

Er alle kompetansemål like viktige?

Vurdering av kvalitativ kompetanse i Fysikk 2 i videregående skole

Anine Bryn Lange



Masteroppgave i fysikkdidaktikk
Fysisk institutt

UNIVERSITETET I OSLO

30. mai 2016

Vurdering av kvalitativ kompetanse i Fysikk 2 i videregående skole

© Anine Bryn Lange

2016

Vurdering av kvalitativ kompetanse i Fysikk 2 i videregående skole

Anine Bryn Lange

<http://www.duo.uio.no/>

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

Sammendrag

Denne masteroppgaven handler om hvordan kvalitative kompetansemål blir prioritert i Fysikk 2. Forskningsspørsmålene er

- I hvilket omfang, og på hvilken måte, tester skriftlig eksamen elevenes kompetanse innen de kvalitative målene i læreplanen i Fysikk 2?
- Hvordan ser lærere på undervisning og vurdering innen de kvalitative læreplanmålene?

Masteroppgaven tar utgangspunkt i læreplanen i Fysikk 2 og alle eksamensoppgavene som har vært gitt etter innføringen av LK06. Læreplanen og eksamensoppgavene blir kategorisert som enten kvalitative eller kvantitative ut fra en definisjon på hva som ligger i begrepet kvantitativt. Definisjonen er laget på bakgrunn av relevant forskningslitteratur. Videre blir det gjennomført to fokusgruppeintervjuer for å støtte opp under resultatene. Resultatene fra alle delene av oppgaven blir diskutert i lys av relevant teori og det lages en oversikt over antall kvalitative kompetansemål og kvalitative eksamensoppgaver. Eksamen er delt opp i to deler som vektlegges ulikt. For å illustrere dette er andelen kvalitative oppgaver på eksamen presentert både med hensyn til vektlegging av de ulike oppgavene og uten hensyn til denne vektleggingen. Oppgaven er skrevet som et sideprosjekt til prosjektet ReleKvant på Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo.

Hovedfunnene i oppgaven er at de kvalitative kompetansemålene i Fysikk 2 ikke prioriteres i like stor grad som de kvantitative kompetansemålene. Dette gjelder både for eksamen og i undervisningssammenheng. Det foreslås derfor å utvikle en vurderingsveiledning for nettopp kvalitative kompetansemål og å legge større vekt på kvalitativ kompetanse både i undervisnings- og eksamenssammenheng. Læreplanen har et intendert skille mellom kvalitativt og kvantitativt som ikke fungerer optimalt, og det må derfor jobbes med å skape en balanse mellom disse i Fysikk 2.

Forord

Mange år på Universitetet i Oslo nærmer seg nå slutten og det avsluttes med denne masteroppgaven. Det har vært veldig lærerikt og spennende å fordype seg i læreplanen og eksamensoppgavene til et fag som jeg har studert i mange år for å skulle få undervise. Jeg har vært så heldig at jeg har fått følge prosjektet ReleKvant på Fysisk institutt UiO og dermed fått et lite innblikk i hvordan undervisningsforskning foregår. Tusen takk for alle innspill og lærdom dere har delt.

Først ønsker jeg å takke alle i ReleKvant gruppen som har bidratt, diskutert og veiledet meg med denne masteroppgaven. Spesielt vil jeg takke Magdalena Kersting og Thomas Frågåt som har delt kontor med meg og holdt ut med alle mine spørsmål og forstyrrelser gjennom skriveprosessen. I tillegg ønsker jeg å takke min gode kollega, Hanne Blytt Andreassen, som har bidratt til kategoriseringen av både læreplanen og eksamensoppgaver. Du har vært fantastisk. Selvsagt må alle lærerne som har deltatt på intervjuene også takkes for å ha delt sine erfaringer og meninger i forbindelse med oppgaven.

En ekstra stor takk til mine veiledere Carl Angell og Ellen K. Henriksen, som har brukt mye tid på veiledning av masteroppgaven. Carl har også tålmodig lest korrektur på oppgaven og gitt grundige tilbakemeldinger på formuleringer og oppbygging.

Jeg ønsker også å takke min samboer, Marius, som har holdt ut med meg og tatt vare på meg da alt fokus har vært å fullføre denne masteroppgaven

Sist men ikke minst ønsker jeg å takke mamma og pappa som har stilt opp gjennom alle årene mine som student. De har korrekturlest utallige oppgaver gjennom årene og motivert meg for å alltid gjøre mitt beste. Jeg setter uendelig stor pris på at dere alltid er der for meg. Tusen takk.

