seks fasane som Braun og Clarke (2006) skildrar i si forklaring av metoden tematisk analyse. Desse inneber å gjere seg kjend med datamaterialet, å lage dei første kodane, å leite etter tema og gjennomgang, definering og namnsetjing av desse, og til slutt produsering av ein rapport (Braun og Clarke, 2006, s. 87). Denne prosessen har mange parallellar til den kvalitative analysemetoden som Nilssen (2012) skildrar, men Nilssen påpeikar i tillegg viktigheita av at ein som forskar må *skrive* seg gjennom alle ledd i prosessen, slik at ein i sluttrapporten har klarheit i tankar, val, prioriteringar og liknande, som krevst for å skrive ei god og detaljert oppsummering av prosessen. Dette gir også viktige element når det kjem til transparens og refleksivitet, som eg

kjem tilbake til i delkapittel 3.7. Eg har forsøkt å ha denne stadige skrivinga med i tankane gjennom analyseprosessen min, noko som har resultert i store mengder av forskarloggar og notatsider som har vore nyttige ved skildring av utviklinga av kategoriar og tema.

Til slutt er det verdt å nemne at arbeidet med denne oppgåva på ingen måte har føregått lineært, noko som heng saman med den kvalitative arbeidsmåten generelt, sidan denne skildrast som ein fram- og tilbakeprosess (Nilssen, 2012, s. 18). Denne mogelegheita til å bevege seg fram og tilbake mellom fasar, analyse, tolking og skriving, og å la prosessen utvikle seg over tid, er òg eit teikn på den fleksibiliteten som tematisk analyse representerer (Braun og Clarke, 2006, s. 86).

3.3 Datamaterialet

Eg har gjennom rettleiaren min fått innsyn i ein kjemi 1-klasse sine kjemiprøvar gjennom (nesten) eit heilt skuleår. Det er snakk om 5 ulike prøvar med tema som dekker store delar av innhaldet i Gyldendal sitt Aqua 1-læreverk. Det manglar 2-3 kapittel, noko som nok heng saman med at klassen bytte lærar undervegs, slik at innsamlinga stansa.

3.3.1 Datainnsamlinga

Det var i innsamlingsprosjektet med fleire lærarar som leverte prøvar og forsøksrapportar i ulike klassar. For den aktuelle klassen i mi oppgåve, er det 12 elevar som har vore forskingsdeltakarar, og som eg berre kjenner ved tresifra nummer, sidan prøvebesvaringane var anonymiserte innan dei nådde meg. Fordi nummera er kjende for involverte lærarar og elevar, er elevane omdøypte med nye nummer frå 1 til 12, slik at der spesifikke forskingsdeltakarar vert omdiskutert vert desse kalla t.d. elev 1, elev 2 osv. Totalt er det altså snakk om 60 mogelege prøvesbesvaringar. 6 besvaringar manglar i sin heilheit, truleg grunna frávær på nokre av elevane på prøvedagane, og materialet består dermed av 54 besvaringar.

3.3.2 Tal oppgåver

I dei 5 prøvane er det totalt snakk om 31 oppgåver, med ei finare inndeling på 55 deloppgåver, og ei endå finare inndeling på 82 delspørsmål. Oppgåvene er kjenneteikna med nummer på prøvane (oppgåve 1, oppgåve 2 osv.). Deloppgåver opptre der oppgåva er delt inn med bokstavar (deloppgåve 1a og 1b osv.). Der desse deloppgåvene igjen er delt inn med tal, er desse kalla delspørsmål (delspørsmål 1a1 og 1a2 osv.). Den finaste inndelinga av prøvane er altså delspørsmål, og det er dette talet som viser til kor mange spørsmål elevane *faktisk* skal produsere separate svar til på prøvane. Skilnaden på desse termene skildrar eg med eit eksempel frå datamaterialet:

Oppgåve 3 (Prøve i kapittel 2+3)

- a) Forklar kva vi meiner med ein dipol. Bruk gjerne eit eksempel.
- b) Forklar kva bindingstypar vi finn mellom molekyla av følgjande stoff:
 - 1) HBr
 - 2) HF
 - 3) H₂

Her vil oppgåve 3 vere éi oppgåve, som består av to deloppgåver (a og b), og totalt fire delspørsmål (a, b1, b2, b3), sidan deloppgåve b er delt inn i tre underspørsmål som krevjar tre separate svar frå elevane.

Med 82 delspørsmål og 12 elevar er det då snakk om potensielt 984 enkelt svar som kan analyserast. Fordi oppgåvene på prøvane varierer mellom å krevje tal som svar eller tekst som svar, og sidan utrekningar og tekst svar er vanskelege og samanlikne, har eg for omfanget av både datamaterialet og masteroppgåva si skuld vald å ha fokus berre på sistnemnde. Eg ser derfor vekk ifrå alle dei oppgåvene og delspørsmåla som har eit rekneaspekt, noko som reduserer datamengda til 55 delspørsmål av interesse. Det er då framleis potensielt 660 enkelt svar igjen å analysere, gitt at alle elevane har vore til stade og svart på alle delspørsmål. Det har dei ikkje gjort, og det faktiske talet er derfor noko lågare. Ei vidare inndeling av oppgåvetypene vert skildra i avsnitt 3.5.1.

3.3.3 Rekonstruksjon av oppgåvetekstar

I datamaterialet mitt er det som tidlegare nemnd fem ulike kapittelprøvar, som i alt dekker 6 kapittel frå læreverket Aqua 1. Til tre av desse har eg fått tilgang til sjølve prøva, i tillegg til prøvebesvaringane. I dei resterande to har eg berre prøvebesvaringane. Eg har derfor nytta elevsvara til å rekonstruere oppgåvetekstane i dei oppgåvene som manglar. Eit eksempel på dette er deloppgåve 3a frå prøve i kapittel 7. Elev 1 har skrivne dette svaret:

Svaret til elev 1, deloppgåve 3a (Prøve i kapittel 7)

Brønsted definisjon på syrer og basar er:

Ei syre er eit stoff som kan gi frå seg eit proton.

Ein base er eit stoff som kan ta imot proton.

(Med proton så meiner ein enkelt og greitt H^+ -ion)

Fleire svært liknande svar på dette delspørsmålet har ført til den rekonstruerte oppgåveteksten:

Deloppgåve 3a (Prøve i kapittel 7)

Kva er Brønsted-definisjonen på syrer og basar?

Dette meiner eg å ha fungert nokså bra i dei aller fleste delspørsmåla. I eitt tilfelle trengte eg assistanse frå rettleiar, men eg trur at eg til slutt har enda med å vere nokså sikker på omtrentleg ordlyd på alle dei aktuelle oppgåvetekstane.

3.4 Første møtet med koding

Som med mange kvalitative analysar innebar innleiande arbeid mitt med datamaterialet både transkribering og open koding.

3.4.1 Transkribering

Etter å ha bestemt kva delspørsmål som er utan rekneaspekt, og dermed er det eg klassifiserer som tekstoppgåver, vart alle prøvebesvaringane transkriberte over til digitale filer. Dette vart

gjort av fleire grunnar. For det første var nokre av besvaringane skrive med nokså utydeleg og rotete skrift, så for å sleppe å gjere tydearbeidet mange gonger gjennom analyseprosessen, gjorde eg det heller skikkeleg ein gong for alle. Vidare gjorde det å ha filene i eit digitalt og oversiktleg format det lettare å nytte digitale hjelpemiddel som Nvivo i kodingsprosessen. Til slutt fungerte transkriberingsprosessen òg som ein god måte å bli kjent med, få oversikt og kontroll over materialet på, og nokre tankar om kva eg fann interessant var allereie begynt å kome til overflata undervegs i denne startfasen. Viktigheita av transkriberingsprosessen støttast også av Braun og Clarke (2006, s. 87), som ein sentral del av å gjere seg kjend med og starte analysen av datamaterialet.

3.4.2 Kodeprosessen

Etter at datamaterialet var ferdig transkribert, vart alle filene samla i Nvivo, og kodeprosessen var i gang. Eg forsøkte å finne mønster og kodar, og å få systematisert datamaterialet. Eg kjente meg raskt svært godt igjen i Nilssen (2012, s. 14) si skildring av sitt møte med kvalitativ forskning, nemleg at prosessen var plasskrevjande, tidkrevjande, uoversiktleg og teknologisk utfordrande. Kodane vart mange og sprikande, og eg klarte ikkje heilt å samle verken materialet eller hovudet rundt den store mengda av data og kodar. Det vart rett og slett for store kontrastar mellom både oppgåvetypene og elevsvara. Det å samle noko felles om ei fleirvalsoppgåve som krevjar ein bokstav som svar, og ei meir omfattande oppgåve som krevjar eit lengre svar frå elevane var vanskeleg, og det å gjennom kodinga få ei oversikt over om elevane svarar, i tillegg til *kva* og *korleis* dei svarar var også utfordrande. Sjølv om friheit og fleksibilitet var noko av det som verka appellerande med ein kvalitativ, open kodingsprosess, kjende eg altså raskt på at dette også gjorde prosessen krevjande. Det finst ingen oppskrifter eller reglar for analyseprosessen, einkvar forskar utviklar sin eigen måte å analysere kvalitativt datamateriale på (Nilssen, 2012, s. 15). Eg valde derfor etterkvart å pause den heilt opne kodinga av heile datamaterialet, og trekke analysen ut av Nvivo. Eg gjekk over til Excel, for å innleiingsvis få oppsummert og strukturert materialet betre. Derfrå var planen å få oversikt, og å kome fram til ei meir handterleg (og homogen) datamengd som eg så kunne ta tilbake i Nvivo for djupare analyse.

Denne framgangsmåten har resultert i ei todelt analyse, kor første del har ein skildrande og utveljande effekt på heile datamaterialet (skildra i delkapittel 3.5), og andre del meir går i djupna på utvalde delar av materialet (delkapittel 3.6). Eg tenker at det er fornuftig å ha med begge desse delane i min rapport for transparens og «thick description», det vil seie ei god og innhaldsrik skildring av både material og prosess (Cohen et al., 2011, s. 201), noko som er naudsynt med tanke på kvaliteten av studien. Dette kjem eg tilbake til i delkapittel 3.7.

3.5 Skildring, organisering og utveljing av datamaterialet

Eg gjer her greie for den første delen av analysen, som inneheld inndeling i oppgåvetypar, svartypar og ei vurdering av riktigheit.

3.5.1 Inndeling i oppgåvetypar

Før eg kan analysere prøvesvara til elevane, ser eg det naudsynt å forklare kva oppgåvetypar eg skil mellom i datamaterialet mitt, som tidlegare forklart består av totalt 82 delspørsmål. Eg har samla inndelinga og prevalensen av dei ulike oppgåvetypene i tabell 5 under avsnitt 4.1.1.

Tekstoppgåver vs. rekneoppgåver

Delspørsmåla som prøvane inkluderte, vart som tidlegare nemnd delt inn i to hovudgrupper: *rekneoppgåver* og *tekstoppgåver*. Rekneoppgåvene er alle dei delspørsmåla som spør etter tal som resultat eller svar, og som dermed i stor grad involverer rekning og formelbruk. Det vil vere lite eller ingen tekst å analysere i svara på slike oppgåver. Eleven vert t.d. bedt om å rekne ut pH-verdiar, løysingsevner og konsentrasjonar. Tekstoppgåvene er då alle delspørsmåla kor det er svar i tekstformat som er ønskeleg. Mengda tekst er derimot ikkje presisert i denne hovudinndelinga, då kategorien omfamnar alt i frå fleirvalsoppgåver til forklaringsoppgåver. Tru til mitt fokus filtrerte eg ut rekneoppgåvene frå datamengda mi, og retta blikket mot tekstoppgåvene.

Kort svar vs. lang svar

Som førespeglar i førre avsnitt, såg eg det nyttig å dele tekstoppgåvene vidare inn i to kategoriar: *kort svar* og *lang svar*. Dette var fordi elevsvara kom i så ulikt format i desse to kategoriane. Eg såg store forskjellar i kva som kunne analyserast og tolkast utifrå dei ulike svara, og dette starta som regel med kor omfattande oppgåvene var, med tanke på tekstmengda det er forventa at elevane skal produsere.

Kortvarsoppgåver omfattar dei delspørsmåla som berre etterspør heilt raske og korte svar hos elevane, gjerne i form av ein bokstav (fleirvalsoppgåver kor det kun er spurt om å angi det rette alternativet) eller eit enkelt ord (oppgåver som t.d. etterspør riktig kjemisk omgrep eller namn). Eksempel på slike delspørsmål frå datamaterialet er:

Delppgåve 2d (Prøve i kapittel 2+3)

Vi let eit atom oksygen reagere med

1. H, der det lagast H_2O .
2. Ca, der det lagast CaO .
3. O, der det lagast O_2 .

Kva type binding har vi mellom atoma i desse tre produkta?

Her forventast det enkle kjemiske ord eller uttrykk som svar, nemleg «polar elektronparbinding», «ionebinding» og «upolar elektronparbinding».

Delppgåve 6a (Prøve i kapittel 2+3)

Kva er namna til følgjande molekyl?

1. CO_2
2. P_2O_3
3. N_2O

4. Cl₂O₇

5. CO

Her forventast berre sjølve namna som svar, nemleg t.d. «karbondioksid» og «dinitrogenmonoksid».

Oppgåve 1 (Prøve i kapittel 6)

Med omgrepet kjemisk likevekt meiner vi:

- A) at likevektskonstanten har verdien 1
- B) at reaksjonen går like raskt i begge retningar
- C) at stoffmengda av stoffa på begge sider er lik
- D) at massen av stoffa på begge sider er lik

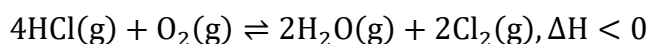
Her forventast kun ein bokstav som svar, nemleg «B». Enkelte elevar skriv ut heile setninga, men dette tilfører ikkje noko nytt til svaret som ikkje òg vert representert ved å kun skrive t.d. «alternativ B er riktig».

Dette er alle delspørsmål som er stilte på ein slik måte at elevane svært sjeldan skriv meir enn den eine bokstaven eller det eine ordet som krevst. Det er ikkje spurt om, og det er heller ofte ikkje sett av tid til, grundigare svar. Desse svara gir dermed lite for meg å tolke, utanom rett/gale-perspektivet. Trass i at slike oppgåver finnast i større eller mindre grad i alle dei fem prøvane, synast eg det er vanskeleg å skulle tileigne elevane både ferdigheiter og misoppfatningar i særleg grad, med så lite innblikk i tankane deira. Desse oppgåvene lèt eg dermed vere å analysere i djupare grad, rett og slett fordi eg ikkje har noko datamateriale eg synast det er trygt å basere tolkingar på.

Då er situasjonen annleis med oppgåvene som krevjar meir av elevane, i form av lengre svar. Svara treng ikkje vere av vesentleg lengde slik langsva ofte vert definert; i min dikotomi er langsva berre meint som lengre svar enn dei heilt, heilt korte som er skildra over. Ofte er det snakk om svar som inneheld ei setning eller to. Langsvaoppgåvene oppfordrar i større grad til å forklare og grunngje, noko som både gir elevane mogelegheit til å vise meir av sine kunnskapar og ferdigheiter (med tanke på at det er oppfordra til dette, og dermed nødvendigvis sett av betre tid per oppgåve), samtidig som dei gir lærarar – og i mitt tilfelle kvalitative forskarar – eit betre innblikk i styrker og svakheiter i dei kjemiske tenkemåtene og resonnementa til elevane. Eksempel på slike delspørsmål er:

Deloppgåve 4b (Prøve i kapittel 6)

Vi har likevekta



Forklar i kva retning likevekta vil forskyvast dersom vi

- i) Tilfører vassdamp
- ii) Fjernar oksyngengass
- iii) Avkjøler karet
- iv) Pressar volumet av karet saman

Oppgåve 6 (Prøve i kapittel 7)

Kva er ein syrebase-indikator?

Begge disse oppgåve er eksempel på det eg har kalla langsva, fordi det ikkje er tilstrekkeleg med ein bokstav eller eit ord for å svare på oppgåvene. Elevane må formulere meir omfattande forklaringar for å ha mogelegheit til å få god utteljing på prøvane. Når eg i mi masteroppgåve undersøker kva elevane viser av kjemikunnskapar, finn eg svara på desse oppgåvene mest interessante og informative, og det er desse eg har vald å gå vidare med til djupare analyse.

Med vs. utan konklusjon

Dei to eksempla på langsvaoppgåvene over viser endå to ulike typar kategoriar, slik eg ser det. Den øvste oppgåva ber elevane å kome med ein konklusjon, som skal grunngevast. Dei skal velje retning på reaksjonen (høgre eller venstre), og i tillegg underbygge valet sitt med ei forklaring. Andre eksempel på langsvaoppgåver som krevjar ein konklusjon, er at elevane skal avgjere og forklare om løysningar av ulike sambindingar vert sure, basiske eller nøytrale, eller rangere ei rekke sambindingar etter eigenskapar som løysingsevne eller smeltepunkt, med beskjed om å forklare. Den nedste oppgåva i førre avsnitt manglar «konklusjons»-aspektet, og er ei meir opa oppgåve som etterspør fagkunnskapar og omgrepsforståing. Eit anna eksempel på langsvaoppgåve som ikkje krevjar ein konklusjon, er å forklare Le Châtelier-prinsippet.

Dette skiljet gjer eg fordi eg ser forskjellar i korleis (nokre av) elevane vel å svare på desse to oppgåvetypene, og eg skil derfor mellom *langsva med konklusjon*, og *langsva utan konklusjon*. I den første kategorien kan elevane delvis kome unna med å behandle oppgåva som om den var ei kortsvarsoppgåve, og hoppe rett på konklusjonen (nedanfor kalla kategori 3-svar). Dette er ikkje ein mogelegheit i den andre kategorien. I tillegg vil første kategori ha eit tydelegare rett-gale aspekt enn den meir opne oppgåvetypen som langsva utan konklusjon utgjer.

3.5.2 Inndeling i svartypar

Fokuset mitt er altså innsnevra til å gjelde langsvaoppgåvene, fordi desse gir opphav til svar som i større grad kan analyserast. Det er totalt 24 delspørsmål i denne kategorien, noko som med 12 elevar medfører potensielt 288 elevsva å analysere vidare i djupna, gitt at alle elevane svarar på alle spørsmål. Dette skal vi sjå at ikkje stemmer. I tillegg har eg allereie nemnd at 6 prøvebesvaringar manglar i sin heilheit, sannsynlegvis grunna fråvære av elevar på prøvedagane.

Ideelt sett vil alle elevar som er til stade på ein prøve svare på alle oppgåvene på prøven, sjølv om kvaliteten på svara vil variere. Dette såg eg straks at ikkje var tilfellet i mitt datamateriale. Elevane spriker mellom det å ikkje svare på oppgåver i det heile, til å svare med nokså utfyllande forklaringar. Før eg ser på *kva* elevane svarar, ser eg det derfor naudsynt å sjå på *om* elevane svarar, eller i *kva grad* dei svarar. Eg klassifiserer elevsvara i følgjande fire svarkategoriar:

- 1) Svarar ikkje i det heile
- 2) Forsøker å svare, men gir opp

- 3) Svarar utan forklaring
- 4) Svarar med forklaring

Desse vil i det vidare verte referert til som (svar)kategori 1, 2, 3 og 4. Kategoriane vil forklarast og eksemplifiserast grundigare her, og er, i tillegg til å skildre datamaterialet, ein del av utveljingsprosessen med å finne dei svara eg finn mest brukbare for djupare analyse (delkapittel 3.6). Kategori 4 er dei svara kor elevane gir meg som kvalitativ forskar mest å arbeide med, og det er desse eg vil bruke mest tid på å analysere. Eg vil likevel kort seie nokre ord om dei andre svartypene, når det gjeld kva som finnast i datamaterialet, og kva desse gir meg av informasjon. Dette er fordi dei utgjer ein nokså stor del av datamaterialet, og er nok noko lærarar møter på støtt og stadig i deira arbeid med prøvar i skulen.

Kategori 1 – Svarar ikkje i det heile

Fleire av elevane manglar mange svar i sine prøvebesvaringar. I nokre tilfelle er det meir eller mindre openbart at eleven har hoppa over eit delspørsmål. Det står gjerne oppgåvenummer eller er sett av plass til å svare, men eleven har gått vidare til neste spørsmål. Andre stader ser det ut til at heile ark er vorte borte undervegs i datahandsaminga. Tal sider i mitt datamateriale stemmer ikkje med tal sider eleven har skrive på framsida av prøvebesvaringa, eller det manglar mange påfølgande delspørsmål hos elevar som til vanleg svarar nokså fullstendig på prøvane. Det er mange ledd i prosessen av datahandsaming før materialet vart «mitt». Elevane har gjennomført og levert inn prøvene, prøvebesvaringane har så vorte anonymisert og scanna, før utsending til min rettleiar. Det er derfor lite å gjere med desse manglande sidene. Dette er altså svar eg manglar, utan at eg med sikkerheit kan seie om elevane har svart eller ikkje. Desse *manglande* svara er utelatt frå resultatata, i motsetnad til dei *blanke* svara som elevane meir eller mindre medvitne har latt vere å svare på.

Fordi datamaterialet ikkje er heilt komplett (nokre ark manglar), er det grunnlag for å vere ekstra forsiktig med å vere for bastant i mine ytringar om prøvebesvaringane eller elevane sett under eitt. Eg har ikkje det heile og fulle biletet, og eg veit ikkje kva svarkategori dei manglande svara ville hamna under, eller kva kvalitet svara ville hatt. På dei utvalde oppgåvene (tekstoppgåver med langsvaer) er det i alt 16 svar av potensielt 288 svar som manglar, så dekninga er likevel nokså god.

Kategori 2 – Forsøker å svare, men gir opp

Denne kategorien av svar inneheld forsøk på svar, men eleven kjem aldri til noko som faktisk kan vurderast som eit endeleg svar.

Eksempel på slike svar er elev 8 sine svar på delspørsmåla i deloppgåve 4b (prøve i kapittel 6), som vart vist på side 27. Eleven skal altså bestemme og forklare kva veg ei likevekt vert forskyvd ved ulike påverknader, og svara ser slik ut:

Elev 8 sitt svar på deloppgåve 4b (Prøve i kapittel 6)

- | | |
|--------------------------------|-----|
| i) grad av uorden blir høgare | mot |
| ii) grad av uorden blir mindre | mot |

- iii) grad av uorden blir mindre mot
- iv) *blankt*

I 4a) vert elevane bedde om å forklare Le Châteliers prinsipp, så dette er ei oppfølgingsoppgåve til det same temaet. Slik eg ser det, har eleven starta med eit omgrep (uorden) som ikkje passar inn i diskusjonen om forskyving av likevekter ved Le Châteliers prinsipp, før hen har latt det stå open plass, og deretter klargjort for å svare «mot venstre» eller «mot høgre». Så langt kjem eleven likevel ikkje, og svaret vert ikkje fullført. «Mot» kunne også vore tolka som «mot vanleg pilretning», slik at eleven i delspørsmåla 4bi-4biii eigentleg meiner «mot venstre». Dette ville vore rett i dei to første delspørsmåla, men ikkje i det tredje. Denne feilen, saman med feil grunngjeving (grad av uorden), og det faktum at eleven har unngått å svare på sjølve forklaringa av Le Châteliers prinsipp (deloppgåve 4a), gjer at eg har landa på første tolking av eleven sitt gitte svar; hen forsøker på å svare, men endar med å ikkje kome til noko endeleg svar, på grunn av manglande forståing og kunnskapar om Le Châteliers prinsipp. Svaret på delspørsmål 4iv) vil hamne i kategori 1.

Eit anna eksempel er elev 3 sitt svar på følgjande oppgåve:

Oppgåve 1 (Prøve i kapittel 8)

Gjer greie for prosessen der $\text{MgCl}_2(\text{s})$ vert løyst opp gjennom to delprosessar.

Elev 3 sitt svar på oppgåve 1 (Prøve i kapittel 8)

Spatting og hydr

Eleven forsøker på å namngje to delprosessar, sannsynlegvis spalting og hydratisering, men kjem ikkje i mål. Heller inga vidare forklaring av dei to delprosessane vert gitt, og det gjenstår svært lite å skulle gjere vurderingar eller tolkingar rundt.

Svar i denne kategorien gir ikkje mykje å analysere, då dei som regel er svært korte og uferdige. Likevel gir dei noko meir informasjon enn dei blanke svara, fordi eleven «røper» om hen er på riktig veg eller ikkje, og også at hen *ønsker* å svare noko. Sjølv om tabell 6 under resultat viser at det ikkje er mange svar i denne kategorien, og figur 4 viser at det særleg er éin elev som er representert der, har eg latt kategorien stå fordi svara etter mi meining ikkje passar i nokre av dei tre andre svarkategoriene. Den er med på å skildre diversiteten i materialet, sjølv om svara etter mi meining gir lite å analysere vidare.

Kategori 3 – Svarar utan forklaring

Dette er første kategori kor elevane faktisk avleverer eit svar som på prøvar kan vurderast i vanleg forstand, fordi svaret kan vere rett eller gale. Av langsvarsoppgåvene, er det oppgåvetypen *med konklusjon* som har svar i denne kategorien. Eit eksempel er elev 7 sine svar på den same deloppgåva som i førre avsnitt, om forskyving av likevekt:

Elev 7 sitt svar på deloppgåve 4b (prøve i kapittel 6)

- i) mot høyre
- ii) mot venstre

iii) mot venstre

iv) mot høyre

Sjølv om oppgåva, som vist tidlegare, krevjar ei forklaring, er det altså fullt mogeleg å svare på oppgåva som om det var ei kortsvarsoppgåve. Dette er det og fleire av elevane som nyttar seg av. Desse svara vil på lik måte som svara på kortsvarsoppgåver gi lite informasjon om tankar, kjemiske resonnement og misoppfatningar, og dermed ha svært avgrensa analysemogelegheiter.

Likevel gir dei som nemnd over eit aspekt som kan analyserast (eller meir *vurderast*), og det er om konklusjonane er rette eller gale. Elev 7 svarar i denne oppgåva feil på to (i og iii) og rett på to av delspørsmåla (ii og iv). Dermed kan svara i kategori 3 delast inn i underkategoriane 3 Rett (eller 3R) og 3 Gale (3G). Ved å sjå på fordelinga av desse kan ein kanskje seie *noko* om det sannsynlegvis er flaks eller sannsynlegvis er kalkulererte vurderingar som ligg bak konklusjonane. Nøyaktig *kva* som ligg bak har eg derimot ikkje gjeve meg ut på å analysere, fordi eg ikkje meiner det er grunnlag for dette når elevane ikkje opnar for å vise meir av tankane sine. Som figur 5 i resultatdelen viser, har eg og vurdert rett/gale aspektet for kvar enkelt elev som har produsert kategori 3 svar, for å vise korleis fordelinga i materialet er, og om det ser ut til at ulike elevar tyr til denne svarkategorien av tilsynelatande ulike grunnar.

Kategori 4 – Svarar med forklaring

No er eg komen fram på dei elevsvara som eg synast har mest potensiale for ei djupare analyse, og ikkje berre overflatisk skildring slik det føregåande har vore. Som tabell 6 viser, er det snakk om 159 separate elevsvar som oppfyller mine kriterium for å hamne i denne kategorien.

Både oppgåvetypane *langsvar med konklusjon* og *langsvar utan konklusjon* er representerte i denne kategorien, til motsetnad frå kategori 3. For langsvar med konklusjon vil svara i kategori 4, på same måte som i kategori 3, ha eit rett/gale-perspektiv. Konklusjonane til elevane kan vere rett eller gale, og dermed gi opphav til underkategoriane 4R og 4G. Det er dermed mogeleg å samanlikne riktigheita av svara elevane kjem med i desse to kategoriane, og sjå på om det er slik at elevar som forklarar også i større grad svarar (konkluderer) riktig.

Vidare vil desse svara, som kategorien tilseier, i tillegg til konklusjonen ha ei forklaring. Eg synast det er hensiktsmessig å også vurdere korleis konklusjon og forklaring heng saman. For eksempel kan ein korrekt konklusjon vere følgd av ei god forklaring eller ei forklaring som ikkje held mål, og som i verste fall er heilt urimeleg. Ein gal konklusjon kan vere eit resultat av ei gal forklaring, eller eit resultat av «uflaks» trass i at forklaringa eigentleg viser til gode kjemiske vurderingar. Dette gir opphav til ei firedeling av svara i kategori 4:

- 4R1: Rett konklusjon, adekvat grunngjeving. Her er både konklusjon og forklaring ok, eleven er i alle fall på rett spor.
- 4R2: Rett konklusjon, ikkje adekvat grunngjeving. Forklaringa manglar noko vesentleg, eller er heilt feil.

- 4G1: Gale konklusjon, adekvat grunngjeving. Forklaringa inneheld gode argument og vurderingar, men eleven kjem ikkje heilt i mål med konklusjonen sin.
- 4G2: Gale konklusjon, ikkje adekvat grunngjeving. Den kjemiske tenkemåten er ikkje god, og eleven svarar gale.

Oppsummert i tabelloversikt ser dette slik ut:

Tabell 4: Inndeling av svarkategori 4 etter riktighet

	Adekvat grunngjeving	Ikkje adekvat grunngjeving
Rett konklusjon	4R1	4R2
Gale konklusjon	4G1	4G2

Her tenker eg meg naturleg nok at 4R1 er den mest ønskelege svartypen, og 4G2 den minst ønskelege. Vidare vil 4G1 vere eit svar som viser betre kjemiske kunnskapar og ferdigheiter enn 4R2. Sagt enkelt kan 4G1 ha konkludert feil ved uflaks, medan 4R2 kan ha konkludert rett ved flaks.