Innholdsfortegnelse

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Innledning..... | 1 |
| 1.1 | Bakgrunn og motivasjon..... | 1 |
| 1.2 | Mål..... | 2 |
| 2 | Teori og tidligere forskning..... | 3 |
| 2.1 | Læreplanen og kvalitative kompetansemål | 3 |
| 2.1.1 | Generelt om Fysikk 2 i LK06..... | 3 |
| 2.1.2 | Skillet mellom kvalitativt og kvantitativt..... | 4 |
| 2.1.3 | Språk i fysikk | 5 |
| 2.1.4 | ReleKvant..... | 5 |
| 2.2 | Vurdering..... | 6 |
| 2.2.1 | Summativ og formativ vurdering..... | 6 |
| 2.2.2 | Muntlig og skriftlig vurdering..... | 7 |
| 2.2.3 | Skriftlig eksamen i fysikk | 8 |
| 3 | Metode..... | 10 |
| 3.1 | Kategorisering | 10 |
| 3.1.1 | Tekstanalyse | 10 |
| 3.1.2 | Utfordringer..... | 11 |
| 3.2 | Fokusgruppeintervju..... | 11 |
| 3.2.1 | Fokusgruppene | 12 |
| 3.2.2 | Intervjuguide | 13 |
| 3.3 | Intervjuanalyse..... | 13 |
| 3.3.1 | Generell om analyse av kvalitative data..... | 13 |
| 3.3.2 | Transkribering av data..... | 14 |
| 3.3.3 | Koding..... | 15 |
| 3.3.4 | Tekniske hjelpemidler (kodeverktøy) | 16 |
| 3.4 | Troverdighet | 16 |
| 3.4.1 | Reliabilitet | 16 |
| 3.4.2 | Validitet..... | 17 |
| 4 | Resultater..... | 19 |
| 4.1 | Kategorisering | 19 |
| 4.1.1 | Kompetansemål..... | 19 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1.2 | Eksamensoppgaver..... | 23 |
| 4.2 | Sammenlikning av eksamen og kompetansemål | 25 |
| 4.3 | Resultater fra fokusgruppeintervjuene..... | 34 |
| 4.3.1 | Kategorier og koder..... | 34 |
| 4.3.2 | Undervisning | 35 |
| 4.3.3 | Vurdering | 37 |
| 4.3.4 | Eksamen | 40 |
| 5 | Oppsummering, diskusjon og konklusjon..... | 42 |
| 5.1 | Oppsummering av resultatene | 42 |
| 5.1.1 | Kompetansemål..... | 42 |
| 5.1.2 | Eksamen | 42 |
| 5.1.3 | Fokusgruppeintervju..... | 42 |
| 5.2 | Diskusjon..... | 44 |
| 5.2.1 | Utfordringer i skillet mellom det kvalitative og det kvantitative i Fysikk 2. | 44 |
| 5.2.2 | Er det noen klare mønstre i funnene?..... | 45 |
| 5.2.3 | Er eksamen i samsvar med læreplanen?..... | 47 |
| 5.2.4 | Hva sier lærerne?..... | 50 |
| 5.2.5 | Hvor gyldige er resultatene? | 51 |
| 5.3 | Konklusjon..... | 52 |
| | Litteraturliste | 54 |
| | Vedlegg | 56 |

| | |
|---|----|
| Tabell 1: Kategorisering av delmålene fordelt i kvalitativt eller kvantitativt. | 22 |
| Tabell 2: Prosentfordelingen av kvalitative oppgaver på eksamen..... | 23 |
| Tabell 3: Prosentfordelingen av kvalitative oppgaver på eksamen når vektingen av oppgavene er tatt hensyn til. | 24 |
| Tabell 4: Oversikt over antall kvalitative oppgaver det er på hver eksamen og hvilke delmål de tester | 29 |
| Figur 1: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Klassisk fysikk» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2 | 30 |
| Figur 2: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Moderne fysikk» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2 | 31 |
| Figur 3: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Å beskrive naturen med matematikk» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2 | 31 |
| Figur 4: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Den unge forskeren» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2..... | 32 |
| Figur 5: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Fysikk og teknologi» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2..... | 32 |
| Figur 6: Antall ganger ulike delmål testes kvalitativt på Del 2 av eksamen i Fysikk 2..... | 33 |
| Tabell 5: Oversikt over antall delmål som har blitt testet kvalitativt på eksamen og hvor mange av disse som er kvalitative delmål fordelt på de fem hovedområdene..... | 33 |
| Figur 7: Et eksempel på en eksamensoppgave som kan løses både kvalitativt og kvantitativt. Hentet fra eksamen gitt våren 2015..... | 46 |
| Figur 8: Et eksempel på en eksamensoppgave gitt våren 2013 som tester et kvantitativt kompetansemål på en kvalitativ måte. | 48 |