Eksempel på desse fire underkategoriene finnast i datamaterialet. Svar i kategori 4R1, 4G1 og 4G2 viser eg med eksempel frå elevsvar på følgjande oppgåve:

Delspørsmål 5a3 (Prøve i kapittel 7)

Forklar om NaF vil gi sur, nøytral eller basisk løysning ved oppløysning i vatn.

Elev 1 sitt svar på delspørsmål 5a3 (Prøve i kapittel 7)



Na⁺ einverdig metallion og er dermed nøytralt. F⁻ er korresponderande base til den svake syra HF og vil dermed gi basisk løysning i vatn.



Løysninga er dermed basisk.

Elev 1 svarar at løysninga blir basisk, noko som er rett konklusjon. I tillegg forklarar eleven ved hjelp av reaksjonslikningar og vurderingar rundt fluoridionet si evne til å gi basisk løysning i vatn. Grunngjevinga er derfor adekvat, og svaret hamnar i kategori 4R1.

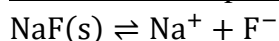
Elev 5 sitt svar på delspørsmål 5a3 (Prøve i kapittel 7)



Vassløysninga lagar Flussyre og [OH⁻]. Blandinga utliknar kvarandre og blir nøytral.

Elev 5 svarar at løysninga blir nøytral, noko som er gale konklusjon. Likevel viser reaksjonslikninga og delar av forklaringa korrekt kva som skjer – det dannast flussyre og hydroksidion. Det elev 1 har skrive som ein reaksjon i to trinn, har elev 5 samla til eit trinn, noko som gjer at eleven tilsynelatande mistar oversikta over det som skjer, slik at konklusjonen vert feil. Svaret hamnar derfor i kategori 4G1.

Elev 10 sitt svar på delspørsmål 5a3 (Prøve i kapittel 7)



Begge er eineverdige.

Nøytral løysning Na pga stor radius.

Sur løysning F⁻ pga liten radius.

Elev 10 svarar at løysninga blir sur, noko som er gale konklusjon. Også forklaringa held ikkje mål, noko som gjer at svaret hamnar i kategori 4G2.

For å finne eit svar av typen 4R2 må eg over på ei anna deloppgåve:

Deloppgåve 2a (Prøve i kapittel 2 og 3)

Eit salt smeltar når det tilførast så mykje varme at tiltrekkingskreftene mellom iona i saltet overvinnast.

Nedanfor er det gitt ei rekkefølge på smeltepunktta til tre salt, MgO, NaF og NaI. I kva av desse er salta satt i stigande rekkefølge på smeltepunktet? **Forklar.**

A MgO – NaF – NaI

B NaF – NaI – MgO

C NaI – NaF – MgO

D NaI – MgO - NaF

Elev 6 sitt svar på deloppgåve 2a (Prøve i kapittel 2 og 3)

C. Jo større ladning på ionene, jo høyrere smeltepunkt. Dermed har MgO høyere smeltepunkt enn NaF, fordi det er vanskeligere å rive bindingene fra hverandre.

Elev 6 konkluderer med alternativ C, som er det riktige. Forklaringa har eg vurdert som ikkje tilstrekkeleg, fordi den ikkje forklarar heile biletet. Med eleven si forklaring, kunne både B og C vore korrekt. Det manglar ei grunngjeving for kvifor NaI vil ha lågare smeltepunkt enn NaF. Derfor er svaret plassert i 4R2-kategorien.

Det er verdt å merke seg at t.d. eit 4R1 svar kan vere betydeleg betre og fyldigare enn eit anna 4R1 svar, men dei vil begge innehalde ein riktig tankegang, eller eit godt kjemisk resonnement. Fleire nyansar i kva elevsvara inneheld og korleis dei er strukturert vil eg kome meir inn på i vidare analyse i delkapittel 3.6.

Av dei 159 svara som er kategori 4-svar, er 88 svar på langsvarsoppgåver med konklusjon, og dermed plassert i ein av dei fire mogelege inndelingane over. Resterande 71 svar er på delspørsmål som ikkje krevjar konklusjon, og dei er dermed ikkje like lette å konkludere rett/gale på – der er vurderinga gjerne meir om det er tilstrekkelege eller presise nok kunnskapar som er teke med for eit fullgodt svar. Innhaldet i alle dei 159 kategori 4-svara vil vere med i den vidare analysen i delkapittel 3.6.

3.6 Analyse av utvald datamateriale

Hittil har eg forsøkt å gi oversikt og skildring av datamaterialet, ved å lage kategoriar og oversikter i Excel over kva dei ulike oppgåvetypene krevjar, kva svartypar elevane produserer, og ei vurdering av riktigheit av svar i kategori 3 og (delvis) i kategori 4. Eg har slik enda opp med dei oppgåvene og svara eg finn særleg interessante for vidare analyse, nemleg kategori 4 svar på langsvarsoppgåver. Oppgåvene legg opp til at elevane skal forklare og greie ut, og svara inneheld forsøk på slike forklaringar. Datamaterialet for vidare analyse

er vorte redusert til å omfatte 24 ulike delspørsmål, med tilhøyrande 159 svar. I det vidare er det desse svara som er analysert meir i djupna når det gjeld innhald og struktur, ved hjelp av det digitale kodingsverktøyet Nvivo, for å sjå etter passande kodar og mønster som viser dei kunnskapane og forståingane elevane forsøker å få fram.

3.6.1 Kunnskapsformer til uttrykk

Ved hjelp av Nvivo har eg forsøkt å induktivt identifisere og organisere kva trekk ved elevsvara som går igjen, og som på ein god måte skildrar og dekker datamaterialet innanfor den no utvalde delen – kategori 4-svar på langsvarsoppgåver. Eg har vald å kalle dette for *ulike kunnskapsformer* som kjem til uttrykk i elevsvara, og har enda på to hovudkategoriar: symbolske og språklege kunnskapsformer. I den først kategorien samlast dei elementa som ikkje er skrivne med ord, medan ord og setningar er samla i den andre hovudkategorien. Kvar av hovudkategoriane har underkategoriar, som skildrast nedanfor.

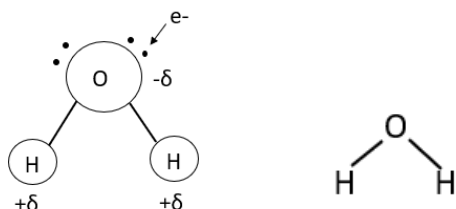
I det vidare vil kodesystemet mitt byggje på kva trekk/kunnskapsformer elevane forsøker å vise i svara sine. Det å identifisere desse trekka og det å fullstendig vurdere riktigheita (eller graden av riktighet) er to ulike ting. Eg vil halde meg til å identifisere kva elevane prøvar på, utan å gå heilt og systematisk inn i å vurdere graden av riktighet i dei ulike delane av svara. Dette kunne fylt ei heil avhandling i seg sjølv, sidan alle svara er nokså ulike. Nokre av svara er svært innhaldsrike med stor grad av riktighet, andre er riktige men noko mangelfulle når det kjem til innhald, og andre igjen er i stor grad gale eller irrelevante. Det ville kravd omfattande koding og kategorisering i typar feil, manglar og gale formuleringar for å finne mønster, så dette let eg vere opp til andre å studere og systematisere vidare i djupna. Det eg ønsker å ha fokus på, er kva trekk eller kunnskapsformer elevane forsøker å få fram, og i resultat- og diskusjonsdelen vil eg nyansere dette noko ved å vise korleis eg synast at kunnskapsformene bidreg til å kunne seie noko om forståinga til elevane, eller mangelen på forståing. Nokre gonger bidreg til dømes figurar og reaksjonslikningar til å styrke innhaldet i tekstsvara, andre gonger fell eleven igjennom sidan teksten (det språklege) og det symbolske ikkje stemmer overeins, og forståinga er dermed ikkje god nok. Dette er ikkje meint som fullstendig vurdering av feila til elevane, men meir tankar om kva sjølve kunnskapsformene kan få fram i elevsvar.

Symbolske kunnskapsformer

Symbolbruk er ein viktig del av kjemifaget, og som nemnd under delkapittel 2.4 kan ein seie at bruken av symbol kan sjåast på som ein av tre dimensjonar i kjemifaget (makronivå og mikronivå er dei to andre). Eg synast derfor at det er nyttig å sjå på kva elevane viser av denne dimensjonen på prøvane. Til å starte med oppstod ulike kodar som omhandla modellar, skisser, eksempel og reaksjonslikningar, kor eg ikkje heilt klarte å plassere desse på ein ryddig, oversikteleg og eintydig måte. Med litt opprydding, forsøk på å finne færre og dekkande kodar, og diskusjonar med rettleiar angående kodingsystemet, har eg enda på to kunnskapsformer som kjem til uttrykk under det symbolske, nemleg figurar og reaksjonslikningar.

Figurar

Dette er ei samlenemning på dei elementa som ikkje er skrivne med ord, og som heller ikkje går under den andre underkategorien (reaksjonslikningar). Elementa er teikningar eller skisser, og dei inneheld gjerne symbol som pluss, minus, atomsymbol, piler, osv. Eksempel frå datamaterialet på dette er når elevane forsøker å forklare dipol-omgrepet ved hjelp av skisser av vassmolekylet, som eg har vist ved to ulike eksempel nedanfor.



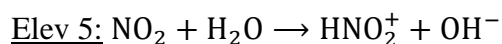
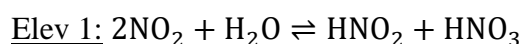
Figur 1: Gjengiving av elev 1 (til venstre) og elev 10 (til høgre) sine figurar som er ein del av deira svar på kva ein dipol er (deloppgåve 3a, prøve i kapittel 2 og 3).

Som eksempelet over viser, er det nokså store forskjellar i kor innhaldsrike figurane til elevane er, og dette vil eg kome meir inn på under resultat og diskusjon.

Reaksjonslikningar

I denne underkategorien er alle forsøka til elevane på å skrive reaksjonslikningar samla. Lenge forsøkte eg å skilje mellom korrekte reaksjonslikningar, ubalanserte reaksjonslikningar og direkte gale likningar (feil produkt eller liknande). Etter at eg bestemte meg for at hovudfokuset mitt ikkje ligg på fullstendig vurdering av riktigheit av alle aspekta i svaret, vart kodinga meir oversikteleg ved å samle alle under ein meir samlande kode – forsøk elevane gjer på å vise reaksjonslikningar som kunnskapsform. I resultat- og diskusjonsdelen vil eg nyansere dette noko meir med å vise korleis reaksjonslikningane somme tider støttar opp om forklaringane til elevane og dermed tyder på at noko er forstått nokså djupt, medan elevane andre gonger får vist at djupna eller forståinga ikkje er heilt på plass.

Eksempel på reaksjonslikningar produsert av elevane, som delar av svaret på spørsmålet om $\text{NO}_2(\text{g})$ i vatn vil gi sur, basisk eller nøytral løysning (delspørsmål 5a1, prøve i kapittel 7), er:



Dette er begge to forsøk på å grunngje svaret ved hjelp av reaksjonslikningar, men dei er av nokså ulike kvalitet. Dette kjem eg nærmare inn på i både resultat og diskusjon.

Språklege kunnskapsformer

Det som no er igjen i elevsvara, etter å ha samla det symbolske som forklart over, er *teksten* elevane har skrive, altså det språklege. Dette er samla her, i den andre hovudkategorien av kunnskapsformer som kjem til uttrykk. Også her har eg arbeidd med å få eit godt system for

kodar og trekk som dukkar opp i materialet. Eg har måtte gått fleire rundar i Nvivo og i samtale med rettleiar for å ende på dei fire kategoriane som skildrast under, nemleg fakta, trendar/generelle samanhengar, definisjonar og grunngevingar. Tanken er at desse kategoriane inneheld element frå elevsvara som er av aukande vanskegrad eller kompleksitet.

Kodinga starta med ei nokså spesifikk tilnærming til det elevane har forsøkt å skrive. Kodar som til dømes «Coulombs regel», «Brøndsteds definisjon» og «hydrogenbinding» var med, fordi elevane i fleire tilfelle formulerte eller forklarte rundt slike konkrete element. Fordi datamaterialet dekker store delar av kjemi 1-faget (6 kapittel i Aqua 1-læreverket), vart det etterkvart mange kodar som gjorde vidare analyse komplisert. Kodingssystemet vart derfor forsøkt organisert i dei fire samlande, men likevel dekkjande, kategoriane nemnd over. Når det gjeld namna på dei endelege kodane, var dette og noko som måtte vurderast og endrast på grunn av ulike omsyn. I kodinga hadde eg lenge «generalisering» og «samanheng» som to av kodane. Fordi generalisering er eit omgrep som nyttast i SOLO-taksonomien, såg eg det naudsynt å omdøype koden til «trendar eller generelle samanhengar», som eg ser på som gjengivingar av tillært stoff. For å unngå vidare samanblandingar, måtte koden tidlegare kalla «samanheng» òg omdøypast, til «grunngeving». Her ligg det framleis at fleire element takast med og betraktast i lag. Grundigare forklaring samt eksempel for alle dei fire underkategoriane følger i dei neste underavsnitta.

Fakta

Den enklaste språklege kunnskapsforma som dukka opp, var fakta-kategorien. Her er det snakk om meir eller mindre relevante enkeltstående fakta som elevane nemner. Det er gjerne snakk om tillærte frasar, som utan forklaring er vanskeleg å vurdere om er forstått i nokon djupare grad. Det er i mange tilfelle også snakk om nytting av periodesystemet eller tabellar for å kome med utsegn om grunnstoff eller sambindingar. Faktaelementa er knytte til heilt konkrete ting, og dukkar opp anten åleine eller som del av eit meir utfyllande svar.

Eksempel på fakta som nemnast av elevane i svara:

- Ar er ein edelgass som har oppnådd oktettregelen. (Elev 1, delspørsmål 1b2, prøve i kapittel 2 og 3)
- Li er i periode 2 og vil dermed vere høgare oppe i gruppe 1 enn Na som er i periode 3. (Elev 1, delspørsmål 1b3, prøve i kapittel 2 og 3)
- F⁻ har færre elektronskal enn det I⁻ har. (Elev 4, deloppgåve 1c, prøve i kapittel 2 og 3)
- F⁻ er den korresponderande basen til den svake syra HF. (Elev 2, delspørsmål 5a3, prøve i kapittel 7)
- O²⁻ er sterke enn OH⁻. (i betydning basestyrke) (Elev 5, delspørsmål 5a2, prøve i kapittel 7)
- Na⁺ er eit alkalimetallsalt. (Elev 6, oppgåve 3, prøve i kapittel 8)

Her viser eg to eksempel på korleis to ulike elevar har nytta seg av fakta i spørsmålet om kvifor F⁻ har mindre radius enn I⁻ (delspørsmål 1c i prøve i kapittel 2 og 3):

Elev 4 sitt svar:

F⁻ har mindre radius enn I⁻ fordi F⁻ har færre elektronskal enn det I⁻ har.

Elev 1 sitt svar:

F⁻ har mindre radius enn I⁻ fordi I⁻ har fleire elektronskal enn F⁻. Sjølv om I⁻ har fleire positive proton i kjernen vil den korte avstanden hos F⁻ ha meir å seie. Skala hos I⁻ vil òg hemme protonkjernen sin kraft. Dermed vil F⁻ trekke meir på sine elektron og radiusen blir mindre.

Elev 4 sitt svar vil hamne i fakta-kategorien, som er den enklaste. Same fakta-elementet dukkar opp i elev 1 sitt svar, men her er faktaopplysninga med som del av eit meir omfattande svar, kor fleire aspekt drøftast. Dette svaret vil derfor ha fakta-element som ein del av ei grunngeving, slik at dobbeltkoding har føregått.

Trender/generelle samanhengar

I denne kategorien samla eg utsegn som er formulert meir som ein trend eller enkel samanheng, og utsegna hamnar rett over fakta-koden i hierarkiet av aukande vanskegrad eller kompleksitet. Det er fordi eg ser på desse som reproduserte setningar eller samanhengar frå lærebok eller undervisning, men med innhald av noko meir samansette element enn faktakunnskapen – gjerne i form av spesifikke eigenskapar som varierer og liknande.

Eksempel på trendar eller generelle samanhengar frå elevsvara er:

- Atomradius minkar mot høgre i ein periode og aukar nedover i ei gruppe. (Elev 1, delspørsmål 1b3, prøve i kapittel 2 og 3)
- Van der Waalske krefter verker på alle molekyl (Elev 2, delspørsmål 3b1, prøve i kapittel 2 og 3)
- Di større ladning på iona, di høgare smeltepunkt. (Elev 6, deloppgåve 2a, prøve i kapittel 2 og 3)
- Metalloksid gir basisk løysning med vatn (Elev 2, delspørsmål 5a2, prøve i kapittel 7)
- Når vi pressar volumet saman, vil trykket auke. (Elev 2, delspørsmål 4b4, prøve i kapittel 6)

Definisjonar

Definisjon var ein kode som tidleg dukka opp i arbeidet med elevsvara, fordi elevane nokså ofte forsøker å setje ord på og skildre kjemiske omgrep og fenomen. I tillegg hadde eg lenge ståande kodar for ulike fagomgrep og eksempel. Særleg mellom definisjon og omgrep var det ein del overlappende koding, og det å halde desse avskilt vart etterkvart uhensiktsmessig. I tillegg følgde eksempelkoden i stor grad med når ulike skildringar av omgrep vart gjort.

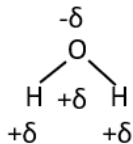
Nilstun (2018) forklarar at det å definere betyr å bestemme eit omgrep sitt innhald og omfang på ein slik måte at det ikkje kan forvekslast med andre omgrep. Også Dewey har i sitt kjente verk frå 1910, «How we think», utbrodert kva som ligg i omgrepet definisjon. «Definition means essentially the growth of meaning out of vagueness into definiteness» (Dewey, 1910, s.

212). I dette legg Dewey (1910, s. 130) at vagheit kan dekkje over umedviten samanblanding av ulike meiningar eller mangel på ei presis meining, medan meininga bak omgrep kan kome fram gjennom definisjonar. Meininga skal vere så distinkt at ein får skilt den frå andre, særleg nærliggande, meiningar, og eksempel kan vere ein del av dette (Dewey, 1910, s. 130).

Etter å ha sete meg inn i denne forklaringa av definisjon, og etter samtale med rettleiar, har eg vorte ståande på at eg med definisjon i mitt materiale meiner elevane sine forsøk på skildringar av fagomgrep, i betydninga kva eller korleis noko er, og at eksempel kan reknast som ein del av definisjonane. Nøkkelord i leiting etter definisjonar, er at «noko er...». Dette gjorde det mogeleg å samle dei ovanfor nemnde kodane til ein samla definisjonskode. Eg viser her to eksempel frå datamaterialet kor eg har nytta denne koden:

Elev 5 sin definisjon av dipol (deloppgåve 3a, prøve i kapittel 7):

Ein dipol er eit molekyl der det positive og negative senteret ikkje fell saman. Eit eksempel er H₂O. Oppbygginga av molekylet gjer at det positive senteret mellom H-atomane ikkje fell på same stad som det negative i O.



Sentera fell ikkje saman og er dermed ein dipol.

Elev 6 sin definisjon på syre-baseindikator (oppgåve 6, prøve i kapittel 7)

Ein syrebaseindikator er eit kjemisk, organisk stoff, som kan vise om ei blanding er sur, basisk eller nøytral. Indikatoren viser pH-omslagsområde (0-12) til stoffet.

Med ein indikator kan syre/base gå frå ein farge til ein annan (fargeforandring!).

Dersom stoffet er nøytralt vil syrebaseindikatoren ha ein farge som er ei blanding mellom den syre og den basiske fargen.

Eksempel på indikatorar er BTB.

I begge desse eksempla blir meininga med eit fagomgrep forklart, og eksempel vert nytta.

Grunngjevingar

I denne kategorien skriv elevane meir om kvifor noko er som det er, gjerne knytt til spesifikke eksempel som oppgåvene spør om. Som tidlegare forklart, vart denne kategorien først kalla «samanheng», fordi svara, eller delane av svara, som vart samla her inneheld meir komplekse kjemiske resonnement enn dei tidlegare gjennomgådde kategoriane. Elevane knyt to eller fleire aspekt saman for å forme forklaringar eller grunngjevingar, anten det er snakk om makro- og mikronivå som knytast saman, eller samvarians mellom ulike aspekt eller eigenskapar. Samvarians kan òg dukke opp i trendar/generelle samanhengar, men her vert desse ikkje vidare utdjupa eller forklart. Det er ofte snakk om kausale samanhengar, slik at *fordi*, eller synonym av *fordi*, i mange tilfelle fungerer som ein indikator for å skilje desse grunngjevingane frå dei andre kategoriane under språklege kunnskapsformer.

Sjølv ved hjelp av språklege indikatorar som *fordi*, *derfor*, *sidan* osv., krevjar svara ein del tolking i kodingsarbeidet. Indikatorane er verken nødvendig eller tilstrekkeleg for å hamne i kategorien, sidan enkle svar kor berre ein trend eller ein fakta nemnast kan innehalde *fordi*, og *fordi* omfattande grunngevingar av til dømes oppløysninga av eit salt ikkje treng å innehalde slike ord. Til sjuande og sist er det kompleksiteten som avgjer om svaret faktisk er ei grunngeving, og ikkje berre det eg tolkar som reprodusering av fakta eller trendar/generelle samanhengar, eller forklaring av omgrep i definisjonar. I denne kategorien ligg ein del likskapar med det eg i neste analysedel går meir inn på, nemleg strukturen og innbyrdes relasjonar i elevsvara gjennom SOLO-taksonomien.

Eg viser her korleis eg har tenkt i eit av elevsvara:

Elev 1 si forklaring av bindingstypar mellom HF-molekyl (delspørsmål 3b2, prøve i kapittel 2 og 3):

Mellom HF-molekyl er det som forklart i 1) van der Waalske krefter mellom molekyla. Det er òg hydrogenbindingar mellom molekyla, som er svært sterke bindingar. Hydrogenbindingar oppstår mellom H-atom, som er bunde til O, N eller F i eit molekyl, og N, O eller F i eit anna molekyl. Bindingane er sterke fordi N, O og F er svært elektronegative og har små atomradiusar.

Eg synast svaret inneheld element av definisjon av hydrogenbinding. Samtidig ser eg at eleven forklarar ein samheng mellom oppbygginga av HF-molekylet og kreftene/bindingstypane, og at eleven grunnjev bindingsstyrken ved hjelp av omgrep som elektronegativitet og atomradius. Eg har koda svaret som grunngeving grunna indikatoren *fordi* er til stade, slik at eg får eit meir eintydig kodingsssystem og ikkje for mykje overlapp mellom definisjon og grunngeving. Her ligg mine vurderingar og val til grunn, men i ei rekke svar i datamaterialet kan det vere at andre kodarar ville gjort andre val. Eg forsøker her å legge fram min tenkemåte, og ueinigheter rundt denne vil nok kunne dukke opp hos enkelte lesarar. At N, O og F er svært elektronegative og har små atomradiusar er også koda som fakta.

3.6.2 Strukturanalyse ved hjelp av SOLO-taksonomien

Svara i kategori 4 har generelt ulik grad av både mengde og kvalitet på kunnskap som er vist. Eg har allereie vurdert ein del av svara (dei som har konklusjons-aspekt) som anten rett eller gale og med adekvat eller ikkje-adekvat grunngeving (avsnitt 3.5.2), og sett induktivt på innhald i alle svara i form av å identifisere trekk eller kunnskapsformer i svara (avsnitt 3.6.1). I denne siste delen av analysen forsøker eg å sjå på svara som ei meir samla eining, ved å analysere strukturen, eller kompleksiteten, i svara. Målet er at dei to tilnærmingane (kunnskapsformer og struktur) vil fungere komplementært, og resultere i ei vid forståing av elevane sine svar på prøvane, slik at eg har gode mogelegheiter til å drøfte datamaterialet i lys av forskingsspørsmål og litteratur.

Som siste ledd av analysen av prøvebesvaringane, har eg derfor vald å gjere nytte av SOLO-taksonomien til Biggs og Collis (1982), noko som gjer delar av analysen min deduktiv. Som skildra i avsnitt 2.3.2 er dette ein god reiskap når ein skal vurdere kvaliteten og djupna på

læring, ved å nivådele elevresponsar etter struktur. Når ei oppgåve er bestemt, må ein som lærar, eller kvalitativ forskar, vite kva ein skal sjå etter når elevresponsane kjem tilbake for kategorisering i SOLO-nivå. Ein må analysere oppgåva, og sjølv finne ut kva som er dei ønska komponentane i svara – dette vil gjelde både kva data som er relevante, og korleis desse høyrer saman på eit relasjonelt nivå. Det er derimot ikkje like lett å føreseie responsar på utvida abstrakt nivå, sidan elevane her kan kome med nokså uføreseielege utvidingar og eksempel (Biggs og Collis, 1982, s. 30). Oppgåvene kan omhandle både innhald eller prosessar, så i analysen av oppgåva er det viktig å identifisere «the series of *whats*» eller «*hows*» oppgåva omfattar (Biggs og Collis, 1982, s. 166), slik at ein er medviten kva som forventast av elevane på dei ulike SOLO-nivåa.

Biggs og Collis (1982, s. 167) anbefaler å setje opp omfattande komponenttabellar for oppgåver som skal analyserast eller evaluerast ved hjelp av SOLO. Dette er nok ein god framgangsmåte ved få og store oppgåver. For mitt vedkomande, er det snakk om 24 ulike oppgåver eller delspørsmål, med nokså sprikande elevsvar når det kjem til innhald, riktighet og struktur. Med så mange oppgåver, og sidan dette berre er ein del av det eg har forsøkt å analysere i svara, har eg ikkje hatt mogelegheit til å lage tabellar for alle oppgåvene. Eg har heller laga «mentale» skisser av kva eg ser føre meg som nødvendig for dei ulike SOLO-nivåa til kvar oppgåve. Deretter har kvart elevsvar, eller kvar *respons* dersom eg skal nytte omgrepet frå SOLO-taksonomien, blitt analysert for innhald av ein eller fleire data, eventuelle relasjonar og samanhengar og til slutt vidare element som tilhøyrar det øvste SOLO-nivået, t.d. generaliseringar og hypotesar. Funna av dei ulike nivåa er samla i tabell 8 og figur 7 i resultatdelen. I det vidare vil SOLO nivåa verte referert til anten ved sine namn, eller som nummer. Då vil prestrukturelt nivå vere nivå 1, unistrukturelt nivå vere nivå 2 og så vidare. Dette er for å kunne samanlikne nivå i materialet ved hjelp av talverdiar. Ein elev som t.d. oppnår eit gjennomsnittleg SOLO nivå på 3,8 vil altså svært ofte gi svar som ligg på eit relasjonelt nivå.

Eg viser her dømer på korleis eg har tildelt elevsvar i sine respektive SOLO-nivå, ved å nytte ei av oppgåvene i datamaterialet kor dei fire første nivåa etter mi meining kjem til syne.

Delppgåve 1c (Prøve i kapittel 2 og 3)

Forklar kort kvifor F^- har mindre radius enn F .

Elev 11 sitt svar på deloppgåve 1c (Prøve i kapittel 2 og 3)

Fordi elektrona er nærmare atomkjernen.

Elev 11 har her ikkje kome med noko ny informasjon – å seie at elektrona ligg nærmare kjernen er det same som at radiusen er mindre. Eleven gjentek eigentleg berre spørsmålet med andre ord, og svaret er med andre ord ein tautologi (Biggs og Collis, 1982, s. 27). Som oversikta over SOLO-nivåa i tabell 2 viser, er dette eit kjenneteikn på ein prestrukturell respons, altså SOLO-nivå 1.

Elev 4 sitt svar på deloppgåve 1c (Prøve i kapittel 2 og 3)

F^- har mindre radius enn F fordi F^- har færre elektronskal enn det F har.

Elev 4 gjentek spørsmålet (leietråd), men kjem i tillegg med ei opplysning eller ein data – nemleg at iona har ulikt tal elektronskal. Denne responsen er altså tydeleg unistrukturert, og er altså på SOLO-nivå 2.

Elev 10 sitt svar på deloppgåve 1c (Prøve i kapittel 2 og 3)

F har mindre radius enn I fordi grunnstoffet F ligg i periode 2 som vil seie at det har 2 elektronskal medan grunnstoffet I er i periode 5, med 5 elektronskal. I har derfor fleire elektronskal og dermed større radius.

Elev 10 relaterer òg forklaringa si til tal elektronskal. Likevel nemnast fleire data, sidan eleven plasserer grunnstoffa i korrekte periodar i periodesystemet, og dermed tildeler korrekte tal elektronskal. Responsar som inneheld fleire enn ein data, men utan at desse relaterast i vesentleg grad, er multistrukturerte, altså SOLO-nivå 3.

Elev 1 sitt svar på deloppgåve 1c (Prøve i kapittel 2 og 3)

F har mindre radius enn I fordi I har fleire elektronskal enn F⁻. Sjølv om I har fleire positive proton i kjernen vil den korte avstanden hos F⁻ ha meir å seie. Skala hos I vil også hemme protonkjernen si kraft. Dermed vil F⁻ trekke meir på sine elektron og radiusen blir mindre.

Elev 1 startar som dei to føregåande med å vise til forskjellen i tal elektronskal. Vidare kjem ei vurdering av at fleire positive proton eigentleg fører til større kraft frå kjernen, men at elektronskala vil kunne skjerme for denne krafta. Atomradius relaterast altså til kor stor trekraft kjernen har på elektronane, som igjen vil avhenge av samanhengen mellom tal proton i kjernen og tal elektronskal. Eg ser fleire data eller opplysningar som vert nemnde, og desse relaterast også saman til ei forklaring av det oppgåva spør om. Responsen set eg dermed til relasjonelt nivå, eller SOLO-nivå 4.

Ingen av svara i datamaterialet inneheld element som gjer at dei fell under utvida abstrakt nivå, eller SOLO-nivå 5.

3.7 Kvaliteten på studien

Kvaliteten av studien deler eg inn i reliabilitet, validitet og moglegheit for generalisering, og tankane mine knytt til desse elementa er skildra i dei neste avsnitta.

3.7.1 Reliabilitet

Eg som forskar har ikkje *vore* i prøvesituasjonen saman med forskingsdeltakarane, og har heller ikkje hatt noko med utforminga av prøvane å gjere. Prøvesituasjonane var som alle andre, med berre elevane og lærar til stade. Elevane visste likevel om at prøvane skulle sendast vidare, og eg kan dermed ikkje utelukke at nokre av elevane har vorte påverka i innsatsen sin, enten i positiv eller negativ retning. Dette er knytt til det refleksive aspektet ved forskning, som Nilssen (2012, s. 31) forklarar som tanken om at forskaren sjølv påverkar det som forskast på. Nilssen presiserer at forskaren sitt nærvær påverkar situasjonen og kva forskingsdeltakarane gjer, og at vissheit om å verte forska på kan føre til ekstra innsats. Trass i at påverknad ikkje kan utelukkast, trur eg likevel at det er lite sannsynleg at forskinga kan ha

påverka nivået på elevane si forståing i positiv retning, eller at elevar har prestert lågare på grunn av forskinga. Eg trur eit viktig element her er at prosjektet føregjekk gjennom eit heilt skuleår, slik at interessa og presset som elevane kanskje ville kjend på ved ei eingongshending raskt gjekk over til likegyldigheit fordi dette vart deira «normal» for prøvar i kjemifaget.

Mykje av mi analyse har gått til å skildre, strukturere og organisere datamaterialet. Dette syner igjen både i metode- og resultatdelen av oppgåva mi. Vidare vil bruk av eksempel og casar frå datamaterialet vere med på å underbygge at det eg meiner eg har funne, faktisk er til stade i datamaterialet, og slik bringe lesaren nærmare datamaterialet. Desse skildringane bidrar til openheit rundt det som finnast i materialet, dei dannar grunnlag for innhaldsrrike skildringar av datamaterialet, og er med på å tydeleggjere for lesar både overførings-, bruks- og replikasjonsmogelegheiter. Det å ha ei god og innhaldsrisk skildring (thick description) av materialet og prosessen er essensielt, i følgje Cohen et al. (2011, s. 201), sidan reliabilitet kan seiast å vere samsvar mellom det forskaren dokumenterer som data, og det som faktisk går føre seg i den naturlege settinga som forskast på, det vil seie kor nøyaktig og kor omfattande settinga dekkast. Nilssen (2012, s. 162) støttar også viktigheita av ei slik skildring, og presiserer at «thick descriptions» ikkje berre rapporterer kva som er gjort, men òg om meininga og hensikta bak. Braun og Clarke (2006, s. 79) presiserer at ein i rapporteringa av analyseprosessen skal få med både kva som er gjort, kvifor det er gjort slik, og ikkje minst korleis analysen er blitt gjort. Reliabilitet har med forskingsresultata sin konsistens og truverd og gjere (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 276). I følgje Lincoln og Guba (1985, i Cohen et al., 2011, s. 201) er det mange fleire aspekt som òg høyrer til under reliabilitet i kvalitative studiar. Nokre av desse er til dømes kredibilitet, nøytralitet, moegelegheit for stadfesting, moegelegheit for bruk, og moegelegheit for overføring. Eg er i den tru at mine kontekstskildringar og presentasjonar av funn ilag gir lesarar gode moegelegheiter til å vurdere om noko er overførbart til eigen kontekst.

Når det gjeld kvantitative studiar, er moegelegheita for replikasjon ein svært viktig del av reliabiliteten, og metoden krevjar ein form for kontroll og manipulasjon av det som vert undersøkt (Cohen et al., 2011, s. 202). Dette er ikkje like lett i kvalitative studiar sidan kvar studie er unik og særeigen, og dette betraktast som ein styrke heller enn ein svakheit når ein skal studere sosiale og naturlege fenomen. Likevel hevdar Cohen et al. (2011, s. 202) at kvalitative forskarar bør trå etter dette til ein viss grad, i måten ein skildrar forskaren sin ståstad, val av forskingsdeltakarar, situasjonar og omstende, og metode for datainnsamling og analyse. Dette koplur eg til det Nilssen (2012, s. 154) kallar å gjere forskingsprosessen transparent: Forskaren er sitt eige instrument, og det er derfor viktig å skildre eigen analyse- og tolkingsprosess, slik at lesarar kan sjå både korleis kategoriar har utvikla seg, men òg kva idear som blei forlete. For meg går transparens og «thick description» mykje ut på det same, og eg har forsøkt å vere transparent og open om alle ledd i min prosess, og er i den tru at dette gjer studien min så påliteleg som moegeleg. Nilssen (2012, s. 161) skriv nemleg at forklaringane i den endelege teksten bør vere så utfyllande at lesarane får moegelegheit til å bedømme truverdigheita i den fortolkande analysen, og moegelegheit til å sjå om forskinga kan overførast til deira kontekst.

Til slutt under reliabilitet er det verdt å nemne sjølve kodingsprosessen. Eg har hatt fokus på å vere så stabil og nøyaktig i mi koding som mogeleg, og eg har rådført meg og diskutert med rettleiar for einigheit rundt dei fleste kodane og kategoriane. I høve kodingsprosessen, seier Columbia Public Health at feilkoding aldri kan eliminerast, berre minimerast (Content analysis, id.).

3.7.2 Validitet

Validitet har, i likskap med reliabilitet, å gjere med i kva grad ein metode undersøker det som er meint å undersøkast (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 276). Dette meiner eg å ha dekkja i min studie – eg trur at val av metode for analyse og tolking avdekkjer det eg faktisk forsøker å undersøke i prøvebesvaringane. Vidare skal validering ikkje vere knytt til ein spesiell del av forskinga, men gjennomsyre heile forskingsprosessen. Eg har gjennom heile min prosess forsøkt å ha kvalitet, truverd og gyldigheit som grunnpilarar.

Mi hovudkjelde for data er prøvane og prøvebesvaringane, som alle er henta direkte frå den naturlege settinga eg ønsker å undersøke. Dataa ser eg, som nemnd under reliabilitets-avsnittet, på som pålitelege og skildrande for den faktiske settinga. Eg har, som sagt, forsøkt å gi ein «thick description», som eg ønsker at skal bidra til både truverd og gyldigheit av forskingsprosessen min. Denne prosessen håpar eg har vore så heilskapleg som råd med det materialet eg har hatt tilgjengeleg, med vel så mykje fokus på prosessen som sjølve resultatet. Brorparten av analysen min har føregått induktivt, med datamaterialet som utgangspunkt heller enn tidlegare teori og kategoriar. Unntaket her er struktur-aspektet, som er analysert ved den eksisterande SOLO-taksonomien. Alle desse punkta er i harmoni med dei prinsippa som inngår i kor valid eller gyldig ein studie er, ifølge Cohen et al. (2011). Desse er til dømes at hovudkjelda for data er ein naturleg settinga som skal studerast, at dataa er skildrande og detaljerte, at konteksten er avgrensa og skildra med «thick description», at forskinga er holistisk og heilskapleg, at det er teke omsyn til prosessen heller enn berre på resultatet, at forskar er ein del av den verda det forskast på, og at data er analyserast induktivt (Cohen et al., 2011, s. 180). Nest siste element er også dekkja, sidan eg som tidlegare elev, noverande lektorstudent og snart praktiserande lektor, i aller høgaste grad er ein del av den verda eg forskar på, nemleg kjemiundervisning i den vidaregåande skulen.

Triangulering er ein måte å auke både validitet og reliabilitet i studiar på (Cohen et al., 2011; Nilssen, 2012). Det er då snakk om å nytte seg av fleire metodar for innsamling av data på. Det er ikkje gjort i mitt tilfelle, sidan eg ønska ei rein tekstanalyse kor prøvene og prøvebesvaringane skulle tale for seg. Det har derimot blitt utført forskartriangulering, der eg har snakka med andre (rettleiar) om både metodar og kategoriar. For å avdekke ulike nyansar i materialet har eg òg undersøkt materialet som heilheit induktivt, og struktur meir spesifikt med ei deduktiv tilnærming, og analysert datamaterialet både med og utan tekniske hjelpemiddel (Nvivo). Dette er ikkje trianguleringsmetodar, men gir likevel i mine auger ei vidare forståing og truverd av datamaterialet sidan fleire aspekt vert belyst.

Eg har altså koda og organisert materialet mitt på fleire måtar, for å fange opp breidda, nyansane men òg fellestrekk som er å finne i det. Vidare har eg forsøkt å skildre i så nøye detalj, og med så gode eksempel som råd, slik at lesar kan vere sikker på at konklusjonar og

liknande følger frå materialet eg har hatt føre meg. Generalisering er blitt vurdert, og skildrast nøyare i neste avsnitt.

3.7.3 Mogelegheit for generalisering

Fordi datainnsamlinga mi har føregått i ein og same kjemiklasse i eit heilt år, er nok prøvebesvarelsane eg har analysert meir eit døme på ein case enn ein representativ prøve av alle kjemielevare i Noreg. Elevane har hatt same lærar og læringsmiljø, og gjennomgått den same opplæringa, på same skule og i same by. Det kan seiast at case-studiar har avgrensa mogelegheit for generalisering, sidan dei er idiografiske (Cohen et al. 2011, s. 294). Men kvar studie er med i ei aukande datamengd, og mange case-studiar kan bidra til ein større mogelegheit for generalisering. Cohen et al. (2011, s. 294), klargjer at medan ein i statistisk generalisering søker å bevege oss frå prøve (sample) til populasjon, vil ein i analytisk generalisering ønske å bidra til utviding og generalisering av teori, som kan hjelpe forskarar til å forstå liknande casar, fenomen eller situasjonar. Slik er det her altså logiske heller enn statistiske koplingar mellom casen og den vidare teorien. Kvale og Brinkmann (2015, s. 291) skildrar den analytiske generaliseringa som ei grunngitt vurdering av i kva grad funna frå ein studie kan brukast som rettleiing for kva som kan kome til å skje i ein annan situasjon. For min studie er det mest rimeleg med generalisering til teori, om til dømes vurdering og djupnelæring, og det er dette eg forsøker på i diskusjonsdelen av rapporten min.

Også Firestone (1993) har undersøkt korleis kvalitativ forskning og generalisering går saman, og har i tillegg til den statistiske generaliseringa og analytiske generaliseringa ein tredje måte: case-to-case-overføring. Det vil då vere opp til lesar å avgjere om mine resultat kan fungere i deira setting, sjølv om det som nemnd over ligg kritikk knytt til denne tilnærminga – for mykje ansvar ligg hos lesaren, og forskaren fjernar seg frå diskusjonen. Firestone (1993, s. 18) hevdar at sjølve overføringa finn stad hos lesaren, men at forfattaren/forskaren må gi gode nok skildringar til at dette blir mogeleg. Som tidlegare nemnd har eg forsøkt på ei best mogeleg skildring av både datamateriale og analyseprosess, i form av oppgåvetypar og svartypar, og vidare ei innhalds- og strukturanalyse av dei mest interessante og informative svara. Eg har dermed forsøkt å ta min del av dette ansvaret. Eg trur at det også er viktig å ta noko vidare ansvar i å sjølv vurdere kva implikasjonar mine resultat kan ha både i klasserommet og i vidare forskning, og slik vere med i styringa av overføringsverdien til mine resultat og konklusjonar. Dette forsøker eg på i slutten av diskusjonskapittelet.

I mogelegheit for generalisering ligg spørsmålet om resultatata berre er av lokal interesse, eller om dei kan overførast til andre kontekstar og situasjonar (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 289). Larsson (2009, i Cohen et al., 2011, s. 243) hevdar at ansvaret for generalisering frå kvalitative studiar ligg hos lesarane heller enn hos forskaren. Cohen et al. (2011, s. 243) sitt tilsvaret til dette er at synet då er at forskaren ikkje har nokon spesiell ekspertise å tilby, og at forskinga neppe kan vere rettferdiggjort. Ei mogeleg løysing, i følgje dei, vil vere å seie at ein gjennom forskinga skal kome med arbeidshypotesar, heller enn konklusjonar, slik at det er tale om eit pågåande arbeid heller enn uangripelege sanningar. Ein kan òg stille spørsmålsteikn ved dei konsekvente krava om produksjon av kunnskap som kan generaliserast – om dette kan innebære ei tru på at vitenskapleg kunnskap må vere universell og gyldig til alle

stader og på alle tidspunkt, for alle menneske og frå æve til æve. Sosial kunnskap kan derimot oppfattast som sosialt og historisk kontekstualiserte måtar å forstå og handle på (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 289).

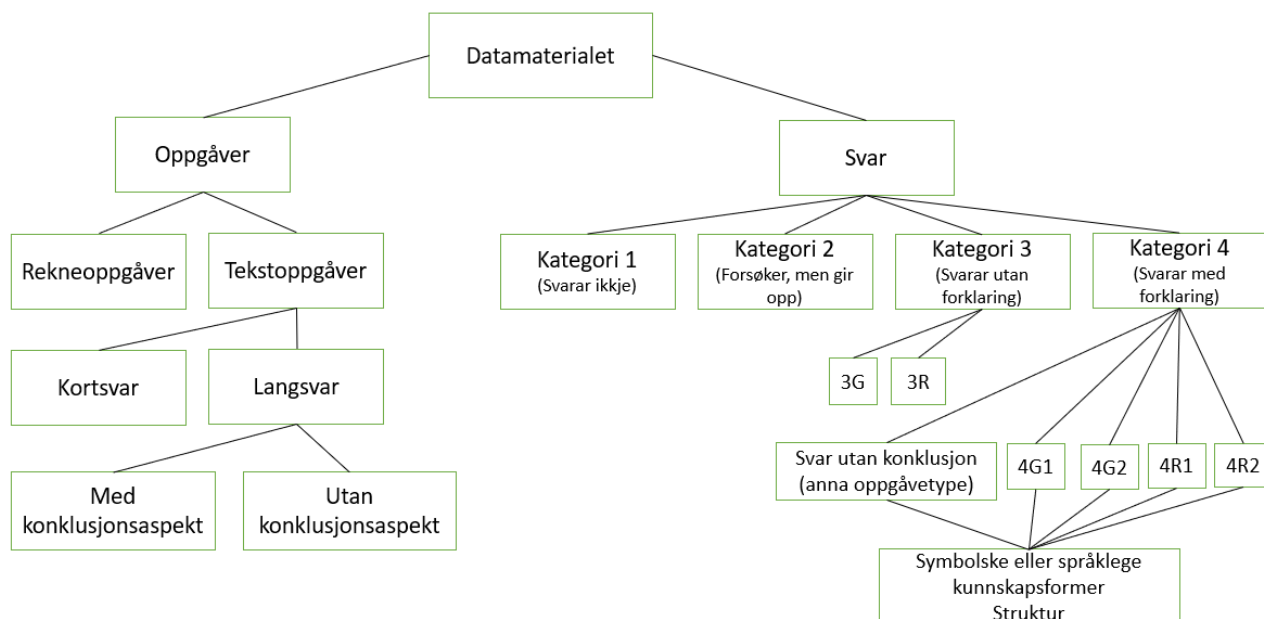
3.8 Etikk

Forskingsdeltakarane, dvs. dei 12 elevane og læraren, vart informerte om forskinga, og ga samtykke til at prøvebesvaringane deira vart samla inn og sendt vidare. Dette var ein del av eit større prosjekt, med fleire lærarar involvert. Forskinga greip ikkje inn i undervisninga, slik at alle elevane har vorte behandla likt med tanke på påverknad og forskarrefleksivitet. Vidare var prøvebesvaringane anonymiserte før dei nådde meg, slik at eg sjølv ikkje har nokon mogelegheit til å vite noko av personleg karakter om forskingsdeltakarane. Ved eksempel og liknande brukast ikkje figurar eller handskrift direkte, noko som hindrar at t.d. handskrift kan gjenkjennast og sporast tilbake til elevane, og eg har gitt elevane ei ny anonym nummerering. Vidare har eg i mine tolkingar forsøkt å vere så rettferdig som mogeleg, hatt respekt for elevane sitt arbeid og forsøkt å ha elevane sitt beste i fokus.

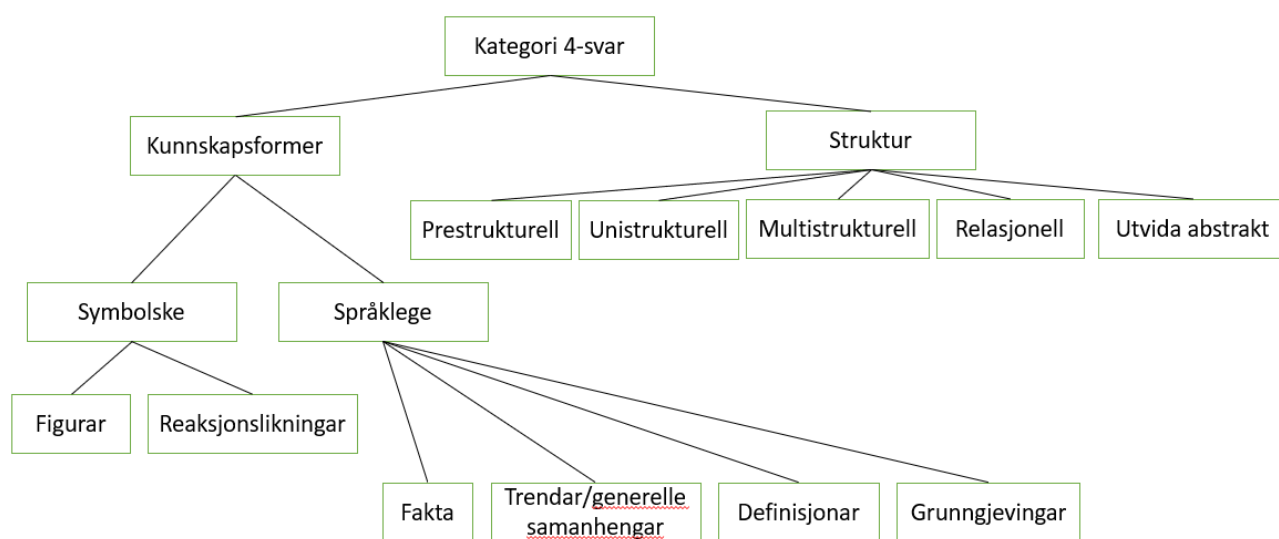
Det er viktig for meg å få presisert at svara eg har hatt fokus på i mi oppgåve berre er delar av prøvebesvaringane elevane har levert inn, så t.d. vil dei elevane som gjer det best i rekneoppgåvene her kanskje ikkje kome til sin rett. Vidare er det viktig å ha i mente at desse prøvebesvaringane berre er eit aspekt av elevane sin faglege prestasjon i kjemifaget – eg veit ingenting om munnlege eller praktiske ferdigheiter, eller om innsats og prioritering av dette faget opp mot alle andre fag elevane har å stri med. Eg er klar over, og har teke omsyn til, at elevane har gjort sitt beste, og at kapittelprøvene har føregått undervegs i opplæringa deira. Forbetringar som kan ha føregått i etterkant av kapitteltestar vil kunne kome til uttrykk på heildagsprøvar og eksamenar, men desse har eg ikkje hatt tilgang til. Det er med andre ord ikkje eit «sluttnivå» på elevane som kjem til uttrykk i min rapport. I tillegg veit eg frå eigen skulegong at det er nok av element utanfor skulen som både tar tid og tankeverksemd, og for nokon er skulen berre ein brøkdel av kva som føregår totalt sett i kvardagen. Eg har derfor gjennom heile mitt arbeid med oppgåva hatt i bakhovudet at desse prøvebesvaringane på ingen måte representerer elevane fullt ut, verken fagleg eller på nokon annan måte. Dette håpar eg at også lesarar har med seg i den vidare lesinga av oppgåva mi.

3.9 Oppsummering

Eg har i dette kapittelet gjort greie for tankar rundt forskingsdesign, kva som er gjort, kvalitet og etikk. Som ei oppsummering av det som har føregått, har eg laga to skjema (figur 2 og 3) som viser analysen og struktureringa eg har gjennomført med materialet. Her kjem alle mine ulike kategoriar fram.



Figur 2: Oversikt over inndelingar og kategoriar i datamaterialet. Oppgåvetypar til venstre, svartypar til høgre. Kategori 4 svar har vorte djupare analysert for kunnskapsformer og struktur.



Figur 3: Oversikt over den djupare analysen som er utført på svar i kategori 4.

Kapittel 4: Resultat

4.1 Oppgåve- og svartypar i datamaterialet

Oppgåvene i prøvane og dei tilhøyrande svara vart, som skildra i delkapittel 3.5, kategorisert og systematisert for å skildre datamaterialet og gjere nokre avgrensingar for vidare analyse.

4.1.1 Oppgåvetypar

I datamaterialet mitt er det som tidlegare nemnd 82 delspørsmål fordelt på 5 kapittelprøvar, som dekkjer i alt 6 kapittel frå Aqua 1-læreverket. Tabellen nedanfor viser fordelinga av oppgåvene i dei oppgåvetypane eg skildra i avsnitt 3.5.1.

Tabell 5: Oversikt over oppgåvetypar i datamaterialet, med kor mange av delspørsmåla som fell under dei ulike oppgåvetypane

Oppgåvetype		Tal delspørsmål	
Rekneoppgåver		27	
Tekstoppgåver	Kortsvar	31	
	Langsvar	Med konklusjon	16
		Utan konklusjon	8

Som tabell 5 viser, er fordelinga mellom rekneoppgåver og tekstoppgåver høvesvis 27 delspørsmål og 55 delspørsmål. Deloppgåvene for rekneoppgåver er ikkje analysert. Blant tekstoppgåvene er fordelinga slik at 31 delspørsmål krevjar kortsvar, og 24 delspørsmål krevjar langsvaer. Under langsvaeroppgåvene er 16 delspørsmål av typen med konklusjon, og 8 delspørsmål av typen utan konklusjon.

Denne inndelinga av oppgåvetypar handla om å skildre datamaterialet og prøvane, men òg om å velje ut dei oppgåvene eg meiner har potensiale for å gi svar som kan analyserast med tanke på kjemiforståing og djupnekunnskapar. Rekneoppgåvene ligg utanfor mitt fokus, og tekstoppgåve med kortsvar har tilsynelatande svært få analysemoeglegheter utanom rett-galeperspektivet. Det er derfor svar på tekstoppgåve med langsvaer som er i fokus for vidare resultat. Det er viktig å ha i mente at desse «berre» utgjer 24 av totalt 82 delspørsmål, og dermed knappe 30 % av dei totale delspørsmåla. Ein heil prøve dett ut av fokus ved denne seleksjonen fordi den består av kun rekne- og kortsvarsoppgåver, men 4 prøvar som representerer 5 ulike kapittel er med vidare.

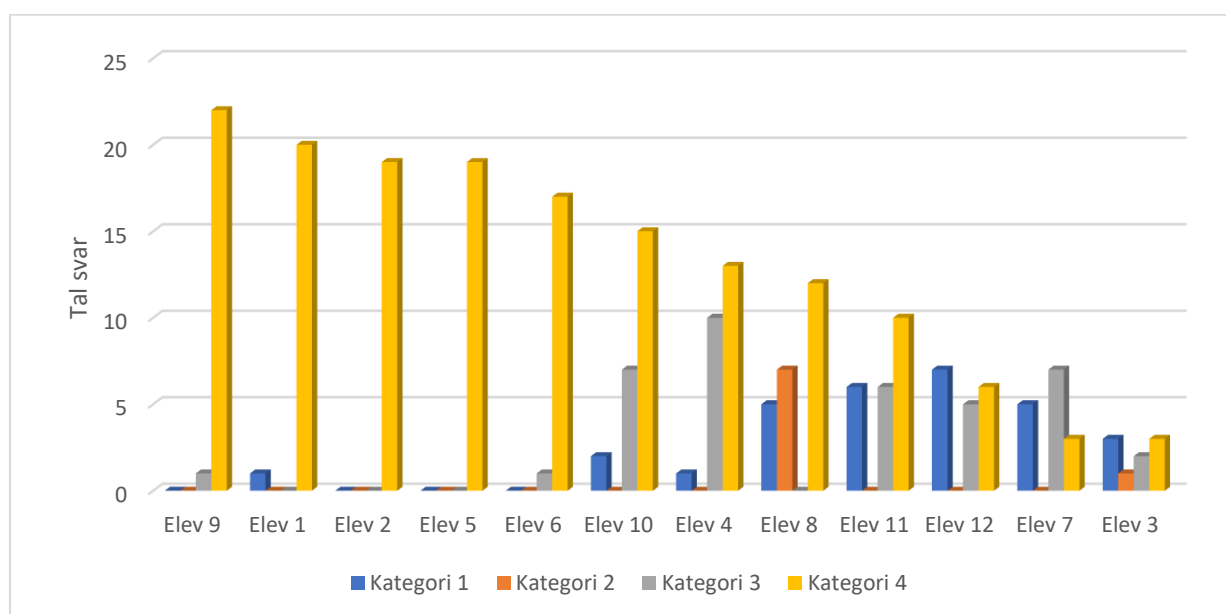
4.1.2 Svartypar

Med 12 elevar som har svart på dei 24 delspørsmåla innanfor kategorien tekstoppgåve med langsvaer, er det snakk om i alt 288 svar for analyse. Med omsyn til dei svara som manglar på grunn av fråvære av elevar på prøvane, kjem talet ned i 252 svar. Tar eg i tillegg høgde for svara som manglar fordi ark har vorte borte på vegen frå prøvesituasjonen til datamaterialet nådde meg, er det faktiske talet på 236 svar på desse 24 delspørsmåla. Ved hjelp av svarkategoriane skildra i avsnitt 3.5.2, fordelar desse svara seg på denne måten:

Tabell 6: Oversikt over svarkategoriar på dei 236 svara på tekstoppgåver med langsva

Kategori	Tal
1 (Svarar ikkje i det heile)	30
2 (Forsøker å svare, men gir opp)	8
3 (Svarar utan forklaring)	39
4 (Svarar med forklaring)	159
Totalt	236

Tabell 6 viser at det er tydeleg flest svar i kategori 4, med totalt to tredjedelar av dei analyserte svara. Det vil seie at elevane i stor grad svarar med forklaringar, og dermed slik oppgåvetypen krevjar. Likevel er det totalt 77 av elevsvara som ikkje oppfyller «krava» som oppgåva spør om, noko som utgjer totalt om lag ein tredjedel av dei 236 svara. Desse svara gir dermed lite grunnlag for vidare analyse. Ein tredjedel av svara er ein nokså betydeleg del, men her varierer fordelinga mellom elevane mykje, noko som er framstilt i følgjande figur:



Figur 4: Fordelinga av svarkategoriar for kvar elev, kor elevane er sortert etter tal svar i kategori 4.

Figur 4 viser at dei ulike elevane har svært ulikt tal svar på dei 24 utvalde oppgåvene, og i ytterpunkta finn vi elev 3 med sine totalt 9 svar, og elev 4, 8 og 10 med sine totalt 24 svar kvar. Forskjellane her ligg i fråvære på prøvedagane og manglande ark i prøvebesvaringane. Vidare ser ein store forskjellar i om elevane svarar tilstrekkeleg nok på oppgåvene til at vidare analyse er mogeleg eller fornuftig. Eg kan basert på figur 4 seie at eg ser tre «typar» elevar i klassen; elevane lengst til venstre svarar utfyllande på (nesten) alt, elevane mot midten svarar på (nesten) alt sjølv om det iblant er snakk om mangelfulle svar, og elevane til høgre i figuren har ein del blanke svar og svært få forklaringar. Sjølv om det er store variasjonar, er det slik at alle elevane har *nokre* svar i kategori 4, slik at alle elevane følgjer med til den vidare analysen kor innhald og struktur i svara vert analysert meir i djupna.

4.1.3 Riktigheit

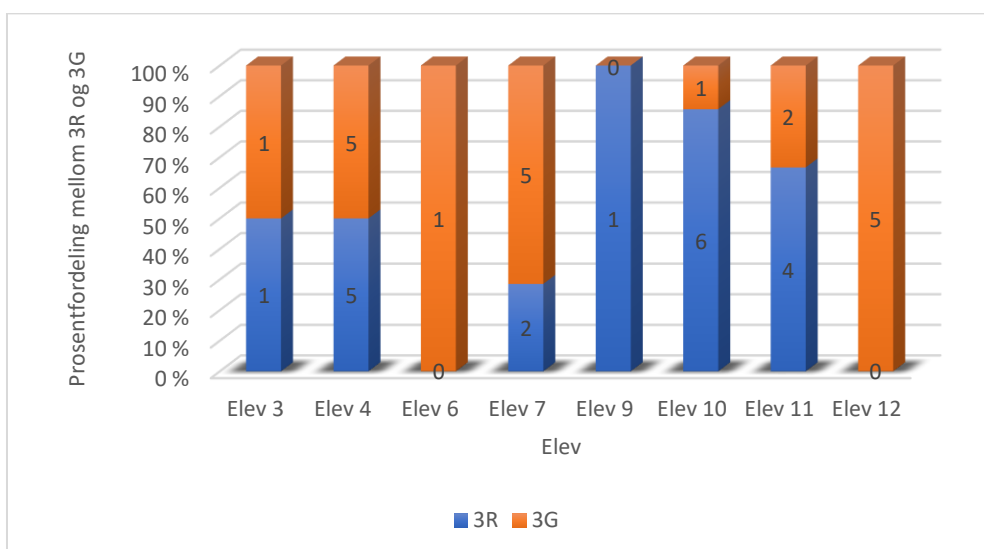
For vurdering av riktigheit, held eg meg til kategori 3 og 4. Her kjem inndelinga av langsvarsoppgåvene *med* og *utan* konklusjon fram: For langsvar med konklusjon vel ein del av elevane å nytte seg av å berre konkludere, utan å få med den nødvendige og påkravde forklaringa som oppgåva spør om. Frå tabell 6 ser vi at det er snakk om 39 svar i datamaterialet som er i kategori 3. I det følgjande vil det leggst fram vurderingar av riktigheita av svar på dei 16 delspørsmåla i kategorien langsvar med krav om konklusjon. Dette gjerast først for svar i kategori 3, og deretter for kategori 4.