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og motivasjon

I denne masteroppgaven skal jeg se på hvordan kvalitativ kompetanse vurderes i Fysikk 2 på videregående skole. Jeg skal undersøke om de kvalitative målene i læreplanen i Fysikk 2 blir lagt like stor vekt på som resten av læreplanen, både ved å se på eksamensoppgaver, hvordan lærere rapporterer at de organiserer fysikkundervisningen og hvordan eksamen er med på å styre dette. Relevantprosjektet, som denne masteroppgaven knyttes opp mot, arbeider med å utvikle undervisningsmoduler i temaene generell relativitetsteori og kvantefysikk. I de to temaene er det knyttet opp spesielt mange kvalitative kompetansemål og i den sammenheng skal det utvikles oppgaver som kan teste disse kompetansemålene på en god måte. Det trengs derfor å undersøkes om det er et behov for nettopp slike oppgaver.

Det blir argumentert for at refleksjon og diskusjon er viktige faktorer i fysikkundervisning. Likevel er dette vanskelig å vurdere og det kan derfor være interessant å se på om dette i det hele tatt vurderes i en skriftlig eksamenssituasjon og eventuelt hvordan det vurderes. Eksamen skal teste en viss bredde av læreplanen. Selv om dette blir gjort er det noen kompetansemål som blir vurdert oftere enn andre, og det vil kunne gjenspeile undervisningen elevene får.

Det er flere grunner til at dette prosjektet er relevant. En stor del av læreplanen består av kvalitative kompetansemål og det er en utfordring å vurdere disse målene. Dette fordi man i realfag er vant til å forholde seg til oppgaver som løses med matematikk. Et eksempel på et kvalitativt kompetansemål kan være «Eleven skal gjøre rede for postulatene som er grunnlag for den spesielle relativitetsteorien, drøfte kvalitativt noen av konsekvensene av denne teorien for tid, bevegelsesmengde og energi, og gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien».

På bakgrunn av dette vil det være interessant å undersøke om kvalitative kompetansemål blir testet på skriftlig eksamen, i så fall hvilke og hvordan tidligere eksamener legger føringer på hvordan undervisningen blir lagt opp.

1.2 Mål

Målet med denne oppgaven er å undersøke om de kompetansemålene i Fysikk 2 som ikke løses med matematikk blir lagt like stor vekt på som resten av læreplanen.

For å undersøke dette har det vært nødvendig å få en oversikt over læreplanen i sin helhet og eksamensoppgavene som har vært gitt i LK06. I tillegg har det blitt intervjuet flere lærere for å støtte opp under resultatene.

Læreplanen som kom med LK06 har gitt et klarere skille mellom kvalitative og kvantitative mål, men det antas at dette skillet ikke fungerer optimalt. Jeg ønsker derfor å undersøke hvordan kvalitativ kompetanse vurderes skriftlig i Fysikk 2 og om slik kompetanse er prioritert. For å gjøre dette har jeg prøvd å besvare følgende spørsmål

- I hvilket omfang, og på hvilken måte, tester skriftlig eksamen i Fysikk 2 elevenes kompetanse innen de kvalitative målene i læreplanen?
- Hvordan ser lærere på undervisning og vurdering innen de kvalitative kompetansemålene?

2 Teori og tidligere forskning

2.1 Læreplanen og kvalitative kompetansemål

For å belyse problemstillingen trengs det teori på flere ulike områder. Det er gjort en del forskning om vurdering, eksamen i fysikk, læreplanen og utarbeiding av eksamensoppgaver, og det er disse forskningsområdene som vil være basisen i dette masterprosjektet.

2.1.1 Generelt om Fysikk 2 i LK06

I LK06 er fysikkfaget delt inn i fem hovedområdet som er felles både for Fysikk 1 og Fysikk 2. Innenfor hvert hovedområde er det flere kompetansemål og en del av disse målene er nye for fysikkfaget etter innføringen av kunnskapsløftet. Den nåværende læreplanen legger større vekt på matematisk modellering, teknologiske anvendelser og moderne fysikk (Lie, Angell, & Rohatgi, 2010). Ideen om hvilke kompetanser elevene er forventet å oppnå kommer tydeligere frem, men det er svært varierende detaljbeskrivelser (Lie m.fl., 2010). Det har med denne tydeliggjøringen kommet et klart skille mellom temaer som skal behandles kvalitativt og temaer som skal behandles mer matematisk (kvantitativt). Dette blir spesielt fremhevet i hovedmål 3: «Å beskrive naturen med matematikk» (Lie m.fl., 2010). Læreplanen sier likevel ikke noe om hvor skillet mellom kvalitativt og kvantitativt går.