Kategori 3

Av dei 39 svara som har hamna i kategori 3, vurderast konklusjonane til elevane som anten rett eller gale, og dei deler seg ganske nøyaktig som 50:50 (19 stk 3R, og 20 stk 3G).

I nokre av oppgåvene, t.d. å angi retninga ei likevekt vil forskyvast ved ulike påverknader, er det 50 % sjanse for å treffe riktig ved tipping eller gjetting, sidan svara anten er «høgre» eller «venstre». I andre oppgåver, som t.d. å velgje eitt av fire alternativ (fleirval), å rangere stoff i rekkefølge etter eigenskapar, og å avgjere om ei løysning vert sur, basisk eller nøytral basert på kva salt som løysast, er sjansen for å treffe riktig ved gjetting betydeleg lågare. Totalt sett vil det seie at når elevane samla sett svarar 50 % riktig i denne kategorien, er det truleg ikkje *berre* vill gjetting, og der ligg kanskje nokre tankar og resonnement bak som peikar elevane mot riktige konklusjonar. Dei har likevel, trass i dei gongane dei har bakanforliggende tankar, ikkje vald å vise desse.

Eg tenker meg at der er ulike grunnar for å velgje å svare i kategori 3. For nokre elevar er det moglegvis manglande evner og kunnskapar som ligg bak, hos andre er det kanskje ikkje så enkelt. Elevane sine ulike grunnar for å ikkje forklare vert kanskje tydelegare når ein ser på fordelinga av rette og gale svar i kategori 3 for kvar enkelt elev, det vil seie for dei 8 elevane som dukkar opp i denne svarkategorien. Dette er framstilt i følgjande figur:



Figur 5: Fordeling av rette og gale svar i elevane sine kategori 3-svar

Figur 5 presenterer både kor mange svar i kategori 3 kvar av elevane har, i tillegg til kor mange prosent som er rette og gale. Nokre elevar har tydeleg flest 3G-svar, og dette gjeld særleg elev 7 og 12, med høvesvis 29 % rett og 0 % rett i kategori 3. Andre elevar har tydeleg flest 3R-svar, og dette gjeld særleg elev 10 og 11, med høvesvis 86 % rett og 67 % rett i kategori 3. Elev 4 har 50 % riktig, medan resten av elevane har for få svar i kategori 3 til å seie noko om mønsteret med «sikkerheit».

Kategori 4

Som forklart over, gjerast det her ei riktighetsvurdering for kategori 4 svar, men berre for oppgåvetypen med konklusjon. Det er då snakk om 88 elevsvar på dei 16 aktuelle delspørsmåla. Vidare vil rette svar grovt sagt (som skildra i avsnitt 3.5.2) anten ha ei adekvat grunngjeving (4R1) eller ikkje (4R2), og gale svar kan òg ha ei adekvat grunngjeving (4G1) eller ikkje (4G2). Svara fordelar seg slik:

Tabell 7: Fordelinga av rette og gale svar innanfor kategori 4

	Adekvat grunngjeving	Ikkje adekvat grunngjeving
Rett konklusjon	56 (4R1)	7 (4R2)
Gale konklusjon	8 (4G1)	17 (4G2)

Tabell 7 viser at det i kategori 4 er 63 rette svar og 25 gale svar, noko som vil seie at prosentandelen rette konklusjonar her er på 72 %. Samanlikna med kategori 3 sine 50 % er dette ei betydeleg forskjell.

Vidare kan ein sjå på samanhengen mellom konklusjonar og grunngjevingar. Av dei rette konklusjonane, har 89 % av svara ei forklaring som eg har vurdert som adekvat. Det vil seie at eleven tek fram relevante kjemiske prinsipp, og er på rett spor når hen resonnerer kjemisk. Dataa er dermed i tråd med at korrekte konklusjonar som regel er ei følgje av gode, kjemiske resonnement. I andre enden av skalaen, er det slik at dei gale konklusjonane i 68 % av tilfella er grunngjeve med kjemiske resonnement og prinsipp som anten er heilt gale, eller i alle fall mangelfulle. Slik stemmer det også, i datamaterialet, at gale konklusjonar i stor grad følgjast av kjemiske forklaringar som ikkje er berekraftige.

Det er òg verdt å merke seg at inndelinga over er grov. Kvar underkategori vil innehalde variasjonar, og t.d. vil eitt 4R1 svar kunne vere betydeleg betre og fyldigare enn eit anna 4R1 svar. Felles for dei er at begge inneheld ein riktig kjemisk tankegang, resonnement eller argument som grunnlag for ein korrekt konklusjon. Eit eksempel for å vise nyansane i datamaterialet, er elev 2 og elev 4 sine svar på spørsmålet om Ar eller Cl vil ha størst 1. ioniseringsenergi.

Svaret til elev 2 (på delspørsmål 1b2, prøve i kapittel 2 og 3):

Ar har høgare 1. ioniseringsenergi enn Cl fordi Ar har større ladning i kjernen som gir mindre radius og sterkare krefter. I tillegg har Ar 8 elektron i ytste skal, oppfylt

oktettregelen, som gjer at atomet ikkje vil gi frå seg fleire elektron, og vil då krevje meir energi for å fjerne eit elektron enn i Cl.

Svaret til elev 4 (på delspørsmål 1b2, prøve i kapittel 2 og 3):

Ar har høgast 1. ionisering fordi den har oppfylt okkter regelen noko Cl ikkje har.

Begge elevane har i svaret sitt grunngeve konklusjonen sin med argumentet om at Ar har oppfylt oktettregelen, sjølv om fagomgrepet tilsynelatande ikkje er heilt på plass hos elev 4. Det er tydeleg å sjå at elev 2 sitt svar er av ein betre kvalitet, med tanke på at grunngevinga er mykje meir utfyllande, detaljrik og forklarande, og eleven viser at forståing rundt ioniseringsenergi er på plass i mykje større grad enn det elev 4 viser. Likevel konkluderer begge riktig. Trass i at det nok er meir korrekt å bruke atomradius som grunnlag, vil ein grunnleggande idé om at edelgassane (som ofte definerast ved oppfylt oktettregel) har høgare ioniseringsenergiar enn andre grunnstoff i tilhøyrande periode vere nok til å i mitt system falle under kategorien 4R1, også for elev 4.

Med klassifiseringa eg har gjort for å skildre datamaterialet når det kjem til oppgåvetypar, svarkategoriar og riktigheit, er det altså framleis slik at kategoriane er nokså grove, med store forskjellar og variasjonar innanfor kvar kategori. Slike variasjonar i innhald og struktur i svara vil vere fokus i vidare analyse av utvald datamateriale.

4.2 Djupdykk i kategori 4-svar

Når eg no skal sjå på kva svara viser av innhald og struktur, er det relevant i mine auger å sjå på kategori 4 åleine. Eg har, slik eg ser det, analysert og tolka det eg kan ut av kategori 1, 2 og 3, sidan elevane ikkje tar oss med på tankane sine. For kategori 4 vil eg vidare sjå på alle dei 159 svara elevane har produsert på dei 24 delspørsmåla med langsva.

4.2.1 Kunnskapsformer

I analysen av innhaldet i svara til elevane, viser avsnitt 3.6.1 at eg har enda opp med å identifisere dei ulike kunnskapsformene som i mine auger kjem til uttrykk i elevsva. Vidare i denne delen av resultatkapittelet viser eg ulike funn og resultat knytt til desse kunnskapsformene. Eg nemner igjen, som skildra i avsnitt 3.6.1, at eg ikkje har gjort ei fullstendig analyse av typane feil og manglar elevane har i sine forsøk på kunnskapsformene, sidan dette åleine kunne fylt ei avhandling. Eg har identifisert og kategorisert elevane sine forsøk uavhengig av kor korrekt alle delane av svara er, og eksempla som visast i dette avsnittet er meint for å vise kva potensiale dei ulike kunnskapsformene kan ha i å avdekke forståingar eller manglande forståingar hos elevane.

Symbolske kunnskapsformer

Figurar

Figurar er, som skildra under avsnitt 3.6.1, element som teikningar og skisser, altså det som ikkje er skriva med ord og som heller ikkje er reaksjonslikningar. Blant dei 159 svara som

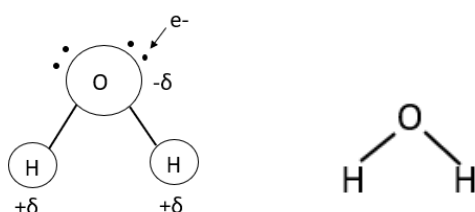
analyserast for innhald og kunnskapsformer i denne delen av analysen, dukkar figur-koden opp 9 gonger, knytt til det same delspørsmålet. I dei resterande 23 undersøkte delspørsmåla er det altså ingen av dei 12 elevane som forsøker på nokon form for teikning, skissering eller modellering.

Delspørsmålet som har alle figurane som del av svara, er følgjande:

Delspørsmål 3a (Prøve i kapittel 2 og 3)

Forklar kva vi meiner med ein dipol. Bruk gjerne eit eksempel.

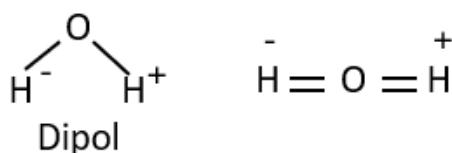
Av dei 10 elevane som har svart på oppgåva, har altså 9 vald å nytte seg av figurar for å støtte forklaringa si. Desse inneheld, som nemnt i avsnitt 3.6.1 nokså varierende grad av detaljar og symbol. Figur 1 repeterast her, fordi den viser den mest og den minst detaljrike figuren for svara på dette delspørsmålet.



Figur 1: Attgjeving av elev 1 (til venstre) og elev 10 (til høgre) sine figurar som er ein del av deira svar på kva ein dipol er (Deloppgåve 3a i prøve i kapittel 2 og 3).

Elev 10 har i sin figur fått fram ein Lewis-struktur av vassmolekylet, utan frie elektronpar. Det kjem fram at eit vassmolekyl består av to hydrogenatom og eitt oksygenatom, og at molekylet er vinkla. Elev 1 har, i tillegg til opplysningane frå elev 10 sin figur, i sin kulepinnemodell fått med symbol som angir frie elektronpar og partielle ladningar. Ut i frå figurane åleine vil det dermed sjå ut til at elev 1 har mest kunnskapar om vassmolekylet og dipol-omgrepet. Vi skal under Definisjonar lengre nede i avsnittet sjå at det ikkje nødvendigvis er slik.

I andre tilfelle er det slik at figurane umiddelbart røper svake punkt i forståinga til elevane. Elev 12 har ein definisjon som er svært lik dei andre elevane og læreverket sine definisjonar av dipol, men figuren eleven produserer som eksempel på dipol fortel meg raskt at omgrepet på langt nær er forstått tilstrekkeleg.



Figur 6: Attgjeving av elev 12 sin figur som del av svaret på kva ein dipol er (Deloppgåve 3a i prøve i kapittel 2 og 3).

Sjølv om det er rett at vassmolekylet må ha ein positiv og ein negativ pol fordi det er ein dipol, er desse plasserte på ein måte som for meg tyder på manglande forståingar for

dipolomgrepet, som ikkje framkjem frå elev 12 sin språklege definisjon. Eg tolkar dette svaret i sin heilheit grundigare i avsnitt 5.3.2.

Figurane i mitt datamateriale dukkar altså utelukkande opp i møtet med å skulle definere det kjemiske omgrepet dipol. Det er slik ei kopling mellom figur- og definisjonskategorien i materialet, men koplinga motsett veg er ikkje like tydeleg – som eg kjem tilbake til under Definisjonar finn eg mange eksempel på at elevane sine definisjonar ikkje er kopla med figurar. Figurane dukkar opp i deloppgåva kor det spesifikt spørjast om eksempel, og sidan eksempelet nødvendigvis er i form av eit molekyl som er ein dipol, er det nærliggande å tenkje at ei skisse vil vere til hjelp. Utan denne spesifiseringa i oppgåveteksten ville det kanskje ikkje vore så mange figurar i svara på dette delspørsmålet, eller kanskje ikkje figurar i det heile, og figur-kategorien ville fort ikkje eksistert i materialet mitt.

Reaksjonslikningar

Reaksjonslikningar er den andre forma for symbolsk kunnskap eg har klassifisert i datamaterialet. Forsøk på slike element er til stade i 35 av elevsvara, og ofte er det snakk om fleire reaksjonslikningar per svar. Av dei 33 elevsvara som dukkar opp i denne kategorien, inneheld 11 av svara éi reaksjonslikning, medan dei resterande 24 inneheld to eller fleire. Denne forma for symbolbruk forsøker elevane dermed på i mykje større grad enn figurane. Eksempel på oppgåver som spesielt hyppig er svart på ved hjelp av reaksjonslikningar, er:

Deloppgåve 5a (Prøve i kapittel 7)

- 1) Forklar om NO_2 vil gi sur, nøytral eller basisk løysning ved oppløysning i vatn.
- 2) Forklar om Na_2O vil gi sur, nøytral eller basisk løysning ved oppløysning i vatn.
- 3) Forklar om NaF vil gi sur, nøytral eller basisk løysning ved oppløysning i vatn.

Oppgåve 1 (Prøve i kapittel 8)

Gjer greie for prosessen der $\text{MgCl}_2(\text{s})$ vert løyst opp gjennom to delprosessar.

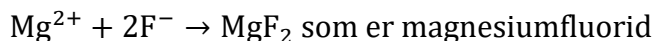
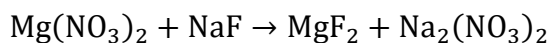
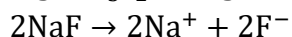
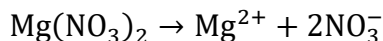
Oppgåve 3 (Prøve i kapittel 8)

Vi blandar ei løysning av $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ med ei løysning $\text{NaF}(\text{aq})$. Det dannast eit kvitt botnfall. Forklar kva som har skjedd.

Sjølv om det ikkje er eksplisitt spurt om i nokre av oppgåvene, ser det ut til at elevane spontant tyr til reaksjonslikningar når oppgåvene handlar om spesifikke sambindingar og reaksjonstypar, som syre-base og oppløysning. På slike oppgåver ser det ut til å vere nokså automatisert for mange av elevane å inkludere reaksjonslikningar, gjerne i kombinasjon med å skrive noko tekst i tillegg.

I nokre svar utgjer reaksjonslikninga hovuddelen av svaret, og eventuell tekst stadfestar kva eleven kjem fram til i reaksjonslikningane sine. I andre svar er teksten utfyllande og forklarande, med reaksjonslikningar som fungerer meir som støtte eller supplement. Eit eksempel på det første sjåast i eit av elev 10 sine svar:

Elev 10 sitt svar på oppgåve 3 (Prøve i kapittel 8)



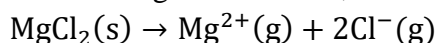
Elev 10 viser i denne oppgåva først kva ion vi får frå dei to opphavlege løysningane, og deretter korleis desse iona kan gå saman til nye salt. Siste reaksjonslikning viser sjølve fellingsreaksjonen som skjer, kor magnesiumfluorid vert danna. Eleven har her latt reaksjonslikningane telje som fullstendig svar på oppgåva, utan noko behov for å forklare i tekst kva som skjer, anna enn namnet på botnfallet. Eg vil påstå at eleven svarar på det oppgåva spør om, sjølv om utfyllande og forklarande tekst manglar. Slik kan reaksjonslikningar vere til god hjelp for elevar som forsøker å forklare kjemiske problem/oppgåver, særleg når det å formulere med setningar av ulike grunnar er tidkrevjande eller vanskeleg. Eg meiner at eg har fått informasjon nok til å forstå i alle fall *delar* av eleven sin tankegang, og eg ser at det endelege svaret, at det er magnesiumfluorid som fellast ut, er rett.

Med dette sagt, forsøker eg å sjå på svaret med eit meir kritisk blick, og eg trekkjer fram nokre element som eg ser igjen i mange av svara som liknar dette. Når elev 10 først nyttar seg av (nesten) berre symbolske former for å svare på oppgåver av denne typen, ville det vore ein fordel å få fram fasetilstandar til dei involverte stoffa, sidan det er snakk om løysningar og utfellingar. I ingen av reaksjonslikningane skrivast aggregattilstandar, og i linje 3 kan det sjå ut som at det er to ulike salt som dannast. Fordi eleven avsluttar svaret med å skrive ut namnet på magnesiumfluorid i linje 4, tolkar eg det slik at det er dette saltet eleven hevdar vert felt ut. I tillegg til manglande aggregattilstandar kan det peikast på at eleven startar på ein balanseringsprosess ved å vise at 2NaF må løysast for å få 2F^- , men hen har ikkje hugsa å ha dette med i tredje linje. I tillegg ville det vore betre å skrive $\text{Na}_2(\text{NO}_3)_2$ som 2NaNO_3 (og ikkje minst med (aq) etter) når desse iona først skal trekkast saman på denne måten. Til slutt vil eg nemne at eleven har vald å konstatere at magnesiumfluorid vert felt ut, utan å *grunnge* kva som ligg til grunn for denne vurderinga, ved å til dømes vise til kunnskapar om at alle natrium- og nitratsalt er lettløselege. Med tanke på å kunne seie noko om den *fullstendige forståinga* til eleven på det oppgåva spør om, gjenstår altså ein god del informasjon, og reaksjonslikningar som kunnskapsform sett opp åleine på denne måten vert noko mangelfullt.

Eit svar som i større grad inneheld reaksjonslikningar som støtte for det som er skrive med vanleg tekst, er elev 1 sitt svar på oppgåva om å forklare løysningsprosessen til $\text{MgCl}_2(\text{s})$:

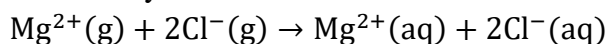
Elev 1 sitt svar på oppgåve 1 (Prøve i kapittel 8)

Først vil MgCl_2 ioniserast, som vil seie at saltet spaltast til ion i gassform.



For denne prosessen er $\Delta H \gg 0$, fordi det krevjar energi å bryte bindingane i saltet.

Deretter vil MgCl_2 hydratiserast, som vil seie at iona i gassform festast til vassmolekyl.



For denne prosessen er $\Delta H \ll 0$, fordi det frigjerast energi når det oppstår bindingar mellom iona og vassmolekyla.

Den fullstendige prosessen kan vere anten endoterm eller eksoterm, og det avgjerast av løysningsentalpien. Løysningsentalpien er summen av entalpien i dei to prosessane. Dersom hydratiseringa dominerer vil prosessen vere eksoterm, og dersom ioniseringa dominerer vil prosessen bli endoterm.

Elev 1 forklarar her kva som skjer i prosessen med ord, og mesteparten av svaret vil dermed vere av språklege kunnskapsformer. Dei to trinna i prosessen presiserast vidare ved hjelp av reaksjonslikningar, som i dette tilfellet både er riktige, balanserte og med aggregattilstandar. Etter mi meining fungerer dei på ein god måte når eleven forsøker å vise at dei to separate delprosessane er forstått også for den symbolske delen av kjemifaget. Dette svaret er eit eksempel på korleis reaksjonslikningar som symbolsk kunnskapsform og grunngjeving som språkleg kunnskapsform kan kombinerast. Det er tilfellet for svært mange av svara som inneheld reaksjonslikningar, noko som kan tyde på at det er kombinasjonen av dei to som kjennast tryggast for eleven å levere på prøvar når kunnskap skal målast og vurderast, og at reaksjonslikningar åleine kanskje kan framstå som «nakent» eller mangelfullt. Som vist i eksempla nemnd over, på oppgåver kor reaksjonslikningane i stor grad dukkar opp i elevsvara, er ordlyden i oppgåvene ofte «forklar» eller «grunngjev», og då er det som regel ein slik kombinasjon som produserast av elevane. Samspelet mellom desse vil diskuterast vidare under diskusjon.

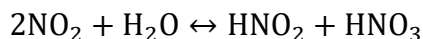
Sjølv om dei fleste reaksjonslikningane er knytt til forklaringar og i stor grad støttar opp om det som er skrive med ord, er det i datamaterialet fleire tilfelle kor forsøk på å skrive reaksjonslikningar raskt røper at eleven ikkje har tilstrekkelege kjemisk forståing. For å vise dette trekkjer eg fram nokre eksempel på svar på oppgåva om forventa pH i ei oppløysning av NO_2 .

Elev 9 sitt svar på delspørsmål 5a1 (Prøve i kapittel 7)

NO_2 er ikkje-metalloksid og vil derfor vere sur.

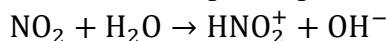
Elev 1 sitt svar på delspørsmål 5a1 (Prøve i kapittel 7)

NO_2 er ikkje-metalloksid og vil dermed gi sur løysning i vatn.



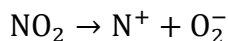
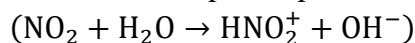
Protolysen gir svovelsyrting og svovelsyre. Svovelsyrting er svakare enn svovelsyre, men svovelsyre er ei svært sterk syre i seg sjølv. Dermed er løysninga sur.

Elev 5 sitt svar på delspørsmål 5a1 (Prøve i kapittel 7)



Vassløysninga vil danne salpetersyrting så blandinga blir sur.

Elev 6 sitt svar på delspørsmål 5a1 (Prøve i kapittel 7)



NO_2 består av N og O, som begge er ikkje-metall, derfor er dei sure.

Alle dei tre forsøka på reaksjonslikningar for å vise syre-base-reaksjonen som føregår er balanserte for både atom og ladningar. Første svar (elev 9) er teke med for å vise korleis elevane som ikkje nyttar seg av reaksjonslikningar som regel har svart. Elev 1 viser korrekt med reaksjonslikninga si at det i reaksjonen mellom nitrogendioksid og vatn kan dannast to syrer. Sjølv om namnsetjinga av produkta i teksten er feil, fungerer reaksjonslikninga på ein god måte for å grunngje konklusjonen om at løysninga vert sur, til motsetnad frå svar av typen til elev 9. Her samsvarar altså tekst, konklusjon og reaksjonslikning godt overeins. I dei to siste svara viser reaksjonslikningane til elev 5 og 6 derimot reaksjonar som ikkje er korrekte, og at det dannast basiske produkt som OH^- og O_2^- . Det elevane skriv i tekstform og som konklusjon støttast ikkje av reaksjonslikningane dei har produsert, og den symbolske kunnskapsforma gir oss nyttig informasjon om manglar i elevane sine djupare forståingar av oksidet sine sure eigenskapar.

Språklege kunnskapsformer

Fakta

Fakta-kategorien er den første og enklaste forma for språkleg kunnskap eg har identifisert. Det er, som forklart i avsnitt 3.6.1, snakk om nokså enkle punktkunnskapar, eller informasjon som lesast meir eller mindre direkte frå periodetabellen eller andre tabellar i formelheftet. I datamaterialet vart denne koden nytta 76 gonger, fordelt over 62 svar. Det vil seie at fleire svar inneheld to eller fleire faktaelement, og at denne kunnskapsforma, forståeleg nok, er nokså hyppig brukt av elevane når dei forsøker å svare på spørsmål og vise kjemiske kunnskapar.

Fakta-kategorien opptre i nokre høver åleine, i det elevar skriv slike enkeltstående fakta som sine fullstendige svar. I andre svar er dei inkorporerte i lengre tekst, som også inneheld nokre av dei andre språklege kunnskapsformene. To eksempel på det første følgjer her:

Elev 4 sitt svar på på delspørsmål 1b2 (Prøve i kapittel 2 og 3)

Ar har høgast 1. ionisering fordi den har oppfylt okkter regelen noko Cl ikkje har.

Elev 5 sitt svar på deloppgåve 1c (Prøve i kapittel 2 og 3)

F har mindre radius enn I fordi fluor har 3 færre elektronskal enn jodatomet. Dermed vil fluoratomet ha mindre radius.

I svaret til elev 4 er oppgåva å bestemme kven som har høgast ioniseringsenergi, slik at faktaelementet om at Ar har oppfylt oktettregelen (sjølv om omgrepet er skrive feil) og ikkje Cl er det einaste nye som svaret faktisk inneheld. I elev 5 er oppgåva å forklare kvifor F har mindre radius enn Cl, slik at faktaelementet om at fluor har fleire elektronskal er den einaste informasjonen eleven sjølv bringer til overflata. I begge svara er det absolutt relevante fakta som takast med, men informasjonen er ikkje forklart eller utdjupa, så det er vanskeleg å skulle seie noko om forståinga til elevane – er det forstått korleis oppfylt oktettregel kan relaterast til høge ioniseringsenergiar, eller kvifor fleire elektronskal gjer radiusen til eit atom eller ion større?

For dei svara kor fakta-elementa er oppfølge av andre språklege kunnskapsformer, er det lettare for meg som lesar å kunne seie noko om nivået av forståing som ligg bak faktakunnskapen. To svar på dei same spørsmåla som over, er:

Elev 5 sitt svar på deloppgåve 1b2 (Prøve i kapittel 2 og 3)

Ar har den høgaste 1. ioniseringsenergien av Cl og Ar fordi Ar har fullt ytste elektronskal som gjer at det krevjast meir energi for å lausne eit av dei elektronena.

Elev 1 sitt svar på deloppgåve 1c (Prøve i kapittel 2 og 3)

F⁻ har mindre radius enn I⁻ fordi I⁻ har fleire elektronskal enn F⁻. Sjølv om I⁻ har fleire positive proton i kjernen, vil den korte avstanden hos F⁻ ha meir å seie. Skala hos I⁻ vil òg hemme protonkjernen si kraft. Dermed vil F⁻ trekke meir på sine elektron og radiusen blir mindre.

Her har eg trekt fram elev 5 sitt svar for å vise at nokre av elevane i større grad forsøker å relatere faktatabiten om oktettregel/fullt valensskal til ei slags forklaring. Eit endå betre døme på dette er svaret til elev 2, som er nytta som eksempel på s. 50-51. Elev 1 sitt svar på den neste deloppgåva viser at i tillegg til å kunne konstatere at I⁻ har fleire elektronskal, veit hen kvifor og korleis dette vil påverke radiusen. I slike svar kan lesarar i større grad seie noko om samansetninga i kunnskapen til elevane, og vere sikrere på at det ikkje er snakk om rein punktkunnskap utan bakanforliggende forståing.

Slik kombinasjon av fakta som kunnskapsform ilag med andre språklege kunnskapsformer er det mest vanlege i datamaterialet, og som regel er det snakk om grunngeving som kombinerast med enkeltstående fakta. Det kan altså virke som at elevane har forståing for at reine faktakunnskapar som regel ikkje er tilstrekkeleg når oppgåvetekstane spør om forklaring, slik oppgåvene eg har definert som langsvarsoppgåver som regel gjer. Under avsnitt 3.6.1 har eg nemnd fleire eksempel på enkeltfakta som er trekt ut frå elevsvara. Desse er stort sett teke utifrå meir innhaldsrrike svar, kor faktaelementa eller faktakunnskapen «krydrar» svaret eller brukast som grunnlag for vidare og djupare forklaring.

Fordi faktakunnskap hos meg er klassifisert som lågast i hierarkiet av kompleksitet på språklege kunnskapsformer, inneheld ofte svake svar mykje av denne kunnskapsforma og mindre av andre, meir komplekse, språklege kunnskapsformer. I nokre tilfelle kan det sjå ut til at der elevane slit med å svare på oppgåvene, nyttast faktakunnskapar for å i alle fall vise *noko*. Eksempel på dette er elev 7, som har misforstått ei deloppgåve:

Deloppgåve 1b (Prøve i kapittel 2 og 3)

Forklar kva atom som har den høgste 1.ioniseringsenergien av alternativa under. Grunnge svaret kort.

- 1) F og O
- 2) Cl og Ar
- 3) Li og Na

Elev 7 sitt svar på deloppgåve 1b (Prøve i kapittel 2 og 3)

Mitt svar er nr. 3. Pga Li og Na er i same hovedgr.

Eleven har med andre ord misforstått oppgåva, og tolka den som ei fleirvalsoppgåve i staden for som tre separate delspørsmål. Allereie her kan det nok ligge manglande kunnskapar hos eleven, og argumentet for valet av alternativ viser vidare manglande forståing for ioniseringsomgrepet. Eleven konstaterer, rettnok, at Li og Na ligg i same hovudgruppe i periodesystemet, men hen gir ikkje noko meir informasjon om kvifor dette i seg sjølv skulle forklare ein høgare ioniseringsenergi enn dei andre alternativa. Eit anna eksempel er elev 8 sitt svar på delspørsmålet:

Delspørsmål 3b1 (Prøve i kapittel 2 og 3)

Forklar kva bindingstypar vi finn mellom molekyl av HBr

Elev 8 sitt svar på delspørsmål 3b1 (Prøve i kapittel 2 og 3)

HBr – elektronparbinding. Ingen forskjell. Dei nøytraliserer kvarandre $H^+ - Br^-$ mellom ikkje-metall.

Elev 8 har her, i mine auger, vist konkrete faktakunnskapar om sambindinga, som at H og Br ikkje er metall. Eg tolkar svaret også slik at eleven oppgir korleis elektrona vert fordelt mellom dei to, og at totalen vert eit nøytralt molekyl. Utover dette manglar det tilsynelatande mykje i forståinga av intermolekylære krefter, noko faktakunnskapane ikkje veg opp for. Det kan sjå ut som at eleven i mangel på forståing skriv det hen kan kome på, i håp om at noko kanskje vert relevant eller riktig. Begge eksempla illustrert her (både frå elev 7 og elev 8), viser at faktakunnskapar kan finnast i svar kor elevar viser tydelege manglar i si kjemiske forståing.

Trender/Enkle samanhengar

Hakket over faktakategorien i kompleksitet, har eg plassert trendar/enkle samanhengar. Dette er også, som forklart i avsnitt 3.6.1, snakk om i stor grad reproduserte og «enkle» element, som reglar/trender eller enkle samanhengar som eg ser på som henta direkte frå lærebok eller undervisning. I dei 159 analyserte svara vart det koda for denne kunnskapsforma 31 gonger, fordelt på 29 svar.

Det er mange likskapar med korleis elevane nyttar denne kunnskapsforma samanlikna med faktaelementa. Det er òg her slik at elevane i nokre tilfelle seier seg fornøgde med desse trendane eller enkle samanhengane som fullverdige svar, medan dei andre gonger nyttast som utgangspunkt for å forklare meir i djupna. For delspørsmål 5a2 i prøven for kapittel 7 (sjå s. 53) er eit eksempel på svar som inneheld ein generell samanheng åleine:

Elev 9 sitt svar på delspørsmål 5a2 (Prøve i kapittel 7)

Na_2O er metalloksid og vil derfor vere basisk.

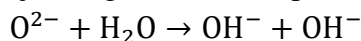
Elev 9 har, i likskap med fleire av sine medelevar, lært seg samanhengen mellom pH og ulike oksid, etter regelen om at metalloksid gir basiske løysningar og ikkje-metalloksid gir sure løysningar. Denne enkle samanhengen er korrekt, og nokså identiske «reglar» er å finne i læreverket Aqua 1 (Steen et al., 2010, s. 188). Elev 9 har bestemt at dette er tilstrekkeleg for å svare på dette spørsmålet. Ein elev som på same oppgåva har følt behov for å utdjupe dette ved hjelp av andre kunnskapsformer, er elev 1:

Elev 1 sitt svar på delspørsmål 5a2 (Prøve i kapittel 7)

Na₂O er eit metalloksid og vil ha basisk løysning i vatn.



Na⁺ er einverdig metallion og er dermed nøytral. O²⁻ er ein sterkare base enn OH-sjølv, og vil ha denne protolysa i vatn:



Løysninga er dermed basisk.

Elev 1 har vald å kombinere både språklege og symbolske kunnskapsformer for å bygge opp under og forklare den enkle samanhengen eller regelen som svaret startar med. Eleven viser dermed at hen forstår *kvifor* dette metalloksidet gir basisk løysning, og ikkje berre *at* det gjer det, slik elev 9 viser. Svar av typen til elev 9 kan åleine ikkje gjere lesarar sikre på i kor stor grad kjemiske prinsipp faktisk er forstått, og dette er grunnen til at denne språklege kunnskapsforma er plassert rett over faktakunnskapar i kodingssystemet mitt, men under dei meir komplekse formene som følgjer i det vidare. I datamaterialet kan det verke som at elevar i større grad enn for faktakunnskapar stolar på at slike trendar og enkle samanhengar er nok til å svare på spørsmåla, også når desse eksplisitt etterspør forklaringar. Dette tolkar eg som at kanskje også elevane ser på slike kunnskapar som meir fullstendige enn frittstående fakta, kanskje fordi slike reglar, trendar eller enkle samanhengar ofte er kopla til å forklare eigenskapar ulike stoff har. Eit anna eksempel på dette er elev 12 sitt svar på å rangere og forklare løysingsevna til dei fire magnesiumsalta Mg(NO₃)₂, Mg(OH)₂, MgCl₂ og MgO:

Elev 12 sitt svar på oppgåve 2 (Prøve i kapittel 8)

1. Mg(OH)₂
2. MgO
3. MgCl₂
4. Mg(NO₃)₂

Desto færre elektron (+ større radius) i ytste skal, desto svakare er bindingane og lettare å bryte.

Elev 12 har her formulert ein versjon av Coulombs regel som einaste grunnlag for rekkjefølgja som er sett opp. Liknande er gjort hos fleire av elevane, og også Aqua 1-læreverket skriv at Coulombs regel kan nyttast ved vurderingar av løysingsevne (Steen et al., 2010, s. 205). I dette tilfellet har eleven, slik eg tolkar svaret, starta med dei mest tungtløyselege salta, og lista dei opp i meir og meir lettløyselege. Ved fullstendig bruk av regelen nemnd, skulle nummer 1 og 2 bytt plass, og rangeringa ville då stemt. Eleven meistrar altså ikkje å bruke regelen i tilstrekkeleg grad, men kjem eit godt stykke på veg. I dei meir utfyllande svara er bruken og tolkinga av regelen på dei ulike salta skildra meir i detalj, men det er ingen av elevane som problematiserer denne nokså forenkla regelen for løysingsevne. Det er jo i realiteten mange faktorar som spelar inn når ein vurderer og rangerer løysingsevne, og energibetraktningar rundt ionisering og hydratisering er ikkje nemnde hos nokre av elevane i denne oppgåva.

I dei fleste tilfella kor trendar eller enkle samanhengar skildrast i datamaterialet er desse kjemisk nokså riktige, jamfør eksempla over og dei nemnd under avsnitt 3.6.1. Som vist over er dei i nokre svar gjort teljande som fullverdige svar, og i andre tilfelle nytta som eit

utgangspunkt som det så forklarast vidare rundt. I andre tilfelle igjen, gir elevar sine forsøk på å lage generelle reglar og trendar lesar informasjon om manglande kjemiforståingar. Elev 4 forsøker her å argumentere for pH-en i ei løysning av NO_2 :

Elev 4 sitt svar på delspørsmål 5a1 (Prøve i kapittel 7)

NO_2 (g) vil bli sur fordi den består av 2 ikkje-metall.

Eleven forsøker nok å formulere den generelle regelen om at ikkje-metalloksid gir sure løysningar, men kjem ikkje heilt i mål med dette. Fordi det finst mange eksempel på at også metalliske grunnstoff (særleg innskotsmetall som Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} osv.) kan gi sure løysningar, held ikkje argumentet til elev 4 mål. Dette forsøket på å grunngje svaret med ein slik regel kan tyde på at kjemien bak det å vurdere pH for sambindingar ikkje er forstått heilt ut hos eleven, og at det ligg forsøk på pugging eller memorering bak svaret. Eit anna, og kanskje tydelegare eksempel på at forsøk på å argumentere med enkle, generelle samanhengar kan gå feil, er elev 8 sitt forsøk på å svare på følgjande oppgåve:

Deloppgåve 2a (Prøve i kapittel 2 og 3)

Eit salt smeltar når det tilførast så mykje varme at tiltrekkingskreftene mellom iona i saltet overvinnast.

Nedanfor er det gitt ei rekkefølge på smeltepunktta til tre salt, MgO , NaF og NaI . I kva av desse er salta satt i stigande rekkefølge på smeltepunktet? **Forklar.**

- A $\text{MgO} - \text{NaF} - \text{NaI}$
- B $\text{NaF} - \text{NaI} - \text{MgO}$
- C $\text{NaI} - \text{NaF} - \text{MgO}$
- D $\text{NaI} - \text{MgO} - \text{NaF}$

Elev 8 sitt svar på deloppgåve 2a (Prøve i kapittel 2 og 3)

Alternativ A: Kokepunktet til stoffa synk loddrett i ei gruppe

Her har elev 8 forsøkt å formulere ein samanheng for kokepunkt innad i ei gruppe. Oppgåva spør om smeltepunkt, så her har det nok kanskje gått litt fort hos eleven. Ved handtering av reine grunnstoff i ei og same gruppe, kan ein tenke seg at det kan finnast trendar kor smeltepunktta/kokepunktta vil auke eller synke nedover i gruppa, avhengig av kva gruppe ein ser på og kva bindingstype som finnast mellom atoma. Oppgåva handterer derimot ikkje reine grunnstoff, men sambindingar med atom frå varierte grupper i periodesystemet. Etter mi meining tyder val av feil alternativ, i tillegg til denne mangelfulle trenden, på at eleven ikkje veit kva ein legg til grunn når ein rangerer smeltepunkt i slike oppgåver.

Definisjonar

I oppgåver med ordlydar som «kva er» og «kva meinast med», inneheld elevsvara neste språklege kunnskapsform. Dette er definisjonane, og som skildra under avsnitt 3.6.1 er også eksempel innlemma i denne kunnskapsforma. Blant dei 159 analyserte elevsvara, inneheld 45 koden for definisjon, noko som gjer kunnskapsforma nokså utbreidd i tekstsvara på dei undersøkte kjemiprøvene. I datamaterialet er det særleg fire oppgåver som kan nemnast i denne samanhengen:

Deloppgåve 3a (Prøve i kapittel 2 og 3)

Forklar kva vi meiner med ein dipol. Bruk gjerne eit eksempel.

Deloppgåve 4a (Prøve i kapittel 6)

Forklar Le Châteliers prinsipp.

Deloppgåve 3a (Prøve i kapittel 7)

Kva er Brønsted-definisjonen på syrer og basar?

Oppgåve 6 (Prøve i kapittel 7)

Kva er ein syrebase-indikator?

Elevane forsøker i svara på desse oppgåvene ved å skildre fagomgrepa, i betydninga kva eller korleis noko er. I nokre tilfelle er eksempel teke med som hjelp, andre gonger ikkje. Som skildra i avsnitt 3.6.1, kan det tenkast at vage utsegn kan koplast til manglande forståing av meininga til omgrep, og at gode definisjonar skal vere presise og distinkte slik at nærliggande omgrep kan skiljast frå kvarandre. For å illustrere korleis eg tolkar dette opp mot mine resultat, viser eg eksempel på to nokså ulike definisjonar av syrebaseindikator:

Elev 11 sitt svar på oppgåve 6 (Prøve i kapittel 7)

Ein syrebaseindikator er eit stoff ein tar oppi ei løysning for å nøytralisere. Då skyvast likevekta mot høgre eller venstre.

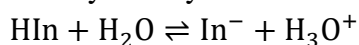
Indikatorar har forskjellige omslagsområde utifrå kva pH-verdi den passar til løysninga bytter farge ved omslagsområdet.

Elev 1 sitt svar på oppgåve 6 (Prøve i kapittel 7)

Ein syrebaseindikator er kjemisk ei svak organisk syre der syra og den korresponderande basen har ulik farge.

Syrebaseindikatoren vert brukt til å vurdere om ei løysning er basisk, sur eller nøytral. For protolyser blir indikatorar merka med HIn, der In⁻ er det som er igjen etter at H⁺-ionet er spalta av. HIn vert brukt fordi indikatorar elles har kompliserte formlar.

Protolyse til syrebaseindikatoren i vatn:



Dersom vi tilset ei syre vil [H₃O⁺] auke og likevekta vil svare med å forskyve seg mot venstre. Dermed visast den sure fargen.

Dersom vi tilset ein base vil [H₃O⁺] minke og likevekta vil svare med å forskyve seg mot høgre. Dermed visast den basiske fargen.

Er løysninga nøytral vil det visast ein blandingsfarge mellom den sure og den basiske fargen.

Når indikatoren slår om avgjerast av K_{in}.

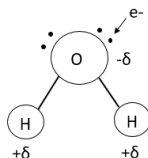
I definisjonen til elev 11 er syrebaseindikatoren definert som «eit stoff», som er eit mykje meir vagt utsegn enn elev 1 sin definisjon som «ei svak organisk syre der syra og den korresponderande basen har ulik farge». Vidare forsøker begge elevane å skildre bruken av indikatoren som eit stoff som bytar farge ved ulike pH-verdiar, og at omslagsområdet er noko

ein må ha i bakhovudet ved val av indikator. Også her er det nokså store skilnader i kor presist dette er skildra, og igjen er det elev 1 som har den mest distinkte og detaljrike formuleringa. Elev 1 har i kombinasjon med definisjonen sin nytta reaksjonslikning som symbolsk kunnskapsform, medan elev 11 har halde seg til å skrive med ord at det er snakk om ei forskyving av likevekt, utan å presisere *kva* likevekt som er meint. I tillegg har elev 11 den vage og upresise formuleringa «tar oppi ei løysning for å nøytralisere», som hos meg sår tvil om omgrepsforståinga til eleven. Ingen av elevane har kome med konkrete eksempel som støtte for definisjonane, men dette spør oppgåva heller ikkje eksplisitt om. I tillegg til ein openberr fordel hos elev 1 i omfanget av definisjonen som er produsert, er det altså gjennomgåande ei meir presis og distinkt mening som kjem fram for syrebaseindikator som fagomgrepet, og det er på bakgrunn av dei produserte definisjonane freistande å anta at omgrepet er forstått djupare hos elev 1 enn hos elev 11.

På side 52 viste eg korleis elev 1 og 10 viser detaljspennet som er å finne i datamaterialet over figurar som illustrerer dipol. Her legg eg fram svara i sin heilheit, slik at vi og kan sjå på korleis resten av dipoldefinisjonen vert lagt fram av dei to elevane, og kva svara kan vise av forståing for dipolomgrepet:

Elev 1 sitt svar på delspørsmål 3a (Prøve i kapittel 2 og 3)

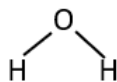
Ein dipol er ei binding mellom atom der sentra for positiv og negativ ladning ikkje fell saman. H₂O er eksempel på ein dipol.



O deler eitt elektronpar med kvart av H-atoma. Men O vil framleis ha 4e⁻ i ytste skal som gjer denne sida negativ. H-atoma gjer den motsette sida negativ.

Elev 10 sitt svar på delspørsmål 3a (Prøve i kapittel 2 og 3)

Eit dipol er eit atom der sentra for positiv og negativ ladning ikkje fell saman, atomet har altså to polar. Eks H₂O, her er det forskjell i EN mellom O atomet og H atomet slik at e⁻ vil trekkast meir mot O atomet enn H atomet. Oppbygginga vil då sjå slik ut



Det må altså vere forskjell i EN mellom atoma for at det kanskje skal dannast ein dipol.

Begge elevane er unøyaktige i ordvalet sitt for å skildre kva ein dipol er, og definerer det høvesvis som «ei binding» og «eit atom», i staden for eit molekyl. Ingen av dei ser ut til å bite seg i merke at eksempelet dei dreg fram verken er ei binding eller eit atom, men nettopp eit molekyl. Slike unøyaktige ordval gjer definisjonane mindre presise og distinkte, og kan tyde på at omgrepsforståinga har visse manglar. Av dei 10 elevane som har svart på oppgåva, er det til informasjon berre halvparten som er nøyaktige i denne delen av definisjonen sin. For elev 1 har det i tillegg gått litt fort i svingane i siste setning, men sidan H-atoma i følgje

figuren har positiv ladning, tolkar eg dette som ein slurvefeil. Elles heng ordlyden til begge elevane om at «positiv og negativ ladning ikkje fell saman» nøye saman med læreverket elevane har brukt, Aqua 1. I delkapittelet om dipolar er det nemleg, i tillegg til anna tekst, figurar og eksempel, ein utheva boks som oppsummerer dipolomgrepet slik: «En dipol er et molekyl der sentrene for positiv og negativ ladning ikke faller sammen» (Steen et al., 2010, s. 53). For mange av dei andre elevane er variantar av denne setninga det einaste dei har vald å bruke som definisjonar på dipol, som regel i kombinasjon med ein figur av vassmolekylet. For desse to elevane derimot, får vi meir innblikk i forståinga fordi dei har vald å utdjupe dette meir spesifikt for sine eksempel. For elev 10 får vi då innblikk i ei forståing av at det trengs forskjell i elektronegativitet for å få forskyvingar av elektron i elektronparbindingane, og at dette *kanskje* kan føre til to polar i sambindinga. Eleven viser ikkje eksempel på det motsette, men ein kan ane at det ligg kunnskapar om sambindingar med ulik elektronegativitet som *ikkje* er dipolar. For elev 1 er det særleg presiseringa for eksempelet som røper at dipolomgrepet ikkje fullt ut er forstått – den negative ladninga på oksygensida kjem ikkje av dei frie elektronpara, desse vil jo vere nøytraliserte av protona i kjernen til oksygenet. Eleven manglar tilsynelatande koplinga mellom dei polare elektronparbindingane i vatn (og kanskje også generelt) og dipolomgrepet.

Definisjonskoden dukkar i datamaterialet særleg opp når spørsmåla er stilte eksplisitt for å få fram forståingar av fagomgrep, slik som oppgåvene vist over indikerer. I mange av tilfella finnast derfor definisjonskoden nokså isolert i datamaterialet, og ikkje i lag med nokre av dei andre kunnskapsformene. Eksempla på elevsvar viser at definisjonskunnskapar i somme tilfelle (14 elevsvar totalt) også er kombinert med dei symbolske kunnskapsformene – figurar og reaksjonslikningar. Figurane trur eg er nøye knytt til at dipol-oppgåva etterspør eksempel, og reaksjonslikningar er absolutt relevante for fagomgrepa som er knytt til syre-base-temaet. Det finnast i datamaterialet også nokre elevsvar på andre oppgåver kor definisjonskoden dukkar opp. Det er då snakk om elevar som sjølv introduserer fagomgrep i forklaringane sine, og som følgjer opp dette med definisjonselement. Eit døme på at definisjonskoden er kombinert med den siste språklege kunnskapsforma, grunngjeving, visast her i eit utdrag av elev 6 sitt svar på oppgåva om å gjere greie for prosessen der MgCl_2 vert løyst opp gjennom to delprosessar:

Utdrag av elev 6 sitt svar på oppgåve 1 (Prøve i kapittel 8)

Det første som skjer er at saltet ioniserast. Dei sterke bindingane/tiltrekkingskreftene mellom iona i ionegitteret brytast opp og vi får frie ion i gassform.

Eleven introduserer som del av forklaringa si ionisering som fagomgrep, og følgjer i neste setning opp med å skildre kva denne delprosessen inneber. Mange av elevane som har svart på denne oppgåva har skrive om oppløysninga av saltet som delt inn i ionisering og hydratisering som to separate delprosessar, men det er langt frå alle som definerer innhaldet i omgrepet, slik elev 6 her gjer.

Grunngjeving

Den siste, og mest komplekse, kunnskapsforma eg har kategorisert i analysen av dei utvalde 159 svara på langsvarsoppgåvene, er grunngjeving. Som skildra under avsnitt 3.6.1, er dette dei svara (eller delane av svara) som inneheld forklaringar på kvifor noko er som det er. Elevane knyt to eller fleire aspekt saman for å forme grunngjevingar. Ein språkleg indikator som i mange tilfelle har fungert godt for å skilje denne kategorien frå dei tre øvrige språklege kunnskapsformene, er ordet *fordi*, og ulike synonym eller variantar av dette. Svara er, slik eg ser det, ikkje reine reproduksjonar av fakta eller trendar som er lært, men meir komplekse i at det ligg vurderingar og forklaringar som er ikkje berre generelle, men som er knytt til dei konkrete eksempla som oppgåvene spør om. Som nokre av eksempla trekt fram i avsnitta om fakta og trendar/generelle samanhengar viser, brukast språklege indikatorar (*fordi*) også utan at svaret når opp til denne kunnskapsforma, men orda utløyser ei vurdering frå mi side. Av dei analyserte svara, er 89 kategorisert med i grunngjevingskategorien. Det ser altså ut til at der elevane skriv utfyllande svar på oppgåvene (kategori 4), forsøker dei i stor grad å forklare eller grunngje noko ved hjelp av å knyte fleire aspekt saman. *Forklar/grunngjev* er også som regel det langsvaroppgåvene spør om, og som grovt sett skil desse oppgåvene frå kortsvar. Det er derfor forståeleg at denne språklege kunnskapsforma, trass i at den i mitt system er den mest komplekse, er så hyppig forsøkt på blant elevane.

Svar av denne typen kan variere nokså mykje i omfang. Under viser eg to ulike svar frå elev 2 som begge har element av grunngjeving. I det første svaret forklarar eleven kva av F og O som har høgast ioniseringsenergi, og det andre svaret forsøker eleven å rangere fire magnesiumsalt etter løysingsevne i vatn.

Elev 2 sitt svar på delspørsmål 1b1 (Prøve i kapittel 2 og 3)

F har høgare 1. ioniseringsenergi enn O fordi F har høgare ladning i kjernen, som gjer at kjernen trekker meir på elektronen, og det krevst dermed meir energi for å fjerne eit elektron.

Elev 2 sitt svar på oppgåve 2 (Prøve i kapittel 8)

Rangert frå lettast til vanskelegast å løyse i vatn:

$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$: lett å løyse fordi NO_3^- har ein stor radius og låg ladning. Bindinga mellom metallion og nitrat vil ikkje bli så sterk.

$\text{Mg}(\text{OH})_2$: vanskelegare å løyse sidan Mg er toverdige (Mg^{2+}) og OH^- har liten radius, men låg ladning som gjer det litt lettare.

MgCl_2 : like ladningar som i $\text{Mg}(\text{OH})_2$, men OH er eit samansett ion av to atom, medan Cl berre er eitt. Cl^- har derfor mindre radius enn OH^- , og kreftene vil verke sterkare mellom MgCl_2 .

MgO : gir to toverdige ion (Mg^{2+} , O^{2-}). O har òg veldig liten radius. Dette vil gi sterke bindingar mellom iona – som gjer det vanskelegare å løyse.

Det er Coulombs lov ein følgjer for å sjå kva som er mest lettløyselig. Coulomb sa nemleg at mindre radius og høg ladning ga sterkare krefter mellom atoma. Sidan sterke krefter er vanskelegare å løyse opp, vil desse vere meir tungtløyselige.

Det første svaret framstår kort og enkelt, men inneheld fleire aspekt – nemleg forskjellen i ladning i kjernen mellom grunnstoffa, trekkrafta mellom kjerne og elektron, og energi som då krevst for å fjerne elektron. I tillegg finnast indikatorar som *fordi* og *dermed* i svaret. Dette svaret vil totalt sett, i mine auger, hamne over både fakta, trend/generell samanheng og definisjon i hierarkiet av språklege kunnskapsformer. Det andre svaret er på mange måtar meir innhaldsrikt enn det første. Det er no fire sambindingar som skal vurderast opp mot kvarandre, og rekkjefølgja på løysingsevna er forsøkt forklart ved hjelp av Coulombs regel. Åleine ville eg kategorisert denne som ein trend/enkel samanheng, men med så utstrekt bruk av forklaringar og vurderingar for kvart enkelt salt vert totalen i svaret meir komplekst i mine auger. Ein del av informasjonen som eleven legg fram for kvart av salta, eller iona som salta består av, kan isolert sett sjåast på som faktakunnskapar, men i svaret er desse sett i samanheng til kvarandre for å grunngje rangeringa av kreftene mellom iona, og dermed løysingsevna. Språklege indikatorar som *fordi*, *derfor* og *sidan* er til stade. Det er verdt å nemne at vurderinga av ioneradiusar for Cl^- og OH^- ikkje held mål, noko som har ført til ei ombyting av rekkjefølgja til $\text{Mg}(\text{OH})_2$ og MgCl_2 samanlikna med det som ville vore rett. Som nemnd i på side 59 vil nok spørsmålet om løysingsevne vere meir komplisert enn å bruke Coulombs regel åleine, men det er nok slik elevane er blitt opplærde, sidan læreverket dei har brukt (Aqua 1) forklarar løysingsevne på denne måten. Ei djupare forståing vil ein kanskje forvente først frå meir erfarne kjemikarar.

Grunngjevings-koden er i materialet ofte å finne i kombinasjon med andre kunnskapsformer, noko eg kjem tilbake til under diskusjonskapittelet, i avsnitt 5.3.2. Fordi denne grunngjevings-kategorien i seg sjølv er nokså kompleks, og at den samtidig ofte er å finne i kombinasjon med andre kunnskapsformer, dreier det seg stort sett om dei mest samansette svara i datamaterialet.

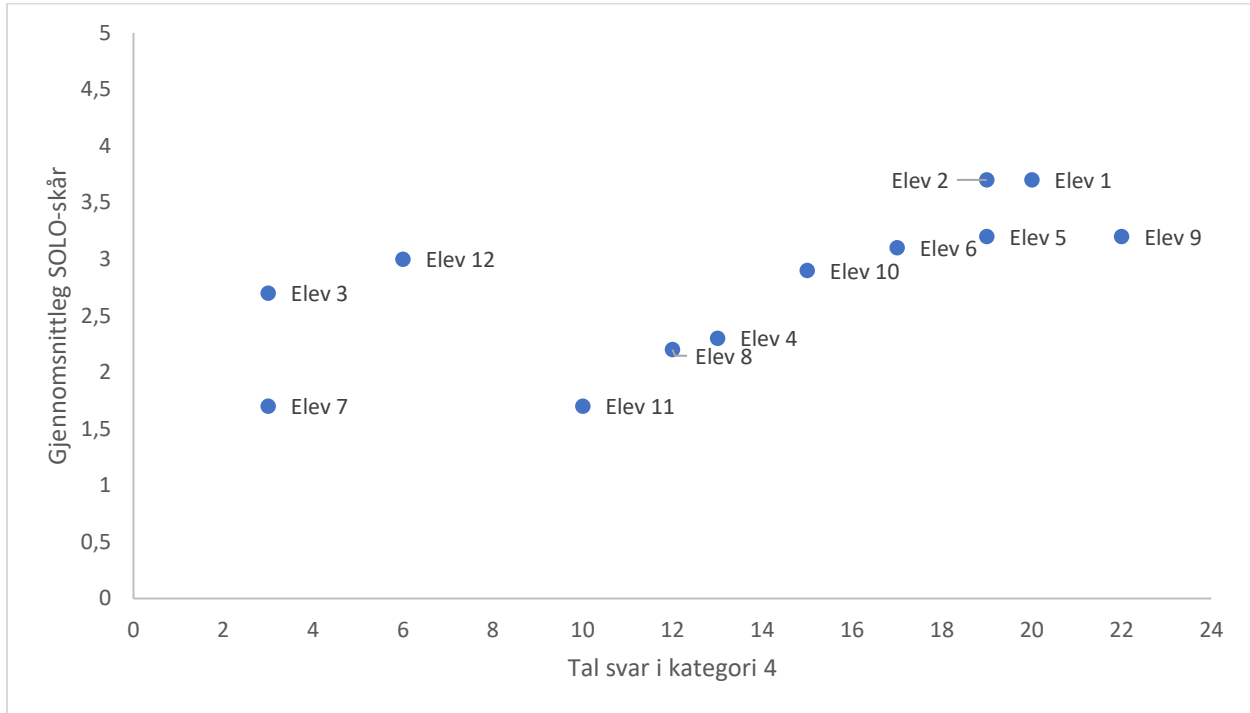
4.2.2 Struktur ved SOLO-taksonomien

Dei siste resultata eg presenterer, er knytt til korleis eg ved hjelp av SOLO-taksonomien har analysert elevsvara som heilskapar, i motsetnad til den føregåande analysen av kunnskapsformer. SOLO-taksonomien dreier seg om å nivådele elevsvara, eller responsane, etter kor kompleks struktur svara har. Skal eit svar seiast å ha ein struktur, må det innehalde noko som kan strukturast. Det må altså vere snakk om svar frå kategori 4, kor elevar forsøker å forklare noko og tar lesaren med på kva som ligg til grunn for svar og konklusjonar. Av dei 159 elevsvara i denne kategorien, fordelar dei seg på dei ulike SOLO-nivåa slik:

Tabell 8: Fordelinga av kategori 4-svar i SOLO-nivåa

SOLO-nivå (namn)	SOLO-nivå (tal)	Tal elevsvar
Prestrukturelt nivå	1	13
Unistrukturelt nivå	2	39
Multistrukturelt nivå	3	45
Relasjonelt nivå	4	62
Utvida abstrakt nivå	5	0
		Sum: 159

Fordi SOLO-nivå kan refererast til som tal, slik som tabell 8 viser, er det mogeleg å rekne saman eit SOLO-gjennomsnitt for klassen sett under eitt, og for dei 12 enkeltelevarne som har delteke i datainnsamlinga. Figuren nedanfor framstiller den gjennomsnittlege SOLO-skåren til kvar elev, plotta mot tal svar i kategori 4.



Figur 7: Gjennomsnittlege SOLO-nivå for enkeltelevar plotta mot tal svar i kategori 4.

I høgre del av figur 7 kan ein skimte ein trend mot at elevar som avgir *fleire* kategori 4-svar også tenderer mot *høgare* SOLO-nivå i sine svar i denne kategorien.

Elev 3, 7 og 12 (kanskje særleg elev 3 og 12) bryt med denne mogelege korrelasjonen. Som figur 4 viser er elev 3, 7 og 12 blant dei elevane eg har færrest svar frå i datamaterialet, mykje på grunn av fullstendig manglande prøvar. Desse elevane har dermed få svar på langsvarsoppgåver generelt, og i tillegg ein stor tendens til å svare i dei mindre ønska svarkategoriene 1, 2 eller 3. Med fleire prøvar og oppgåver tilgjengeleg på desse tre elevane, ville kanskje også desse føye seg inn under same trend som resten av elevane viser.