Fysikkfaget i videregående skole blir regnet som vanskelig og arbeidskrevende, men også interessant (Angell m.fl., 2011). Undervisningen er preget av tavlegjennomgang og eleven uttrykker at kvalitativ drøfting av begreper «sjeldent gjøres» (Angell, Guttersrud, Henriksen, & Isnes, 2004). Dette til tross for at det er påvist en nær sammenheng mellom forståelse av et fenomen og evnen til å beskrive og analysere fenomenet ved bruk av fagbegreper. Kun 10 % av norske fysikklærere mener at skillet mellom det kvalitative og kvantitative fungerer godt i klasserommet og svært få viste noe entusiasme for dette skillet (Angell m.fl., 2011). Stort sett er fysikklærere i norsk skole menn, med forholdsvis høy gjennomsnittsalder. Det vil derfor være naturlig å anta at de har undervist innenfor flere læreplaner og at skillet mellom kvalitativt og kvantitativt har ført til krav om endring av undervisningen. Likevel dominerer fortsatt felles gjennomgang av pensum etterfulgt av individuell oppgaveløsning (Angell m.fl., 2004).

Generelt er det få elever som søker seg til Fysikk 2 i videregående skole. Dette kan både skyldes fagets rykte for å være vanskelig, men også at faget ikke kreves for opptak til videre studier (Bøe & Henriksen, 2013).

2.1.2 Skillet mellom kvalitativt og kvantitativt

For å se nærmere på det intenderte skillet mellom kvalitative temaer og kvantitative temaer må det foreligge en definisjon av nettopp begrepene kvalitativt og kvantitativt. Lie m. fl. (2010) definerer kvantitative kompetansemål som noe som skal behandles med matematikk. Denne definisjonen gjør skillet uklart ettersom det er vanskelig å fastslå en definisjon på hva som ligger i begrepet matematikk.

Det er ingen entydig definisjon på begrepet matematikk, og de definisjonene som eksisterer inneholder store forskjeller. Ettersom dette er en norsk læreplan kan det være naturlig å benytte seg av Store norske leksikon i søken på en definisjon. Der defineres matematikk som «Vitenskapen om struktur, orden og relasjoner» (Aubert, 2015). Med denne definisjonen vil det kunne diskuteres om noe av fysikken kan regnes som fullstendig kvalitativ ettersom man i stor grad er avhengig av relasjoner og sammenhenger for å forklare fysiske fenomener.

Dersom man ser på definisjonen til Oxford English Dictionary lyder den slik “The abstract science of number, quantity, and space, either as abstract concepts (pure mathematics), or as applied to other disciplines such as physics and engineering (applied mathematics)” (Oxford Dictionary, 2016). Denne definisjonen kan tolkes som at noe regnes som matematikk når man forholder seg til formler eller tallverdier, men også forklaringer som støtter seg på matematikken.

Tilhørende en del læreverk eksisterer det undervisningsveiledninger. I fysikklæreboken Ergo sin veiledning settes det noen føringer for hva de legger i begrepet kvalitativt. Blant annet poengteres det flere steder at læreplanen har satt begrensninger for hva elevene skal kunne beregne (Callin, Pålsgård, Stadsnes, & Tellefsen, 2012). Et eksempel på dette er i undervisningsveiledningen for kap 4- Termofysikk, hvor det står *«Ifølge læreplanen skal termofysikkens 1. lov behandles kvalitativt. Det betyr at vi legger mest vekt på forståelse her.»* (Callin m.fl., 2012). Dersom undervisningsveiledningen skal legges som grunnlag for en standard undervisning er det tydelig at skillet mellom det kvalitative og det kvantitative går mellom matematiske beregninger. Igjen kommer definisjonsspørsmålet om hva som legges i

begrepet matematikk, og en definisjon som kan passe til denne beskrivelsen er at «matematikk er studien av målinger, egenskaper og forhold til mengder og systemer (sets) ved bruk av tall og symboler» (The American Heritage Dictionary, 2015, oversatt direkte). Det vil ut ifra den sistnevnte definisjonen være tilnærmet enighet i skillet mellom det kvalitative og det kvantitative som blir presentert for lærere i undervisningsveiledningen fra hhv lærebøkene «ERGO» (Callin m.fl., 2012) og «Rom, Stoff, Tid» (Jerstad m.fl., 2014), og hva som er intendert fra læreplanens side. Videre i denne avhandlingen vil derfor begrepet matematikk ta utgangspunkt i definisjonen fra American Heritage Dictionary og skillet på kvalitativt og kvantitativt settes ved bruk av formler og tallverdier eller ikke.