Figur 7 viser vidare at det er store variasjonar i både tal svar elevane gir i denne (ønskelege) svarkategorien, og i gjennomsnittleg SOLO-nivå på dei svara som vert gitt. Elevar som har gjennomsnittleg SOLO-nivå på under 2 (Elev 7 og Elev 11), har i svært liten grad vist relevante data og relasjonar. Elevar som har gjennomsnittleg SOLO-nivå på opp mot 4 (Elev 1 og Elev 2) oppgjev stort sett alltid fleire relevante data, og som regel er der også relasjonar mellom dei opplysningane som vert nemnde. Sidan SOLO-nivå seier noko om kvaliteten på responsar, representerer desse elevane ytterpunktane når det kjem til kvaliteten på svara som finnast i datamaterialet for kategori 4-svar. Resterande elevar ligg i mellomsjiktet mellom desse, og gjennomsnittet til klassen sett under eitt endar ganske nøyaktig på SOLO-nivå 3, det

vil seie på det multistrukturelle nivået.

4.3 Oppsummering

I dette kapitlet har eg vist at langsvarsoppgåvene, som eg har hatt hovudfokus på, utgjer om lag 30 % av alle delspørsmåla elevane har svart på gjennom dei 4 prøvane. På desse er om lag 20 % av elevsvara heilt blanke, og totalt om lag 1/3 av elevsvara er utilstrekkelege eller mangelfulle med tanke på kva oppgåvene krevjar. Når det kjem til evna til å konkludere i kjemiske spørsmål, ser det ut til at det (som forventa) er slik at dei elevane som forklarar konklusjonane sine også i større grad konkluderer rett.

Av dei symbolske kunnskapsformene nyttast figurar berre når dette etterspørjast nokså eksplisitt, medan reaksjonslikningar er hyppigare brukt som ein integrert del av elevane sine kjemiske forklaringar. Av språklege kunnskapsformer har eg identifisert fakta, trendar/generelle samanhengar, definisjonar og grunngjevingar, kor den siste kategorien er den mest komplekse.

Til slutt viser SOLO-tildelinga at strukturen på elevsvara er av svært variabel kvalitet, og at nivåa i stor grad er lågare enn ein skulle forvente, med tanke på at det øvste SOLO-nivået teoretisk sett er innan rekkevidde for desse elevane. Det utvida abstrakte nivået er ikkje funne i det heile, og det relasjonelle nivået er nådd berre i om lag 40 % av elevsvara. Resterande del av svara er dermed i dei tre nedste SOLO-nivåa.

Kapittel 5: Diskusjon

5.1 Prøvene i datamaterialet

Gjennom arbeidet i analysen har eg gjort meg opp nokre tankar rundt sjølve prøvene som elevane har vorte vurderte i. Desse vil eg adressere i dette delkapittelet.

5.1.1 Summativt vs. formativt fokus?

Kjemiprøvene eg har undersøkt er typiske kapittelprøvar som elevar svarar på ved fullført undervisning i tema eller kapittel. Prøvene er knytt til læreverket (Aqua 1) elevane har nytta i kjemiundervisninga, og eg vil tru at deira potensiale dermed skal ligge i å teste om innhaldet i lærebokkapittelet er lært i tilstrekkeleg grad. Vidare veit eg lite om korleis prøvene er arbeidd med i praksis, særleg med tanke på etterarbeid. Skulle eg kunne diskutert prøvene sine summative eller formative funksjonar med sikkerheit, ville slikt etterarbeid vore essensielt. Formative vurderingspraksisar inneber, som nemnd i avsnitt 2.1.1, som regel mogelegheiter for eigenvurdering, parvurdering, tilbakemeldingar ein kan lære av, ei aktiv elevrolle og mogelegheit for elevane til å medvirke i vurderingsarbeidet (Hopfenbeck, 2016, s. 23). Berre på éin av prøvene føreligg det dokumentasjon på at eigenvurdering har føregått i nokon grad, i form av eit skjema kor elevane skulle gi seg sjølve ein karakter og ei framovermelding. Desse har eg ikkje undersøkt i særleg grad.

Fordi elementa eller kunnskapane som vart testa etter eit kapittel, ikkje er teke med til prøven i det neste kapittelet, er det vanskeleg å seie om prøvene, og eventuelt arbeid med desse i etterkant, har ført til auka læring og forståing hos elevane. Det kan tenkast at det finst heildagsprøver for denne klassen som kan vise spor av utvikling som har føregått, men desse har eg i så tilfelle ikkje hatt tilgang til. Sidan rapporten frå Utdanningsdirektoratet (2015, s. 109) som eg nemnde i delkapittel 2.4 fastslår at grunnlaget for sluttvurderingar i kjemi 1-faget i svært stor grad (i over 95 % av dei undersøkte tilfella) vert gjort basert på skriftlege prøvar med karakter, er det freistande å anta at også desse prøvene først og fremst har ein summativ funksjon, i det å karaktersetje elevane sine kunnskapar kapittel for kapittel.

Eg trur at slike prøvar kunne hatt større potensiale i å støtte elevane sine læringsprosessar dersom fagstoffet ikkje haldast separat i slike kapitteltestar, men at ein heller forsøker å ha med nokre aspekt vidare til neste prøve. Slik kan ein bygge opp ein større og større kunnskapsbase som testast og koplast saman på prøvene, og elevane kan i mindre grad «seie seg ferdige med» dei føregåande kapitla. Skal ein kunne sjå utvikling hos elevane, slik dei formative vurderingspraksisane har som føremål, trur eg ikkje det er hensiktsmessig å avslutte del for del slik prøvene i mitt datamateriale indikerer. Prøvar som i større grad dreg med seg element frå alle delane av undervisninga vil, etter mi meining, ha eit større formativt aspekt som kan kombinerast med dei summative aspekta som ser ut til å vere tungtvegande for lærarar når det gjeld å kunne setje ein endeleg karakter for elevar i faget basert på skriftlege prøvar. Dette er i tråd med Hopfenbeck (2016, s. 29) sin påstand om at summative og formative praksisar må fungere best mogeleg saman på ein måte som både styrkar elevane si læring, gir lærarar mogelegheit til å praktisere ei undervisning dei har tru på, og samtidig tek

omsyn til krav om summative vurderingar frå samfunn og skuleeigarar.

5.1.2 Oppgåvene

Prøvene i det fullstendige datamaterialet har, som tabell 5 viser, god variasjon i fordelinga av rekneoppgåver og tekstoppgåver, og også kortsvar og langsvaer (sjølv om «lang» er ei sanning med modifikasjonar). Rekneoppgåvene vurderer andre kjemiske kunnskapar og ferdigheiter enn dei eg har analysert for tekstsvaer, og det kan tenkast at nokre av elevane ikkje kjem heilt til sin rett når ein gjer ei selektiv analyse av prøvene på ein slik måte som eg har gjort.

Som delkapittel 2.2 illustrerer, har eit viktig stikkord for denne studien vore djupnelæring. Ludvigsen-utvalet sin definisjon på dette innebar forståing av omgrep, omgrepssystem, metodar og samanhengar, i tillegg til ei evne til analysering, problemløysing og refleksjon (NOU 2015: 8). Også Hopfenbeck (2016, s. 58) har uttale seg om kva djupnelæring kan innebere, og ho hevda at eksempel på djupnekompetansar er å kunne anvende omgrep, analysere, syntetisere, bevise og designe. Eg oppfattar djupnelæring som eit mål med opplæringa i skulen som stadig vert viktigare og auka fokus på. Dette bør også gjenspeglast i prøvene elevane arbeider med, sidan det, som nemnd i avsnitt 2.2.3 er avdekkja ein samanheng mellom prøvar som vert gitt og strategiane elevar vel å bruke for å forstå fagleg innhald. Strategiane kan grovt delast i djupnestrategiar og overflatestrategiar (Hopfenbeck, 2016, s. 129). Kva mogelegheiter rekneoppgåvene i mitt datamateriale har i denne samanheng har eg ikkje grunnlag for å uttale meg om, sidan desse har lege utanfor mitt fokus. For tekstoppgåvene derimot, vil dei oppgåvene eg har karakterisert som kortsvarsoppgåver i mine auger ikkje kunne bidra stort til å verken avdekke, vurdere eller fremje djupneforståingar hos elevane. Det kan tenkjast at nøye utarbeiding av ei rekkje samhengane kortsvarsoppgåver kan medføre mogelegheiter for å avdekkje misoppfatningar og djupneforståingar på ein systematisk måte, men det er ikkje det som er tilfelle i mitt materiale. Her er det snakk om enkeltvise kortsvarsoppgåver i form av til dømes namnsetjing, val av passande alternativ i fleirvalsoppgåver, og val av passande kjemiske omgrep som t.d. val av bindingstypar i kjemiske sambindingar, utan noko behov for forklaring. Slike oppgåver på prøvar vil i mine auger kunne fremje elevane sin bruk av overflatelæring framfor djupnelæring, fordi ein kan kome nokså langt i poengsankinga på prøvar utan å ta seg bryet med å lære noko i djupna. I tillegg til at slike kortsvarsoppgåver i mine auger ikkje favoriserer djupnelæring hos elevane, er det også i eit vurderingsperspektiv vanskeleg å få innblikk i kunnskapane til elevane i slike oppgåver. Dette førte til at eg i mi analyse valde å ikkje analysere desse oppgåvene og svara, fordi det for meg framstår som umogeleg å vite kva tankar elevane har hatt i svara sine, og dermed bakgrunnen for svara. Dette støttast, som nemnd i delkapittel 2.4, òg av Cooper og Stowe (2018), i det dei hevdar at tradisjonelle prøvar med fleirvalsoppgåver, kortsvar og hugsing ikkje gir gode bevis på kva elevar veit eller kan gjere i kjemi.

Oppgåvene eg har kategorisert som langsvarsoppgåvene *kan* derimot ha større potensiale for elevane i å vise djupneforståingar, men også her kan elevar i stor grad kome unna med å lære seg omgrep og fenomen nokså overflatisk. Oppgåvene hamnar som regel i langsvarskategorien fordi dei inneheld instruksjonane «forklar», «grunnlegg» eller «grei ut om», men slike oppgåver oppfyller ikkje automatisk at det er djupneforståingar som

etterspørjast eller krevst. I delkapittel 2.4 nemner eg at Cooper og Stowe (2018) oppgir at oppgåvetypar som etterspør til dømes problemløysing, modellering og argumentering, i større grad opnar opp for at elevane kan få vist fram deira ekspertliknande kunnskapar. Eg drog sterke parallellar til skildringa av ekspertkunnskapar til kva som meinast med djupnekunnskap, så slike oppgåver kan med andre ord i større grad etterspørje djupnekunnskapar hos elevane. Slike oppgåvetypar fann eg ingen gode eksempel på i prøvane i datamaterialet mitt.

Som argumentert for i avsnitt 2.3.2, kan høge SOLO-nivå i elevresponsar (i mitt tilfelle elevsvar på prøvar) indikere kvalitet og djupne i kunnskapane til elevane, sidan SOLO-nivå grovt sett kan representere kor djupt noko er koda (Biggs, 1978, i Biggs og Collis, 1982, s. 200). Særleg i det relasjonelle og det utvida abstrakte nivået har elevar plassert fagstoff i samanheng, og dei evnar å nytte kunnskapar i nye situasjonar. Dette er nært knytt til Cooper og Stowe (2018) si skildring av ekspertkunnskap, og til djupnelæringsomgrepet (NOU 2015: 8). I tabell 3 har eg vist eksempel på verb som kan assosierast med dei ulike nivåa i SOLO-taksonomien (Biggs og Tang, 2011, s. 90-91). Det finnast altså mange måtar å lage oppgåver på som oppfordrar elevane til å vise kunnskapar og ferdigheiter på dei høge SOLO-nivåa, og dermed til å vise kor dei er i djupnelæringa si. Kortsvarsoppgåvene på prøvane eg har analysert held seg som regel i det unistrukturale nivået, med identifisering, namngjeving, og gjenkjenning som dei hyppigaste verba i bruk. Langsvarsoppgåvene inneheld som tidlegare nemnd som regel «forklaring» som verb, noko som ifølgje Biggs og Tang (2011, s. 90-91) medfører moglegheiter for å gi relasjonelle responsar. Men, som fleire av eksempla på elevsvar eg har vist gjennom resultatkapittelet viser, i tillegg til tabell 8 er det ikkje slik at ei oppfordring om å forklare nødvendigvis medfører svar som klassifiserer til det relasjonelle SOLO-nivået.

Om prøvane vil eg i denne omgang seie at som (snart) nyutdanna lektor, og fungerande vikarlærer, forstår eg godt at prøvar knytt til læreverket er freistande og enkelt å ta i bruk. Dei er gjerne tilpassa når det gjeld innhald og tidsbruken som skal setjast av til prøvesituasjonen, der ligg gjerne løysingsforslag og poengtabellar klar til bruk som lettar vurderingsarbeidet, og ein har (forståeleg nok) tillit til fagpersonane som har utarbeidd læreverket med tilhøyrande kapittelprøvar. Etter å ha forsøkt å analysere datamaterialet mitt i eit djupnelæringsperspektiv, har eg innsett at slike prøvar på langt nær er optimale.

5.2 Tankar rundt mangelfulle svar

Etter at eg hadde skildra og klassifisert dei oppgåvetypane eg fann i datamaterialet mitt, gjekk neste del av analysen, som vist i avsnitt 3.5.2 og 4.1.2, ut på å identifisere ulike typar elevsvar, inndelt etter i kva grad elevane faktisk svarte på dei oppgåvene eg valde ut som særleg interessante for analyse (altså langsvarsoppgåvene). Eg vil i det vidare forsøke å klargjere tankane mine kring det første forskingsspørsmålet frå delkapittel 2.5; Korleis kan svarformatet til elevar på prøver i kjemi 1-faget koplast til kjemiforståing og djupnekunnskapar?

Undervegs i arbeidet med transkribering og kategorisering fann eg dei manglande og lite utfyllande elevsvara både frustrerande og overraskande. Frustrerande fordi eg fekk følelsen av

å «mangle» viktig datamateriale og viktige innblikk i elevane sine tankar, og overraskande fordi eg aldri har vore med på vurdering av prøvar i slikt omfang, og dermed berre har sett nokså få prøvebesvaringar frå elevar før. Mitt referansepunkt var mine egne prøvar frå min eigen skulegong, og fordi eg sikta mot dei øvste karakterane, svarte eg stort sett utfyllande på dei oppgåvene som kravde dette. Eg har nok forventa at elevar stort sett forsøker på det same, sjølv om kvaliteten på det som vert skrive forståeleg nok vil vere varierende frå elev til elev. At så mange som 1/3 (jamfør tabell 6) av svara på langsvarsoppgåvene ikkje er noko langsvar i det heile, overraska meg derfor. Som metode- og resultatdelen viser, valde eg å kategorisere desse mangelfulle svara i tre ulike kategoriar; heilt blanke svar (kategori 1), byrjingar på svar som ikkje fører fram (kategori 2) og svar utan forklaringar (kategori 3).

5.2.1 Blanke svar

Årsaker til at svar vert ståande heilt blanke på prøvar, kan eg tenke meg at kan kome av manglande kunnskapar om temaet spurt om, manglande motivasjon for skulen generelt, eller faget og prøven spesielt, manglande meistringsforventing, og i nokre tilfelle kanskje noko så enkelt som at eleven har gløymd eller oversett ei oppgåve eller eit delspørsmål, eller at tida ikkje har strekt til. Tidsaspektet trur eg ikkje er mest tungtvegande i mitt tilfelle, sidan det ikkje var slik at dei blanke svar kom på slutten av prøvane, og elevane med mange blanke svar generelt produserte nokså lite tekst i dei fleste svara sine. Heilt blanke svar vil nok på prøvar lønast med null poeng eller inga uttelling, men det er ikkje dermed sagt at eleven ikkje kan *noko* om emnet – grunnane kan som nemnd vere meir innfløkte enn som så.

Eg kan òg tenke meg at lærarars vurderingspraksisar og poenggivingssystem på prøvar vil kunne påverke korleis nokre av elevane vel å svare. Har elevane oppfatning av at det er betre å svare ingenting enn å svare feil, vil dette mogelegvis framprovosere ein større del blanke svar (kategori 1). Har elevane ei oppfatning av at det er betre å svare noko enn å svare ingenting, vil dette kunne resultere i færre blanke svar, men mogelegvis fleire svar i kategori 2, 3 og eventuelt 4, basert på kva og kor mykje eleven skriv. Ønsker ein at elevane i første omgang skal svare på flest mogeleg oppgåver, og også at svara er så utfyllande som råd der forklaringar og liknande er etterspurt, trur eg det til dømes er lurt å ikkje ha eit poenggivingssystem med minuspoeng. Eg kan utifrå egne erfaringar stå inne for at «minuspoengstraffer» ved nemning av gale moment, eller ved val av feil alternativ i oppgåver som har dette, potensielt kan medføre ein reservasjon frå elevane si side, og svara kan verte færre og innsnevra.

For mitt datamateriale viser figur 4 at 8 av dei 12 involverte elevane dukka opp i kategori 1, medan 2 elevar (og i absolutt størst grad elev 8, med 7 av dei 8 svara i denne kategorien) dukka opp i kategori 2. Det kan sjå ut som at dei fleste elevane i denne klassen heller tyr til blanke svar enn å forsøke å svare, og dermed røpe at dei ikkje heilt veit kva oppgåva spør om. Dette kan vere heilt tilfeldig, men det kan òg vere eit resultat av deira tidlegare opplevingar med korleis prøvane vurderast. I det vidare arbeidet med kategori 4-svara, fann eg òg, som tabell 8 viser, meir utfyllande elevsvar i det prestrukturelle SOLO-nivået. Dette er svar som, per definisjon frå forklaringa av nivået i tabell 2, ikkje inneheld nokre relevante opplysningar eller relasjonar. Det ser altså likevel ut til at fleire av elevane vel å svare *noko* heller enn

ingenting, sjølv om det er irrelevante eller gale data som trekkast fram. Ved samtale eller intervju med elevane, kunne ein nok fått ei sikrare oppfatning for kva grunnar dei har for å velge å forsøke, eller eventuelt la vere å forsøke, å svare på oppgåver dei er usikre på.

5.2.2 Svar utan forklaring

Eg har under metode og resultat argumentert for at dei to første kategoriane av elevsvar ikkje gir særleg å analysere. Bakanforliggende tankar ville vore interessant å få innblikk i, men dette ville som nemnd kravd samtalar med elevane i etterkant av prøvane. Dette er ikkje gjennomført.

Den tredje kategorien, svar utan forklaring, er også mangelfull i det elevsvara manglar dei forklaringane og grunngevingane som er påkravd i oppgåvene. Som sitatet frå Cooper og Stowe (2018) på side 18 viser, gjer manglande grunngevingar av påstandar (kalla konklusjonar i mitt tilfelle) det umogeleg å vite om der ligg passande logikk og prinsipp til grunn.

Likevel er det for lærarar mogeleg å gjere vurderingar av om svaret er rett eller ikkje, og vurderinga av dette vart vist i avsnitt 4.1.3. Her drog eg fram at det er særleg 2 elevar som tenderer mot å svare rett, og særleg 2 elevar som tenderer mot å svare feil, medan dei siste 4 ikkje har like tydelege tendensar. Som med dei føregåande kategoriane, kan eg tenke meg at det er fleire grunnar for å svare i kategori 3, trass i at det står eksplisitt at forklaringar ønskast i oppgåvene. Den eine er at eleven ikkje veit korleis hen skal løyse oppgåva, og dermed gjettar sidan det er ein mogelegheit for å ende på rett konklusjon, og dermed å sanke «gratispoeng» på prøvar. Ein annan grunn kan vere at eleven veit noko, men kan det ikkje godt nok, eller er ikkje sikker nok, til å ønske å vise tankane sine, kanskje for å unnlate å forklare noko feil og dermed få trekk dersom sjølv konklusjonen er rett. I andre tilfelle kan det vere slik at eleven veit og forstår kva som krevst, men at motivasjonen eller konsentrasjonen i prøvetidspunktet ikkje spelar på lag, og minste motstands veg kan verke forlokkande. For at elevane skal orke å ta seg bryet med å ta oss (lærarar og forskarar) med på tankerekka dersom den er der, krevst ein viss motivasjon og mening knytt til faget generelt, og prøvesituasjonen spesielt. Til slutt kan eit tidsaspekt i prøvesituasjonen spele inn også her, dersom tida på prøva vert for kort for elevane. Igjen tenkjer eg at dette ikkje er så sannsynleg i mitt tilfelle, av to grunnar. Den eine er at elevane som ofte tyr til svar i kategori 3, ofte svarar mangelfullt på store delar av prøvane (jmf. figur 4), slik at tida ikkje burde vere eit problem ved arbeidet med desse svara. I andre tilfelle, kor elevar i tillegg til kategori 3-svar har rikeleg med kategori 4-svar, er det gjerne utfyllande svar *etter* dei mangelfulle, slik at eg får inntrykket av at eleven har vald å gå vidare trass i god tid til vidare arbeid med prøva.

Ulike elevar har ulike grunnar, men eg tenker meg at figur 5 kan gi ein peikepinn på underliggende årsaker. Fordi eg ikkje har fått elevane sine meiningar og utsegn vert dette spekulasjonar frå mi side, men eg vil tru at elevar som i stor grad hamnar på gale konklusjonar har kjemiske kunnskapar som anten manglar heilt, eller i alle fall er nokså mangelfulle. Elevar som i stor grad treff riktige konklusjonar vil sannsynlegvis ha gjort seg nokre kjemiske vurderingar av oppgåva, sjølv om desse ikkje er vist i svaret. Sidan det er eit avgrensa tal slike svar per elev, og fordi eventuell gjetting kan innebere både flaks og uflaks,

er dette ikkje noko eg uttrykker med sikkerheit. Igjen ville gjennomføring av samtalar med elevane kunne ført til djupare innsikt.

5.2.3 Djupnelæring i dei mangelfulle svara

I avsnitt 2.3.1 la eg fram Shavelson et al. (2005) sitt system for ulike typar kunnskapar. Dei fire typane var deklarativ kunnskap (vite *at*), prosedyremessig kunnskap (vite *korleis*), skjematisk kunnskap (vite *kvifor*) og strategisk kunnskap (vite *når, kvar og korleis*) (Shavelson et al., 2005, s. 414). Eg argumenterte for at i eit djupnelæringsperspektiv, er det særleg dei to siste kunnskapstypane som talar for at elevar har lært noko i djupna, sidan eg tolkar det slik at fagkunnskapar då i større grad er sett i samanheng til kvarandre i eit nettverk av kunnskapar og ferdigheiter. I tilknytning til dette systemet, vil eg påstå at svara i kategori 1 eller 2 ikkje vil kunne omfatte nokon av dei fire typane kunnskap, sidan svara er heilt blanke eller svært avgrensa. Gale svar i kategori 3 er i mine auger i same situasjon, fordi den gale konklusjonen er det einaste eleven har vist. Riktige svar i kategori 3 derimot, *kan* vere uttrykk for at elevar innehar deklarativ kunnskapar – dei veit *at* konklusjonen er slik. Dette forutset at den riktige konklusjonen ikkje er treft ved tilfeldig gjetting, men her kan ein velgje å la tvilen kome eleven til gode. Manglande utdjuping gjer det freistande å anta at eleven har manglar i dei resterande tre kunnskapstypane. Eg meiner derfor at slike svar kan vere teikn på overflatelæring, sidan dei kunnskapstypane eg anser som tydelegare teikn på djupnekunnskap manglar i svaret.

I avsnitt 2.3.2 argumenterte eg for at strukturen til svara òg kan brukast når ein evaluerer svar etter teikn på kunnskapar og djupneforståingar, sidan graden av strukturell organisering er noko som skil grundig lært fagstoff frå dårleg lært fagstoff (Biggs og Collis, 1982, s. xi). Også Cooper og Stowe (2018) støttar at manglande strukturar og samanhengar tyder på novisekunnskapar. Svar i kategori 1 og 2 manglar fullstendig struktur, og vil kunne klassifiserast som tydeleg prestrukturelle. Også kategori 3 har manglande struktur, med mindre ein vel å la konklusjonen telje som ein data. I så tilfelle vil ein kunne argumentere for å setje gale kategori 3-svar som prestrukturelle, medan riktige kategori 3-svar kan sjåast på som unistrukturelle, sidan ein rett konklusjon (t.d. riktig bindingstype) kan vurderast som ein relevant data. Uansett er det snakk om dei lågaste SOLO-nivåa, og den manglande strukturelle organiseringa kan tyde på at noko ikkje er lært i det heile, eller i alle fall ikkje er lært grundig og djupt.

Totalt sett vil dei mangelfulle svara, både kategori 1, 2 og 3, i mine auger knytast til manglande kunnskapar, eller i beste fall ein viss grad av overflatekunnskapar for dei riktige kategori 3-svara.

5.3 Tankar rundt utfyllande svar

Etter å ha først vald ut langvarsoppgåvene som dei mest interessante for mi oppgåve, og så sett på kva dei mangelfulle svara kan og ikkje kan vise, har eg i metode- og resultatdelen forsøkt å belyse kva dei meir utfyllande svara (kategori 4) innehar av riktigheit, kunnskapsformer og struktur. Eg vil i det vidare diskutere funna eg har gjort her, og forsøke å kople desse opp mot teorien rundt vurdering og djupnelæring.

5.3.1 Riktigheit

Det første eg gjorde med desse svara, var å vurdere riktigheita av svara på dei spørsmåla som har konklusjonsaspekt, for å kunne samanlikne med treffprosenten til elevane som valde å konkludere utan forklaring (kategori 3). Dette er i tråd med det andre forskingsspørsmålet er formulerte i delkapittel 2.5; Har elevar som forklarar meir utfyllande rundt kjemiske svar på prøvar også større evne til å svare rett?

Resultata av dette vart framstilt i tabell 7. Fordi elevane har utdjupa, kan ein her, i motsetnad til kategori 3-svar, seie noko om grunnlaget for konklusjonen, noko som førte til den grove inndelinga av rette og gale svar, med eller utan adekvate grunngevingar (sjå tabell 4). Som indikert i avsnitt 4.1.3, er det slik at elevane som gir grunngevingar til konklusjonane sine også har vesentleg større tendens til å konkludere rett på slik oppgåver. Denne tanken er nokså naturleg etter mi meining – elevar som evnar, eller tek seg bryet med, å skrive forklaring, har truleg òg meir kjemikunnskapar og tenderer følgjeleg i større grad mot å svare rett på oppgåver.

I tillegg støttar funna (tabell 7) ein nokså intuitiv tanke om at riktige konklusjonar oftast er gjort basert på kjemisk adekvate grunngevingar, og at gale konklusjonar som regel er eit resultat av kjemiske grunngevingar som ikkje er adekvate. Ved hjelp av elevane sine forklaringar og utfyllande svar, kan ein som lærar altså verte sikrere på at riktige svar og gale svar *faktisk* er kopla til at eleven kan og forstår kjemien som ligg til grunn. Elevane innehar kjemiske kunnskapar og ferdigheiter, og nyttar desse til å kome fram til korrekte kjemiske konklusjonar. Elevane manglar kjemiske kunnskapar og ferdigheiter, og kjem då heller ofte ikkje fram til korrekte kjemiske konklusjonar. Sjølv kor banalt dette måtte lyde, kan eg no også *vis*e at slike observasjonar følgjer frå datamaterialet mitt. Når elevane tar oppfordringa om å forklare på alvor, får lærarar altså betre tilgang på det Cooper og Stowe (2018) kalla bevis på elevforståing. Det er naudsynt å formulere oppgåvene slik at elevane vert eksplisitt oppfordra til å ha med tankegangar, resonnement og argumentasjon (Cooper og Stowe, 2018), men det er også naudsynt at elevane tek desse oppfordringane til seg. Dataa i tabell 6 tyder på at dette har skjedd i 2/3 av elevsvara på langvarsoppgåvene, noko som tyder på at det trass alt er fleirtalet som tek slike oppfordringar på alvor.

5.3.2 Kunnskapsformer i lys av djupnelæring

Som delkapittel 3.6 og 4.2 forklarar og viser, gjekk eg så i gang med ei meir inngåande analyse av svara i kategori 4. Ved ei induktiv tilnærming til svara fekk eg organisert innhaldet i desse i det eg har kalla ulike kunnskapsformer. Dei symbolske kunnskapsformene innebar elevane sine forsøk på figurar og reaksjonslikningar, medan dei språklege kunnskapsformene innebar fakta, trendar/generelle samanhengar, definisjonar og grunngevingar. Eg forsøker her å få samla mine tankar rundt det tredje forskingsspørsmålet eg formulerte i delkapittel 2.5; Kva kunnskapsformer nyttar elevar i ein kjemi 1-klasse på tekstoppgåver på prøvar, og kva moglegheiter gir desse kunnskapsformene når det kjem til å vise djupnekunnskapar?

Symbolske kunnskapsformer

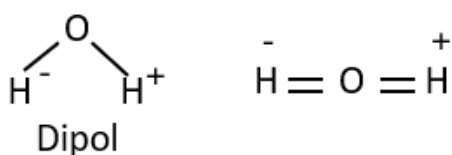
Symbolske kunnskapsformer er sentrale i kjemifaget, noko som tydeleggjerast ved at symbol utgjer det eine av dei tre hjørna i Johnstone sitt triangel over kjemiforståing (Cooper og Stowe, 2018). Eg meiner at det å meistre symbolske representasjonar i kjemifaget kan vere vanskelegare enn å meistre tekstlege, eller det eg har kalla språklege, kunnskapsformer. Det å svare på eit spørsmål eller ei oppgåve med ei setning i form av fakta, trend/generell samanheng og også definisjon, kan i stor grad innebere element av pugging og gjengeving hos elevane. Ein elev kan klare å reprodusere nokså mykje fagstoff på denne måten utan eigentleg å ha kjemiske forståingar på plass, fordi setningane består av ord som elevane stort sett er kjende med frå før, og at ordlyden i setningar og språk er noko elevane har eit meir intuitivt og erfaringsbasert forhold til. Slik trur eg orda nokså lett kan setjast i samanheng til elevane sine bakanforliggende kunnskarar og erfaringar, utan at ei djup kjemiforståinga nødvendigvis er oppnådd. Ein del av dei språklege kunnskapsformene trur eg derfor at i beste fall kan assosierast med overflatelæring.

Eg trur at pugging av figurar og reaksjonslikningar er utfordrande på eit heilt anna nivå for elevane, og at det krevst større grad av forståing for å kunne produsere, eller attgje, slike symbolske kunnskapsformer i svar på spørsmål eller oppgåver. Symbola som ein figur eller ei reaksjonslikning består av kan nok ikkje like lett hugsast i samanheng på lik måte som ord i ei setning, samtidig som kvart symbol gjerne har sin eigen betydning som bør forståast i større eller mindre grad for at figurar eller reaksjonslikningar skal gi meining for eleven. Det å meistre å setje symbol med rette meiningar i korrekte samanhengar til kvarandre, vil etter mi meining innebere djupneforståing i form av integrerte nettverk av kunnskarar i samanheng, på ein heilt annan måte enn ein del av dei språklege kunnskapsformene krevjar.

Eit eksempel frå datamaterialet som på ein god måte underbyggjer tankane mine her, er elev 12 sin definisjon av ein dipol. Figuren til eleven er vist på side 52, men eg gjentek svaret i sin heilskap her:

Elev 12 sitt svar på delspørsmål 3a (Prøve i kapittel 2 og 3)

Ein dipol er når sentra for positiv og negativ ladning ikkje går saman.



Den språklege delen av svaret er, som nemnd i avsnitt 4.2.1, svært lik læreverket sin oppsummerande definisjon på ein dipol («En dipol er et molekyl der sentrene for positiv og negativ ladning ikke faller sammen» (Steen et al., 2010, s. 53)). Med unntak av at eleven ikkje har presisert at det dreier seg om molekyl, skil den språklege delen av svaret til elev 12 seg dermed lite frå både læreverket og medelevane sine svar. Eg meiner at den språklege definisjonen absolutt ikkje er ideell, idet den er både vag og lite innhaldsrik, men slike aspekt kjem eg tilbake til for dei språklege kunnskapsformene. Ser ein på figuren som eleven har vist som eksempel på dipol derimot, er det tydeleg at eleven ikkje har forstått kva dette kjemiske omgrepet eigentleg inneber. Elev 12 ser for det første ut til å vere usikker på korleis

vassmolekylet i det heile tatt er sett saman, og kjem med forslag med både vinkla utforming med enkeltbindingar, og symmetrisk utforming med dobbeltbindingar. Eventuelt har eleven forsøkt seg på ein modell av CO₂-molekylet til høgre, men med feil atomsymbol og ladningsfordeling. Sjølv om det er rett tenkt at vassmolekylet må ha ein positiv og negativ pol fordi det er ein dipol, vil plassering av desse polane på kvart sitt hydrogenatom etter mi meining implisere at eleven ikkje koplpar dei partielle ladningane, elektronegativitet, polare elektronparbindingar, molekyloppbygging og symmetri saman med dipolomgrepet. Omgrepa er dermed ikkje sett i samanheng til kvarandre for ei djup forståing av dette kjemiske fenomenet. Eleven har lært *at* vatn er ein dipol, men ikkje *kvifor* eller *korleis* dette er tilfelle. Det kan sjå ut til at bruk av symbolske kunnskapsformer dermed kan gi nokså gode innblikk i fleire av Shavelson et al. (2005) sine kategoriar av kunnskap. Ved hjelp av gode figurar *kan* elevar få fram meir av både prosedyremessige, skjematisk og strategiske kunnskapar (Shavelson et al., 2005, s. 414) på ein måte som kan utfylle den deklaratve, og lærarar kan verte sikrere i sine vurderingar og tolkingar av elevsvar.

Det er likevel verdt å nemne at ein gjerne må sjå på språk og figur i lag for å seie noko om kva kunnskapar elevane sit med om til dømes dipol-omgrepet. I datamaterialet har eg, som vist på side 62-63, funne eksempel på at elev 1 og 10 har figurar av vassmolekylet som inneheld nokså ulik mengde informasjon og symbolbruk knytt til dipolomgrepet, men at den «beste» figuren står i kombinasjon til den svakaste språklege definisjonen.

Viktigheita av korleis symbolske kunnskapsformer kan gi eit større innblikk i elevane sine kjemiforståingar kan også visast frå datamaterialet når det kjem til reaksjonslikningar. Til dømes i spørsmålet om kva pH ein vil forvente i møte med ulike oksid. Dei elevane som svarar typisk «Metalloksid gir basiske løysningar» og «Ikkje-metalloksid gir sure løysningar» har absolutt deklaratve kunnskapar på plass – det veit *at* det er slik. Slike svar treng likevel ikkje å bety at dette er lært i djupna. Der elevane i tillegg til sine påstandar i form av språkleg kunnskap underbyggjer med reaksjonslikningar, får ein som lærar innblikk i om den generelle samanhengen er forstått med tanke på korleis eller kvifor pH-en blir som den blir. Eksempla på elevsvar vist på side 55, viser at elev 1 med reaksjonslikninga si klarar å vise ei djupare forståing for kvifor og korleis NO₂ gir sur løysning, medan elev 5 og elev 6 sine reaksjonslikningar tyder på det motsette. Med tanke på kunnskapane som Shavelson et al. (2005) skil mellom, vil dei to sistnemnde ikkje ha tilstrekkelege prosedyremessige eller skjematisk kunnskapar, og eg vil dermed argumentere for at elevane manglar djupnekunnskapar om oksidet sin påverknad av pH i vassløysningar. Hos elevar som ikkje viser slike symbolske kunnskapsformer som delar av svara sine i det heile, vil lærarar ha eit meir mangelfullt og uvisst innblikk i kor djupe eller mindre djupe elevforståingane er, og mogelege tolkingar ville gjerast basert på *antakingar* om elevane sine forståingar (eller mangel på forståingar) i staden for *bevis* på forståingar, som Cooper og Stowe (2018) hevdar er viktige å få tak i på skriftlege prøvar.

I eit vurderingsperspektiv, vil eg argumentere for at slike symbolske delar av svar kan auke mogelegheitene elevar og lærarar har til å arbeide formativt. Eit betre innblikk i ein større del av elevane sine kunnskapar og forståingar, kan gi betre grunnlag for gode tilbakemeldingar og påfølgande vidare arbeid med emnet. Som nemnd i avsnitt 2.1.2, hevdar Hopfenbeck (2016, s.

128) at det kan ligge store mogelegheiter for forbetring i misoppfatningar. Dei symbolske kunnskapsformene utgjer, frå mitt synspunkt, ein ideell måte å få tak i elevar sine eventuelle misoppfatningar (eller fråvære av oppfatningar) på. Til dømes vil det for elev 12, saman med lærar som vurderer svaret, sannsynlegvis vere lettare å finne eit fokus eller ein plan for vidare arbeid med dipolomgrepet, takka vere informasjonen som figuren i svaret bidrar med.

Som avsnitt 4.2.1 viser, er det eit fåtal av figurar som dukkar opp i møtet med dei 5 undersøkte prøvane, medan reaksjonslikningane er noko meir utbreidde. Eg trur at det ligg gode mogelegheiter i å utbetre prøvane sine potensial for å fremje djupnelæring, og som nemnd deira potensial for formativ vurdering, dersom oppgåvene i større grad er eksplisitte i sin etterspurnad etter symbol som figurar og reaksjonslikningar. Elevar som ser nytten i å modellere, skissere, og på andre måtar symbolsk representere kunnskapane sine fordi prøvane etterspør dette, vil kanskje i større grad hjelpast til ei djup kjemiforståing som omfattar alle dei tre hjørna i Johnstone sitt triangel over kjemiforståing (Cooper og Stowe, 2018). Det er fleire av dei kjemiske fenomena og prinsippa som dukkar opp i materialet som *kunne* vorte oppfordra til modellar og figurar til. Eksempel er Coulombs regel, Van der Waalske krefter, hydrogenbindingar og så vidare. Då ville ein kanskje fått tak i eventuelle misoppfatningar hos elevane, som ikkje framkjem frå deira språklege bruk av slike omgrep.

Språklege kunnskapsformer

Som avsnitt 3.6.1 og 4.2.1 viser, har eg forsøkt å kategorisere dei språklege kunnskapsformene etter aukande grad av krav til eleven. Faktakunnskapar er den minst krevjande og komplekse forma, etterfølgt av trendar/generelle samanhengar, definisjonar og til slutt grunngjevingar. I dei tilviste avsnitta har eg forsøkt å framstille både eksempel og prevalensen av desse, og korleis desse er funne i kombinasjon med kvarandre i datamaterialet.

Fakta har eg argumentert for at finnast både som sjølvstendige svar, og som delar av meir utfyllande og komplekse svar, kor faktaelementa anten då fungerer som utgangspunktet for ei djupare grunngjeving, eller som «krydder» eller spesifisering ved bruk av andre språklege kunnskapsformer. Eksempla eg har drege fram tyder på at fakta som kunnskapsform nyttast både i sterke og svake svar. I dei sterke svara får elevane illustrert mengda kunnskapar dei sit på, samtidig som faktakunnskapen forklarast og inkorporerast i meir komplekse språklege kunnskapsformer. I andre enden av skalaen nyttast kunnskapsforma tilsynelatande i mangel på at elevane meistrar andre kunnskapsformer. Det er i mine auger altså ikkje sjølv faktakunnskapen som er av hovudinteresse når ein vurderer elevsvara, men i kor stor grad den nyttast i ein større samanheng, ved vidare forklaring eller inkorporering til andre element og kunnskapsformer. Faktakunnskapar åleine kan i beste fall vise til Shavelson et al. (2005) sin deklorative kunnskap, altså det å vite *at* noko er slik og slik. Med tanke på eksempla vist i avsnitt 4.2.1, viser elev 5 *at* I har fleire elektronskal enn F, men ikkje *kvifor* eller *korleis* dette nødvendigvis medfører ein større radius, slik elev 1 gjer eit betre forsøk på å vise.

Trendar/generelle samanhengar er kategorisert som noko meir komplekse enn reine fakta, fordi dei gjerne inneber at variasjonar av eigenskapar eller liknande i generelle «reglar». Bruken av desse i datamaterialet følgjer i stor grad same mønster som bruken av reine

punktfakta – elevane nyttar kunnskapsforma anten som sjølvstendige svar, eller i kombinasjon med dei andre språklege kunnskapsformene, der trendane/dei generelle samanhengane vert vidare utdjupa. Det er likevel, samanlikna med faktakunnskapane, ein større tendens til at elevane seier seg nøgde med denne kunnskapsforma åleine, utan behov for å trekkje inn andre moment. Som eksempla i avsnitt 3.6.1 og 4.2.1 tyder på, vert også denne kunnskapsforma tilsynelatande nytta i både sterke og svake svar, og som regel i oppgåver som omhandlar forklaringar rundt eigenskapar for konkrete sambindingar som ioniseringsenergiar, pH, løysingsevne og smeltepunkt. Det er i dei fleste tilfella snakk om enkle samanhengar, reglar eller trendar som er tillærte. Sjølv der det ikkje er openberre manglar eller feil, er det heller ikkje med denne kunnskapsforma åleine nødvendigvis slik at eleven forstår *kvifor* desse samanhengane, reglane eller trendane gjeld, men dei viser at dei veit *at* dei gjeld, jamfør Shavelson et al. (2005) sine typar kunnskap. Elevane som kombinerer slike utsegn med andre kunnskapsformer, i datamaterialet som regel med reaksjonslikningar eller grunngevingar, viser ofte i større grad at kjemien faktisk er forstått, fordi bruken av eller bakgrunnen for samanhengen er forsøkt grunngeve. I så fall er det dei vidare utdjupingane eller kombinasjonane med andre kunnskapsformer som i mine auger vil kunne telje som det Cooper og Stowe (2018) kalla bevis på elevane sine kompetansar og forståingar, og skilje godt frå dårlegare lært materiale.

Definisjonar som kunnskapsform er ofte nokså isolerte, fordi den som regel dukkar opp der spørsmåla eksplisitt spør etter «kva er» eller «kva meinast med». Eg har på side 61 vist og kommentert to ulike eksempel på definisjonar som elevane har gitt for syrebaseindikator-omgrepet. Eksempla viser korleis definisjonar kan vere nokså ulike i kor presise og distinkte dei er, noko som ifølgje Dewey (1910, s. 130) er viktige moment i det å skulle definere faglege omgrep. At klare og gode formuleringar er nært forbunde med nivået på det faglege innhaldet støttast òg av Nilsen og Kaarstein (2021, s. 95). Generelt ser eg ein tendens til at definisjonane i stor grad er reproduksjonar av læreverket sine korte, oppsummerande definisjonar for kjemiske omgrep som i realiteten er nokså innfløkte, i alle fall for elevar som er så tidleg ute i si kjemiforståing som kjemi 1-elevar faktisk er. Eg har tidlegare (s. 75) gjeve Aqua 1 sin nokså enkle og lite informative definisjon på kva ein dipol er. Boka forklarar over fire sider om polare elektronparbindingar og dipolar, og denne oppsummerande definisjonen utgjer éi setning i éin utheva boks på desse sidene. Eg har vanskeleg for å tru at alle elevane som har attgjeve ulike versjonar av denne eine setninga har ei full og djup forståing for fagstoffet som er lagt fram på dei fire sidene. Dette har eg også sett og grunngeve frå datamaterialet, i det både elev 1 (s. 62-63) og elev 12 (s. 75-76) fell igjennom i si forståing av omgrepet når dei vert bedne om å vise eit eksempel. Igjen ser eg ein tydeleg fordel med å eksplisitt forsøke å få elevane til å vise *meir* av kunnskapane sine, slik at overflatelæring åleine ikkje kan vinne fram som den dominerande strategien når elevar forsøker å lære seg kjemifaget og øve til prøvar.

I dei tilfella definisjon som kunnskapsform er kombinert med dei andre kunnskapsformene, er det særleg i figurar som er å finne i datamaterialet, og som nemnd i avsnitt 4.2.1 meiner eg at dette har nær tilknytning til at oppgåva om dipolar eksplisitt etterspør eksempel. Utan dette momentet tvilar eg på at fleirtalet av elevane hadde vist slike symbolske kunnskapsformer, så eg ser på oppgåveformuleringa som vesentleg for å få tak i slike kombinasjonar av

kunnskapsformer. Som nemnd i resultatdelen, er det også tilfelle i datamaterialet på at elevar sjølve introduserer fagomgrep i svara sine, og at desse utdjupast med definisjonsliknande kunnskapar. Definisjonskunnskapar kan då utgjere delar av eit meir samansett svar, med andre kunnskapsformer som trendar/generelle samanhengar eller grunngevingar. Dette er unntaket heller enn regelen, så det kan virke som at det å definere fagomgrep som trekkast fram av elevane sjølve ikkje er ein tydeleg integrert del av deira kultur når det gjeld å avgje svar på prøvar. Ved ønske om at elevane skal vise meir av slike definisjonskunnskapar når dei nyttar viktige fagomgrep for å svare på kjemiske spørsmål, trur eg slike kulturar kan innarbeidast ved noko øving og fokus på dette frå lærar si side, utan at elevane vil oppfatte dette for krevjande. Igjen handlar det om at elevar på prøver stort sett viser sine deklaratve kunnskapar, og at viktigheita av Shavelson et al. (2005) sine andre tre kunnskapstypar ikkje er like sentrale i eit typisk elevsvar. For å få tak i dei bakanforliggande årsakssamanhengar, prinsippa, modellane og strategiane (jmf. element i dei andre kunnskapstypane til Shavelson et al. (2005, s. 415), vist i tabell 1) elevane nyttar seg av, treng vi mogelegvis spørsmål som stillast annleis, og innarbeidde svarkulturar hos elevane kor kombinasjonar av kunnskapsformer oppfordrast til i større grad.

Grunngevingar er den siste språklege kunnskapsforma eg identifiserte i mitt datamateriale, og denne reknast som øvst i hierarkiet av dei fire eg har systematisert. Som nemnd i avsnitt 3.6.1 inneber kategorien dei svara, eller delane av svara, kor samanhengar vert gjort mellom to eller fleire aspekt, og kor noko i større grad enn i dei andre språklege kunnskapsformene vert forsøkt forklart med tanke på *korleis* eller *kvifor*. Shavelson et al. (2015) sine prosedyremessige og skjematiskke kunnskapar er dermed i større grad forsøkt vist når elevar forsøker seg på denne kunnskapsforma. Denne kategorien er dermed svært sentral i datamaterialet, sidan eg meiner den har størst potensiale av dei fire språklege kunnskapsformene når det kjem til å få fram elevane sine forståingar og kunnskapar som ikkje berre er overflatekunnskapar og attgjevingar av setningar frå til dømes lærebok. Ofte er det i desse delane av svara det vert tydeleggjort om elevane meistrar å forklare eit fenomen ved hjelp av å til dømes kombinere fleire av hjørna i Johnstone sitt triangel over kjemiforståing (Cooper og Stowe, 2018), og for denne språklege kunnskapsforma isolert sett er det då særleg kopling mellom makronivå og mikronivå som vil kunne formulerast med ord. I til dømes svaret til elev 1 (s. 54-55) på å greie ut som den todelte løysingsprosessen til $MgCl_2$, ser ein at det ofte også vil vere element som reaksjonslikningar som i tillegg vil kunne trekkje inn det siste hjørnet av triangelet til Johnstone. Ein elev som meistrar å gi svar som omfattar alle dei tre dimensjonane i kjemifaget vil eg argumentere for at er på veg til ein mykje grundigare og djupare kjemiforståing enn elevane som framleis står låst til ein, eller kanskje to, av dimensjonane.

Eg har både i avsnitt 3.6.1 og 4.2.1 argumentert for at svar som innehar denne språklege kunnskapsforma som regel inneheld element som struktur, kompleksitet og innbyrdes samanhengar eller relasjonar. Slike element er tett knytte til SOLO-taksonomien, så omfanget av dette på dei undersøkte prøvane er tydeleggjort i denne siste delen av djupdykket i dei utvalde elevsvara.

Kombinasjonar av kunnskapsformer

Ved forsøk på å knyte dei ulike kunnskapsformene til djupnelæring, ligg vurderinga slik eg ser det i kor «reproduserbare» eller «puggbare» kunnskapane er. Kunnskapsformene som stiller høgare krav til ei forståing frå elevane si side, vil også gi eit større potensiale i å vurdere djupnelæringa som eventuelt har føregått hos elevane. Om mine identifiserte kunnskapsformer undersøkt isolert sett, vil eg argumentere for at dei tre første typane for språklege kunnskapsformer (fakta, trendar/generelle samanhengar og definisjonar) ikkje har særleg potensiale i å få elevane til å vise djupnekunnskapar i kjemi. Dei kunnskapane som isolert sett kjem fram i desse kunnskapsformene, støttast i mine auge av overflatiske læringsstrategiar. Djupne og eit samanfiltra nettverk av kunnskapar kan moglegvis kome tydelegare fram i den siste språklege kunnskapsforma (grunngeving) sidan det her kan ligge forsøk frå elevane til å vise meir enn rein deklarativ kunnskap. I tillegg har eg argumentert for at dei symbolske kunnskapsformene vil kunne gi god støtte og eit vidare innblikk i elevane sine forståingar, noko som i nokre tilfelle kan underbygge og tydeleggjere om kjemiske fenomen er forstått i djupna heller enn overflatisk.

Det vert likevel kunstig å skulle sjå på slike kunnskapsformer isolert sett, sidan dei ofte også opptrer saman. Det vil då måtte føregå ei vurdering av det samla svaret, med alle sine eventuelle delar og kunnskapsformer, før ein kan seie noko om eleven si totale forståing om emnet i oppgåva. Slike kombinasjonar av kunnskapsformer bør, slik eg ser det, også vere målet for oppgåvene og svara på prøvar – slik at eit mest mogleg nyansert bilete av elevkunnskapane kjem fram. Ein måte å sikre dette på, vil kunne vere å arbeide med oppgåveformatet og svarkulturen til elevane på ein måte som i større grad etterspør svar med fleire kunnskapsformer i samanheng.

Frå datamaterialet ser eg at grunngeving som kunnskapsform svært ofte dukkar opp saman med andre kunnskapsformer. I mange av svara er det snakk om andre språklege kunnskapsformer, særleg fakta og trendar, som er sett i kombinasjon med grunngevinga, slik svaret til elev 2 på oppgåve 2 frå prøve kapittel 8 viser (s. 64). Ofte støttast grunngevingar òg opp av reaksjonslikningar som symbolsk kunnskapsform, noko svaret til elev 1 på oppgåve 1 frå prøve kapittel 8 som eg drog fram på side 54-55 var eit eksempel på. I svaret til elev 1 er utgreiing om løysingsprosessen, og energibetraktningar knytt til denne, kombinert med at eleven viser dei to delprosessane som reaksjonslikningar. Svaret viser også eit symbolsk element eg ikkje har vald å kategorisere og kode spesifikt for, og det er symbolbruk som brukast som del av teksten, slik som $\Delta H >> 0$. Slike symbol nyttar elevane, slik eg tolkar det, som forkortingar i teksten. Sjølv om eg ikkje har vald å presisere dette som ein eigen kategori, kunne det absolutt vore av interesse å undersøke nøyare korleis elevane kombinerer tekst og symbol på denne måten når dei forsøker å uttrykke kjemiske kunnskapar. Dette er kanskje noko andre forskarar vil kunne studere ved seinare høve. I denne samanheng vel eg å sjå på slike element som ein del av teksten, og i dette tilfelle som ein del av grunngevinga, mykje grunna av indikatoren *fordi*.

Det tydelegaste eksempelet i datamaterialet på kombinasjon av symbol og språk er at elevane tilsynelatande er nokså vande med å svare ved hjelp av reaksjonslikningar i tilknytning til anten grunngevingar (som førre avsnitt viser eit eksempel på) eller trendar/generelle samanhengar.

Slike kombinasjonar har eg også opplevd som sentrale i erfaringar frå eigen skulegang, praksis og jobb, og eg trur norske kjemielevar generelt vert opplærde i at korrekte kjemiske svar ofte er oppbygde etter slike strukturar – ei språkleg forklaring underbygd med reaksjonslikningar, eller omvendt. I eksempla på elevsvar på kva pH ein forventar i ei løysning med NO_2 : viser dei to siste eksempla på side 55 at elev 5 og 6 skriv reaksjonslikningar som ikkje støttar opp under deira generelle samanheng mellom ikkje-metalloksid og sur pH. Likningane tyder faktisk på det absolutt motsette, og dei to delane av svara (språkleg og symbolsk) heng dermed ikkje saman. Dette kan i mine auger ha ulike forklaringar. Ei forklaring er at elevane ser at reaksjonslikninga ikkje heilt stemmer, og i større grad stolar på tillærte hugsereglar enn evna til å skrive ut reaksjonar. Ei anna er at elevane er i den tru (eller i alle fall håpar på) at likningane er riktige, og at tekst, konklusjon og reaksjonslikning ilag gir eit godt svar på spørsmålet. Ei siste er at elevane hugsar at ikkje-metalloksid gir syre i vatn, og veit noko om korleis ei syre ser ut, men at dei blandar ulike ting saman når dei forsøker å skrive protolysereaksjonen. Når forståing manglar, er det lett for å setje ulike element saman på feil måte. Sidan elevane har lete likningane stå i svara sine, utan å stryke ut eller å kommentere motseiingane, er det freistande å anta at ei av dei siste forklaringane gjeld. Då er det i mine auger noko vesentleg som manglar i forståinga til elevane når det kjem til syre-base-reaksjonar, som ikkje ville kome fram utan desse forsøka på å kombinere dei to kunnskapsformene. Skulle det vere første forklaring som er tilfelle, er det uansett grunn til å vurdere evnene til elevane på slike oppgåver som mangelfulle, sidan dei ikkje klarer å overføre kunnskapane sine mellom det språklege og det symbolske. Inkonsistens i svar er noko som er også takast omsyn til SOLO-taksonomien til Biggs og Collis (1982, s. 24-25), og manglande konsistens vil tale for dei lågare SOLO-nivåa. Sidan SOLO-taksonomien kan knytast til djupnelæring (Biggs, 1978, i Biggs og Collis, 1982, s. 200), vil slik inkonsistens og tilhøyrande låge SOLO-nivå tyde på overflatelæring.

5.4 SOLO-taksonomien si nytte i kjemi 1-faget

Etter å ha sett på elevsvara sine ulike delar og kunnskapsformer, gjorde eg i mi analyse ei avsluttande vurdering av dei utvalde svara ved hjelp av Biggs og Collis (1982) sin SOLO-taksonomi. Som nemnd i avsnitt 3.6.2 var ønsket at dei to tilnærmingane til dei utvalde 159 svara (kunnskapsformer og struktur) skulle gi ei komplementær og vid forståinga av elevane sine svar på prøvane. Eg adresserer her det fjerde og siste forskingsspørsmålet er formulerte i delkapittel 2.5; Kor godt fungerer SOLO-taksonomien i evaluering av prøvesvara i ein kjemi 1-klasse?

Tabell 8 viser at det i dei undersøkte svara er 13 responsar på nivå 1, 39 responsar på nivå 2, 45 responsar på nivå 3, 62 responsar på nivå 4, og 0 responsar på nivå 5. Eit SOLO-gjennomsnitt for kvar enkelt elev, er representert i figur 7. Gjennomsnittet i klassen ligg nøyaktig på det multistrukturale nivået, SOLO-nivå 3. Gjennomsnitta til enkeltelevane fortel noko om korleis fordelinga av dei ulike nivåa er blant enkeltelevane, og ein ser at det er store variasjonar i kor gode strukturar elevane tenderer mot å ha i sine svar. Figur 7 viser også at det i datamaterialet mogelegvis finnast ein trend kor elevar som gir fleire svar i kategori 4 også meistarar eit høgare SOLO-nivå i sine svar innanfor denne kategorien.

Som skildra under avsnitt 2.3.2 hevdar Biggs og Tang (2011, s. 90-91) at dei tre nedste nivåa skildrar ein kvantitativ fase i læringsprosessen, kor elevane strevar med å auke kunnskapen sin. Dei to øvste nivåa skildrar ein meir kvalitativ fase i læringsprosessen, der resultatet er djupare forståingar. I den undersøkte klassen ligg altså eit svar med forklaring (kategori 4) gjennomsnittleg på det multistrukturale nivået, noko som betyr at elevane sett under eitt framleis i stor grad er i den kvantitative fasen i læringsprosessen. Fem av elevane (Elev 1, 2, 5, 6 og 9) har likevel eit gjennomsnitt som er over 3, og desse elevane har dermed i større eller mindre grad starta på den meir kvalitative delen av læringsprosessen i kjemifaget, noko som igjen kan implisere at noko djupnelæring har skjedd eller er i ferd med å skje.

SOLO-tildelinga har, som tidlegare presisert, berre føregått for kategori 4-svar på langsvarsoppgåver, fordi dette er mest hensiktsmessig etter mi meining. Skulle eg likevel sagt noko om SOLO-nivå på svara frå andre kategoriar enn kategori 4, ville ein kanskje kunne argumentere for at svar i kategori 1, 2 og 3G kunne tildelast SOLO-nivå 1, sidan eleven ikkje kjem med noko relevant data. Svarkategori 3R kunne tildelast SOLO-nivå 2, dersom ein vel å la den korrekte konklusjonen telje som ein relevant data. Då ville dei lågare SOLO nivåa vore ein endå meir betydeleg del av elevsvara på langsvarsoppgåvene i datamaterialet, og SOLO-gjennomsnittet ville vore markant lågare for mange av elevane, særleg dei med få svar i kategori 4. Dette ville kanskje gjort den føreslåtte korrelasjonen mellom tal kategori 4-svar og SOLO-gjennomsnitt endå tydelegare. Dette er ikkje gjort eksplisitt sidan fokuset mitt her har vore på kategori 4, men det er interessant å reflektere over at det reelle SOLO-gjennomsnittet, for enkeltelevar og også heile klassen, faktisk ville vore ein god del lågare enn det gjennomsnittet som eg allereie ikkje finn imponerande, i eit djupnelæringsperspektiv.

På prøvane er der òg andre oppgåvetypar som eg ikkje har analysert i særleg grad. Eg vil likevel uttale meg om kor nyttig eg trur SOLO-taksonomien kan vere for kortsvars- og rekneoppgåver. Kortsvarsoppgåvene har i mine auger dårleg potensiale i å få fram svar med struktur som kan evaluerast med SOLO. Eg trekkjer fram igjen eit utdrag av sitatet frå Cooper og Stowe (2018) frå delkapittel 2.4: «In the absence of asking students to justify their claims, it is argued, we cannot know whether they have thought through their answer using appropriate logic and principles or used a readily recalled rule of thumb.» Utan tilleggsinformasjon som viser tankane og koplingane som ligg bak elevane sine kortsvar, vert tildeling av SOLO-nivå i mine auger svært vanskeleg. Biggs og Collis (1982) argumenterer for at det er mogeleg å konstruere fleirvalsoppgåver som vil kunne representere ulike SOLO-nivå, men dette trur eg vil krevje mykje for lærarar å få til på ein god måte. Då måtte ein laga alternativ på fleire SOLO-nivå, som likevel ikkje er tilsynelatande ulike i mengde, innhald og struktur for elevane som skal testast. Ser ein forskjellar på svaralternativa på desse punkta, vil det vere atkjenning som testast, noko som ifølge Biggs og Tang (2011, s. 123) plasserer i det unistrukturale nivået (jmf. tabell 3).

Taksonomien kan nok fungere når det gjeld rekneoppgåvene, på ein liknande måte som Biggs og Collis (1982) skildrar for matematikkfaget. Utrekningar og matematiske samanhengar kan vurderast etter kor mange og samansette operasjonar som utførast, så her vil SOLO-taksonomien nok kunne nyttast. Det vil likevel vere forskjellar i bruken for tekstsvaer (langsvar) og utrekningar sidan svara er så ulike, så forsøk på bruk av SOLO-taksonomien til

fullstendig evaluering av kjemiprøvar vil krevje at lærarar har god meistring i fleire aspekt ved taksonomien.

Prøvene undersøkt dekker totalt store delar av det elevane har lært i sitt møte med kjemi 1-faget. Det er verdt å nemne at det ikkje er nokon tydeleg utvikling mot høgare (eller lågare for den del) SOLO-nivå frå prøve til prøve for elevane, og kvar elev held seg om lag rundt gjennomsnittet sitt gjennom alle prøvane. I den grad SOLO-taksonomien nyttast for å seie noko om kvaliteten på elevane sine kjemikunnskapar, og djupna på denne kunnskapen, indikerer dette at det ikkje skjer ei utvikling mot djupare læring gjennom skuleåret. Eit viktig moment å nemne i denne samanheng, er at det i desse kapittelprøvene testast stadig nytt teoristoff, utan at element frå dei tidlegare prøvane vert testa på nytt. Ein vil dermed ikkje nødvendigvis sjå eksplisitt om element frå tidlegare kapittel er blitt jobba med for å oppnå djupare læring. Med tilgang til eventuelle oppsummerande terminvurderingar ville ein kanskje i større grad kunne seie noko om utviklinga til elevane på dei testa kapitla når det gjeld å seie noko om forbetringar i SOLO-nivå, noko som igjen vil kunne representere om elevane sine læringsprosessar har bevegde seg frå den kvantitative fasen (SOLO-nivå 1-3) til den meir kvalitative fasen (SOLO nivå 4-5) (Biggs og Tang, 2011, s. 90-91). Det eg kan argumentere for frå mitt materiale, er at det ser ut til at elevane arbeider med nytt teoristoff, i form av nye kapittel, på om lag same nivå av struktur og kompleksitet som det førre, og eventuell utvikling som har føregått innan eit tema er ikkje eksplisitt å spore i påfølgande kapittelprøvar.

Eg ser føre meg at det vil kunne vere interessant å undersøkje kva utvikling i SOLO-nivå som ville kunne sporast dersom ein lar elevane få prøvar som heile tida inneheld element frå alle føregåande kapittel, eller å samanlikne enkeltvise kapitteltestar (slik som i mitt materiale) med ein terminvurdering ved slutten av skuleåret. Slike moglege springar av utvikling kunne eg godt tenkje meg meir forskning på, for å sjå om SOLO-taksonomien nytta på denne måten kan avdekke ei utvikling i elevane si forståing gjennom eit skuleår med kjemiundervisning.

5.4.1 Det utvida abstrakte nivået er ikkje å finne

Som tabell 8 viser, har eg ikkje identifisert det utvida abstrakte nivået (nivå 5) i det heile. I kjemifaget kan det tenkast at svært mange av omgrepa og samanhengane kan sjåast på som abstrakte, i det at mykje føregår på nivå som ikkje direkte kan observerast. Cantu og Herron (1978, s. 135) går så langt som å seie at kjemifaget er eit *abstrakt fag*, og også VanTassel (i.d.) hevdar at mykje i kjemien er abstrakt for elevane i måten det inneheld element som føregår i så store eller små skala at det ofte ikkje kan verken sjåast, føllast, høyrast eller opplevast. Dewey (1910) har kome med andre definisjonar av konkret og abstrakt, som går meir ut på korleis eller kor godt fenomenet er forstått. Han skreiv at konkrete ting forståast direkte, medan abstrakte ting forståast indirekte. For å forklare abstrakte fenomen treng ein å nyttiggjere seg av kjente ting, for så å knytte desse opp mot det vi forsøker å forstå. Slik vil det som er kjent, vere mentalt konkret (Dewey, 1910, s. 136), og motsett vil det ukjende vere mentalt abstrakt. Forskjellen mellom konkret og abstrakt ligg altså i den intellektuelle progresjonen til eit individ, slik at det som er abstrakt på eit tidspunkt kan verte konkret på eit anna (Dewey, 1910, s. 137). Kor elevane i mitt datamateriale befinner seg i si forståing, vil dermed vere avgjerande for om element dei dreg fram er konkrete eller abstrakte for dei –

altså når noko er forstått, er det blitt konkret for eleven. Dette har eg få haldepunkt for å seie noko om, sidan eg ikkje har kunne prata med elevane.

Eg tolkar likevel det utvida abstrakte nivået i SOLO-taksonomien som noko meir enn bruk av ord eller fenomen som kan sjåast på som abstrakte, og at *abstrakt* i taksonomien dermed har ei anna enn dei nemnd ovanfor. I følge Biggs og Collis (1982, s. 27) krevjar det utvida abstrakte nivået at ein elev ikkje berre nyttar seg av gitt informasjon, men også forstår samanhengar og relevans til overordna abstrakte prinsipp, og derifrå kan utleie hypotesar og bruke desse på situasjonar som ikkje er gitte.

Som tabell 2 viser, hevdar Biggs og Collis (1982, s. 24-25) at elevar som er over 16 år (noko kjemi 1-elevane er) vil kunne ha nådd Piaget sitt formelle operasjonelle utviklingssteg, og dermed har det øvste SOLO-nivået som si maksimale grense for struktur på responsar. I dei undersøkte prøvesvara fann eg som sagt ingen svar som innehaldt hypotesar, induksjon eller deduksjon, generaliseringar til ukjende situasjonar eller konklusjonar som er opne med fleire moglege alternativ (jmf. tabell 2). Det kan dermed sjå ut som at elevane ikkje svarar slik dei skal ha potensiale for å kunne svare.

Etter mi meining ligg noko av skulda på oppgåvene og prøveformatet – det er ikkje verken spurt om, opna for eller sett krav til elevane om slike element. Oppgåvene er i stor grad svært lukka, og det er tydeleg at det er eitt einaste rett svar. Langsvara med konklusjon er som regel enten-eller spørsmål, kor det er nødvendig å grunngje kva alternativ ein endar på ved hjelp av kjemiske omgrep eller samanhengar som er lært frå tavla eller boka. Dette vert då anten rett eller gale, og det er lite rom og behov for å «eksperimentere» med element utanom dette. Når det gjeld langsvara utan konklusjon er det som regel omgrep eller prosessar som er kjende for elevane frå timane eller kapitlet, og også her dreier det seg stort sett om å attgje dei ønskelege momenta frå tavla eller boka. Eg kan godt forstå at kapittelprøve-formatet ikkje er ein arena kor utvida abstrakt nivå finn sin plass hos elevane, og det er som regel også moglege å oppnå «full pott» utan å bevege seg utanfor det som er oppgitt frå læreverk eller undervisning elles. Det er moglege at desse same elevane har vist heilt andre og moglegevis høgare SOLO-nivå i andre vurderingsformer eller lærings situasjonar – til dømes ved praktiske øvingar, forsøksrapportar eller munnlege situasjonar. Dette er alle situasjonar kor eg ser føre meg at det *kan* ligge høgare potensiale for elevane når det gjeld å eksemplifisere, dedusere og generalisere. Også Biggs og Collis (1982, s. 179) støttar at det i t.d. munnleg utspørjing ligg større moglegheiter for å oppklare eller utdjupe, noko som vil kunne medføre høgare SOLO-nivå. Dette er likevel spekulativt – eg veit ikkje noko om kva læringsaktivitetar elevane har gjennomført utanom prøvane, eller kva eventuelle SOLO-nivå dei har vist der. Det eg forsøker å seie er at om ein ønsker svar med høgare SOLO-nivå frå elevane, må dette for det første øvast på, elevane må vere innforståtte med kva som krevst på dei ulike nivåa og kva som er ein god respons, og vurderingsforma må ha tydelege moglegheiter og opningar for å få vist dei øvste SOLO-nivåa utan at elevane får følelsen av at responsane deira beveger seg langt forbi eller rundt det som er spurt om.

5.4.2 Utfordringar ved tildeling av SOLO-nivåa

Gjennom mitt forsøk på å bruke SOLO-taksonomien på datamaterialet, har eg møtt på særleg tre utfordringar. Dei to første er nok meir generelle «problem» som eg trur vil kunne dukke opp i dei fleste fag, medan den tredje er meir spesifikt knytt opp til naturen av kjemifaget. Eg skildrar desse, fordi dei til dels har betydning for tal responsar som er blitt kategorisert til kvart nivå. Den første utfordringa går ut på at nokså ulike elevsvar vil kunne hamne i same SOLO-nivå. I dei to første SOLO-nivåa, det prestrukturelle og det unistrukturelle nivået, er elevsvara (eller responsane) nokså homogene. Elevane har anten ikkje kome med relevante data i det heile, eller kome med éin relevant data. I dei to neste nivåa derimot, det multistrukturelle og det relasjonelle nivået, er elevsvara nokså heterogene. Ein respons er multistrukturell så lenge det nemnast to relevante data eller fleire. I mine auger er det stor skilnad i å nemne to eller t.d. fem relevante data, men dette framkjem dårleg frå SOLO-nivået åleine. Det same gjeld for det relasjonelle nivået; det er skilnad på om det skildrast éin litt svak relasjon, eller tre sterkare relasjonar, og eg vil tru at også det utvida abstrakte nivået vil kunne innehalde eit nokså stort spenn i kvaliteten av elevsvar.

Den andre utfordringa eg møtte, var handteringa av sprikande eller inkonsistente svar, kor noko av innhaldet er irrelevant eller ukorrekt, og noko er relevant eller korrekt. I SOLO-klassifiseringa har ein, slik eg ser det, to val i desse tilfella. Det eine er å anta at slik inkonsistens og manglande evne til å plukke ut relevante data er eit tydeleg teikn på manglande kunnskapar og forståing, og slik putte responsen i det prestrukturelle nivået. Det andre er å, så langt det lar seg gjere, neglisjere dei gale elementa i svaret, og fokusere på dei relevante. Slik kan inkonsistente svar også få SOLO-nivå betydeleg høgare enn nivå 1. Frå praksis og jobb i skulen, har eg fått høyre eit mantra om at vi i vurderingar skal leite etter kva eleven kan, ikkje kva eleven ikkje kan. Dette, ilag med mitt etiske perspektiv om å ha fokus på elevane sitt beste, har ført til at eg, der det er mogeleg, har latt tvilen kome elevane til gode, og fokusert på dei riktige eller relevante delane av svara deira. Slik vil delar av dei sprikande svara i materialet ikkje vise igjen i SOLO-tildelinga i resultatkapittelet, fordi desse meir eller mindre er neglisjerte.

Begge desse første utfordringane kunne kanskje vore unngått ved bruk av mellomnivå (såkalla transisjonsnivå) og fullstendige komponenttabellar som gir god oversikt over mengda av data og relasjonar kvar svar inneheld. Inkonsistens og forvirring i svar er ofte kjenneteikn på at elevar forsøker på eit høgare SOLO-nivå utan å få dette til (Biggs og Collis, 1982, s. 29). Slike mellomnivå har eg sjølv ikkje operert med. Etter mi meining vil fleire inndelingar gjere at SOLO-verktøyet vert vanskelegare å handtere, i alle fall for ein uerfaren brukar som meg. Komponenttabellar og transisjonsnivå er kanskje også meir brukbare når ein evaluere færre, og lengre svar, med større behov og moglegeheiter for å differensiere elevsvara.

Det tredje, og siste, som gjorde bruken av SOLO-taksonomi på elevsvara utfordrande, var dei symbolske kunnskapsformene, som jo er nokså relevante og spesifikke for kjemifaget. Det er, som nemnd i avsnitt 2.3.2 slik at oppgåver kan omhandle både innhald og prosessar, slik at bruk av SOLO-taksonomien inneber å finne «the series of whats» eller «hows» oppgåva omfattar (Biggs og Collis, 1982, s. 166). Når det gjeld t.d. reaksjonslikningar, er dette noko som kan lærast/puggast utan forståing, eller noko som kan forståast, slik at pugging ikkje

lengre er nødvendig for eleven. Ei tillært reaksjonslikning som dukkar opp i eit svar, vil eg klassifisere som ein data, og dermed føre eit svar til anten SOLO nivå 2 eller 3. Ei reaksjonslikning som ikkje er tillært, men forstått og utleia på eigenhand, medfører ein heilt annan form for kompleksitet. Det er då mange vurderingar som ligg bak, både i måten reaksjonen skjer frå reaktantar til produkt, og i måten den vert symbolisert i reaksjonslikninga, i val av ladningar, pilval (delvis eller fullstendig reaksjon), aggregattilstandar, energibetraktningar og så vidare. Ein slik prosess er samansett, og vil i mine auger kvalifisere til SOLO nivå 4, sidan fleire aspekt skal haldast styr på og sjåast i samanheng. Det same vil kunne gjelde for figurane elevane har skissert. Om ei reaksjonslikning er pugga på førehand eller skrive ut sjølvstendig i prøvesituasjonen er ikkje noko eg kan avgjere med sikkerheit i min situasjon, sidan eg ikkje har hatt mogelegheit til å konferere med dei involverte elevane. Også i desse situasjonane har eg, tru til mitt etiske perspektiv om å ha elevane sitt beste i fokus, som regel latt tvilen kome elevane til gode, slik at symbolske kunnskapsformer som regel er evaluerte som prosessar med relasjonsaspekt, altså SOLO nivå 4.

Til slutt her vil eg påpeike at kjemi er eit fag med svært ulik karakter frå til dømes norsk og historie som er typiske skrivefag kor elevane kan «leike seg» med samanhengar og relasjonar. Elevane kan ha høyrte podkastar, sett dokumentarar eller lese bøker som kan trekkast inn som eksempel og liknande, slik at det utvida abstrakte nivået er innanfor rekkevidde for mange av elevane på vidaregåande skule. Faga har dessutan vore kjende for elevane sidan tidleg på barneskulen, slik at dei har hatt god tid på å lære faga å kjenne. For kjemi, eller kanskje naturfaga generelt, er det ikkje like lett å involvere «synsing», eigne tankar og sjølvkonstruerte koplingar på formelle vurderingar. Faget består i stor grad av fakta eller samanhengar som anten er rette eller gale. Eg ser dermed føre meg at dette øvste SOLO-nivået først er tilgjengeleg for dei som har nokså allsidig og djup forståing av fleire aspekt ved kjemifaget, og dei to åra med kjemi på vidaregåande skule er kanskje ikkje nok for å kome dit. Eg tenker at å forvente dette nivået hos kjemielevnar på vidaregåande skule dermed ikkje er plausibelt, i alle fall ikkje på oppgaveformatet som stort sett dukkar opp på dei tradisjonelle prøvane.

5.5 Oppsummering

I kapittel 5 har eg drøfta og tolka funna eg har gjort meg gjennom min analyse av datamaterialet, og forsøkt å kople desse til teoretiske perspektiv lagt fram i kapittel 2, og til forskingsspørsmåla eg presiserte i delkapittel 2.5. Oppsummert vil eg seie at prøvane og oppgåvene har eit stort forbettringspotensiale når det kjem til å etterspørje og oppfordre til djupneforståingar. Vidare kan dei mangelfulle svarformata (kategori 1-3) i beste fall koplast til overflatelæring sidan dei manglar både strukturar, samanhengar og bevis på elevforståing. Elevar som skriv utfyllande svar har ei større evne til å konkludere riktig rundt kjemiske spørsmål, og dei har også i mange tilfelle uttrykt kunnskapsformer i svara sine som *kan* ha potensiale i å vise djupneforståingar. Det er, slik eg ser det, særleg dei symbolske kunnskapsformene og den mest komplekse språklege kunnskapsforma, grunngevingar, som har slike potensial. Dette er fordi dei stiller dei største krava til elevane når det kjem til forståingar, samanhengar og koplingar mellom kunnskapar. Til slutt vil eg seie at trass i diverse utfordringar knytt til tildeling av SOLO-nivå for elevsvara, kan SOLO-taksonomien

brukt på langsvarsoppgåver (og mogelegvis rekneoppgåver) ha eit godt potensiale i å få taket på strukturen i elevforståingar, også for kjemifaget, men at det øvste nivået nok krevjar meir enn det ein kan få tak i gjennom tradisjonelle (kapittel)prøvar.

Kapittel 6: Konklusjon og avsluttande ord

Bruken av tradisjonelle kapittelprøvar er framleis omfattande i norske kjemiklasserom. Eg har argumentert for at mange av oppgåvene og elevsvara frå slike prøvar ikkje er optimale i eit djupnelæringsperspektiv, fordi elevane får vist for lite av både kunnskapar og misoppfatningar. Mange av oppgåvene etterspør fragment av kunnskapar heller enn samanhengar og relasjonar, og eg er einig i Cooper og Stowe (2018) si åtvaring om å trekkje konklusjonar om ekspertliknande kunnskapar (djupnelæring) basert på vurderingar av fragment av kunnskapar.

Vidare er det, slik eg ser det, av stor betydning korleis vi som lærarar formulerer oppgåvene, og desse bør vere så eksplisitte og spesifikke at vi på prøvane får tak i det Cooper og Stowe (2018) kalla bevis på elevforståing. Eg trur ei tydeleg oppmoding av kva svara skal innehalde vil kunne få ned mengda av mangelfulle svar. Her kan vi t.d. eksplisitt etterspørje dei ulike kunnskapsformene eg har identifisert, slik at til dømes elevane sine forsøk på symbolske kunnskapsformer vert fleire. Får ein formulert oppgåver som i større grad krevjar slike symbolske kunnskapsformer eller grunngjevingar, trur eg lærarar i mykje større grad kan få bevis på elevane sine djupnekunnskapar, eller mangel på djupnekunnskapar. Lærer ein elevane opp i SOLO-systemet, kan ein kanskje også få svar med auka struktur eller kompleksitet ved å etterspørje ulike SOLO-karakteristikkar som elevane då skal vere kjende med. Di meir elevane får vist, di betre vil også potensialet til prøva verte med omsyn på formativ vurdering. Tilbakemeldingar kan verte betre og meir presise, og elevane kan få betre mogelegheiter til å auke kunnskapane sine i samarbeid med lærar.

Når det gjeld det å kunne følgje utviklinga til elevane og å sjå om elevar tek til seg tilbakemeldingar slik at prøvar faktisk bidreg i formativ retning til å auke kompetansane og djupneforståingane til elevane, er mi meining at det vil vere ønskeleg med ein annan prøvepraksis enn reine kapittelprøve-format. Skal ein kunne sjå og vurdere utvikling, må ein ha med seg element frå tidlegare prøvar vidare gjennom skuleåret, slik at elevane ser nytten med å fortsetje læringsprosessane sine også i etterkant av at eit kapittel er avslutta i klasseromsundervisninga. Elles er formativ vurdering noko som må skje hyppig og kontinuerleg, så skriftlege prøvar åleine er ikkje tilstrekkeleg for å fylle denne viktige delen av vurderingsarbeidet til lærarar.

Eg trur at med trening i SOLO-nivåa både for lærarar og elevar, kan taksonomien fungere også i kjemifaget, kanskje med unntak av for kortsvarsoppgåvene. Mitt synspunkt er nok at bruken av den i praksis sannsynlegvis vil vere meir oversikteleg i andre fag, kor tekst åleine er det som skal evaluerast. Det at kjemiresponsar kan involvere både tekst, symbol, og også formlar og utrekningar sjølv om dette har vore utanom mitt fokus, gjer det i mine auger komplisert for uerfarne lærarar å få kontroll og overblikk, og dermed å vere sikre i nivådelinga for taksonomien. Vidare impliserer trenden eg påpeika i figur 7 at ved å få fleire av elevane til å svare i kategori 4 (langsvar), vil kanskje også ei auke SOLO-nivå for elevane følgje med.

Det viktigaste eg dreg med meg til mi eiga undervisning etter arbeidet med denne oppgåva, er at eg ønsker å vere medviten rundt bruken av ulike oppgåvetypar. Desse bør vere varierte, og

med eksplisitte oppfordringar til kva som forventast i svara, slik at eg får fram meir frå elevane når det gjeld tankar, forståingar og misoppfatningar. Oppgåvene bør oppfordre til å vise samanhengar, relasjonar og symbolbruk, og dermed potensielt flytte elevane sitt fokus over til djupnekunnskapar, samtidig som prøvane mogelegvis vil kunne gi meg eit betre vurderingsgrunnlag – både summativt og formativt. Vidare ser eg tydelege avgrensingar når det kjem til tradisjonelle prøvar, og eg har fått ein større motivasjon til å inkorporere andre vurderingsformer for eit meir heilskapleg bilete på elevane sine kompetansar og strukturar av kunnskapar.

Når det gjeld vidare forskning, har eg undervegs i diskusjonskapittelet formulert fleire spørsmål kring elevane sine tankar og motivasjonar som eg gjerne ville hatt meir innblikk i. Eg ser føre meg at ein gjennom intervju eller samtalar med elevar i etterkant av (tradisjonelle) skriftlege prøvar kunne fått ei større forståing for kva årsaker eller kunnskapar som skjuler seg bak mangelfulle svar. Vidare ville det vore interessant å finne ut kva utvikling i SOLO-nivå ein ville sett dersom ein hadde mogelegheit til å følge elevane si utvikling gjennom fleire vurderingar av same fagstoff, anten ved at element frå tidlegare prøvar testast på nytt i seinare prøvar, eller ved tilgang til tentamenar eller eksamenar i tillegg til dei meir tradisjonelle kapitteiprøvane.

Til slutt hadde det for vidare forskning vore interessant å fått kjennskap til *i kva grad* lærarar faktisk kan klare å påverke elevar til å i større grad forsøke på djupnelæring. Til dette knyt eg Ausubel (1963) sin påstand om at det til sjuande og sist er opp til elevane sjølve korleis og kva dei lærar. Eg trur at det ligg noko sanning i dette, men eg håpar òg at vi som lærarar har ein viss mogelegheit til å påverke elevar sine ambisjonar og motivasjonar når det kjem til å lære noko grundig og djupt, gjennom vala vi tar knytt til undervisning og vurderingsformer.

Referansar

- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Biggs, J. B. (1978). Levels of processing, study processes and factual recall. I M. M. Gruneberg, P. E. Morris og R. N. Sykes (Red.), *Practical aspects of memory*. Academic Press.
- Biggs, J. B. og Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (structure of the observed learning outcome)*. Academic Press.
- Biggs, J. og Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4. ed.). Open University Press.
- Black, P. (2016). The role of assessment in pedagogy – and why validity matters. I D. Wyse, L. Hayward og J. Pandya (Red.), *The Sage handbook of curriculum and assessment* (s. 725-755). Sage Publications.
- Black, P. og Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-13.
- Boyatzis, R. E. (1998). *Transforming qualitative information: Thematic analysis and code development*. Sage.
- Braun, V. og Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology, *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. DOI:10.1191/1478088706qp063oa
- Cantu, L. L. og Herron, J. D. (1978). Concrete and formal Piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), 135-143.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660150208>
- Cohen, L., Manion, L. og Morrison, K. (2011). *Research methods in education*, 7th ed.. Routledge.
- Content analysis (i.d.) i *Columbia Public Health*. Henta [17.10.21] frå
<https://www.publichealth.columbia.edu/research/population-health-methods/content-analysis>
- Cooper, M. M. og Stowe, R. L. (2018). Chemistry education research – From personal empiricism to evidence, theory, and informed practice. *Chemical Reviews*, 118(12), 6053-6087. DOI: 10.1021/acs.chemrev.8b00020
- Cornog, J. og Colbert, J. C. (1924) What we teach our freshmen in chemistry. *Journal of Chemistry Education*, 1(5). DOI: 10.1021/ed001p5
- Dewey, J. (1910). *How we think*. D. C. Heath and Company.
- Eggen, A. B. (2007). Vurderingskompetanse og definisjonsmakt. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 02/2007 (Volum 91), 150-163. DOI: <https://doi-org.pva.uib.no/10.18261/ISSN1504-2987-2007-02-06>
- Firestone, W.A (1993). Alternative arguments for generalizing from data as applied to qualitative research. *Educational Researcher*, 22(4), 16-23.
- Furnes, B. R. og Norman, E. (2013). Læringsstrategier og metakognisjon. I R. J. Krumsvik og R. Säljö (Red.), *Praktisk-pedagogisk Utdanning – En Antologi* (s. 117-143). Fagbokforlaget.
- Gilje, Ø., Langfald, Ø. F. og Ludvigsen, S. (2018). *Dybdeløring – historisk bakgrunn og teoretiske tilnærminger*. Utdanningsnytt. Henta [28.10.21] frå

<https://www.utdanningsnytt.no/fagartikkel-forskning-pedagogikk/dybdelaering--historisk-bakgrunn-og-teoretiske-tilnaerminger/171562>

- Grønmo, S. (2020, 3. november). Kvalitativ metode, i *Store Norske Leksikon*. Henta [21.10.21] frå https://snl.no/kvalitativ_metode
- Grønmo, S. (2021, 7. november). Kvantitativ metode, i *Store Norske Leksikon*. Henta [21.10.21] frå https://snl.no/kvantitativ_metode
- Hopfenbeck, T. N. (2016). *Å lykkes med elevvurdering*. Fagbokforlaget
- Hoy, W. K. (2010). *Quantitative research in education: A primer*. Sage.
- Hsieh, H.-F & Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2019). *Elever som forskere i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Strategi for fagfornyelsen*. Regjeringen.no. Henta [05.12.21] frå <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/strategi-for-fagfornyelsen/id2537794/>
- Kvale, S. og Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju*, 3.utg. Gyldendal Akademisk.
- Larsson, S. (2009). A pluralist view of generalization in qualitative research. *International Journal of Research and Method in Education*, 32(1), 25-38.
- Lincoln, Y. S. og Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.
- Meld. St. 28 (2015-2016). *Fag – Fordypning – Forståelse – En ny fornyelse av kunnskapsløftet*. Kunnskapsdepartementet. Henta [28.10.21] frå <https://www.regjeringen.no/contentassets/e8e1f41732ca4a64b003fca213ae663b/no/pdfs/stm201520160028000dddpdfs.pdf>
- Nilsen, T. og Kaarstein, H. (Red.). (2021). *Med blikket mot naturfag. Nye analyser av TIMSS 2019-data og trender 2015-2019*. Universitetsforlaget.
- Nilssen, V. L. (2012). *Analyse i kvalitative studier: Den skrivende forskeren*. Universitetsforlaget.
- Nilstun, C. (2018, 7. mai). Definere. I *Store Norske Leksikon*. Henta [02.12.21] frå <https://snl.no/definere>
- NOU 2014: 7 (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole – Et kunnskapsgrunnlag*. Kunnskapsdepartementet. Henta [28.10.21] frå <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2014-7/id766593/>
- NOU 2015: 8 (2015). *Fremtidens skole – Fornyelse av fag og kompetanser*. Kunnskapsdepartementet. Henta [28.10.21] frå <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2015-8/id2417001/>
- Raaheim, K. og Tegien, K. H. (2020, 6. desember). Jean Piaget. I *Store Norske Leksikon*. Henta [29.10.21] frå https://snl.no/Jean_Piaget
- Rest, J., Turiel, E. og Kohlberg, L. (1969). Relations between level of moral judgment and preference and comprehension of moral judgment of others. *Journal of Personality*, 37, 225-252.

- Sandvik, L. V. (2019). *Vurdering som bidrag til dybdelæring*. Utdanningsnytt. Henta [28.10.21] frå <https://www.utdanningsnytt.no/fagartikkel/fagartikkel-vurdering-som-bidrag-til-dybdelaering/217481>
- Shavelson, R. J., Ruiz-Primo, M. A. og Wiley, E. W. (2005). Windows into the mind. *Higher Education*, 49(4), 413-430. DOI 10.1007/s10734-004-9448-9
- Steen, B. G., Fimland, N. og Juel, L. A. (2010). *Aqua 1 – Kjemi 1 Grunnbok*. Gyldendal Undervisning.
- Taylor, G. W. og Ussher, J. M. (2001). Making sense of S&M: A discourse analytic account. *Sexualities*, 4(3), 293-314.
- Tekststudier (i.d.) i *Metodeguiden Aarhus Universitet*. Henta [13.10.21] frå <https://metodeguiden.au.dk/tekststudier/>
- Tranøy, K. E. og Zawadzka, A. (2021, 19. juni). Dikotomi. I *Store Norske Leksikon*. Henta [27.10.21] frå <https://snl.no/dikotomi>
- Utdanningsdirektoratet. (2015). Naturfagene i norsk skole anno 2015. Utdanningsdirektoratet. Henta [08.11.21] frå <https://www.udir.no/globalassets/filer/tall-og-forskning/forskningsrapporter/naturfag-rapport.pdf>
- VanTassel, N. (i.d.). *Modeling atoms and molecules: Making abstract concepts concrete*. iExploreScience. <https://iexplorescience.com/modeling-atoms-and-molecules-making-abstract-concepts-concrete/>
- Voll, L. O., Øyehaug, A. B., & Holt, A. (2019). *Dybdelæring i naturfag*. Universitetsforlaget.