2.1.3 Språk i fysikk

For å utvikle kunnskap spiller språk en vesentlig rolle (Angell m.fl., 2011). Enten det er muntlig eller skriftlig er språket en viktig del av faget i seg selv. Generelt i læreplanen er det vektlagt at elevene skal ha grunnleggende ferdigheter i å kommunisere faget. Språket som brukes i fysikk kan fremstå som uforståelig for de som ikke har en bakgrunn i faget. Ikke bare er det mange fagbegreper, som i de fleste fag, men det er også andre uttrykksformer slik som formler, symboler, grafer og lignende. Disse uttrykksformene gir mye informasjon hvis man er i stand til å tolke de (Angell m.fl., 2011). Dette krever trening, og det er en viktig del av fysikkundervisningen nettopp å trene inn evnen til å tolke en fagtekst. Ved at elevene må formulere sin forståelse for et emne i fysikk, vil det bli tydeligere både for eleven selv og for læreren, hva som er forstått og hva som fremdeles er uklart. Det er vist at elevdiskusjoner ofte består av halvferdige setninger, avbrutte resonnementer og uklar bruk av fysikkterminologi. Likevel kan en riktig konklusjon oppstå, og i disse tilfellene er det ofte med klar formulering og riktig terminologi (Henriksen & Angell, 2010). Når elevene har utviklet evnen til å kommunisere fysikk, på fysikkens eget språk, har de utviklet forståelse for kunnskapen i seg selv (Angell m.fl., 2011).

2.1.4 ReleKvant

ReleKvant-prosjektet tar for seg hovedområdet «Moderne fysikk» og utvikler nettbaserte undervisningsmoduler til de tilhørende kompetansemålene. Det er ikke vanlig i internasjonal sammenheng å ha relativitetsteori og kvantefysikk som en del av pensum i videregående skole. Det er de kvalitative kompetansemålene og det epistemologiske som er særegent ved

den norske læreplanen. Temaene er kompliserte og de er utfordrende å undervise i. Elevene skal danne en konseptuell forståelse av avanserte fysiske fenomener og det var lite undervisningsressurser tilgjengelig da temaene ble en del av læreplanen (Henriksen, Angell, & Tellefsen, 2015). ReleKvant baserer seg på en sosiokulturell læringsplattform og bruk av språket i fysikksammenheng. Det er viktig at elevene lærer fysiske konsepter ved å bruke et fysikkfaglig språk, og alle de ulike formene for å representere fysikk (Henriksen m.fl., 2014). Som nevnt mener kun 10% av fysikklærerne at skille mellom det kvalitative og det kvantitative fungerer godt i skolehverdagen (Angell m.fl., 2011). ReleKvant utvikler derfor undervisningsmoduler som bidrar til at elevene lærer å reflektere og diskutere fysikk på en kvalitativ måte, både skriftlig og muntlig, i tillegg til å fungere som en undervisningsressurs for fysikklærere (Henriksen m.fl., 2015).

2.2 Vurdering

2.2.1 Summativ og formativ vurdering

Når man snakker om vurdering er det vanlig å dele inn i vurdering *av* læring og vurdering *for* læring.

Summativ vurdering, også kalt vurdering av læring, er ulike former for sluttvurderinger som skal gjenspeile hva en elev har lært etter at opplæringsperioden er avsluttet.

Standpunktkarakter og eksamenskarakter er eksempler på sluttvurderinger (Hopfenbeck, 2014). Formativ vurdering blir regnet som en vurderingsform som skal fremme videre læring. I stedet for å fokusere på hva elevene kan eller ikke, slik som ved summativ vurdering, skal eleven få konkrete tilbakemeldinger om hvordan det kan arbeides videre for å øke kompetansen i faget. På den måten blir det en underveisvurdering. For å kunne gjøre dette på en god måte bør det i mange tilfeller foreligge en vurdering som er formulert slik at eleven får en oversikt over hvilke kompetanser som allerede er oppnådd og hvordan denne kompetansen kan økes (Angell m.fl., 2011).

For at elever skal utvikle denne faglige selvinnsikten er det viktig at læreren har klare forventninger til elevene og gir veiledning i en læringssituasjon. Dette er vesentlig for gode resultater og positiv framgang (Wagner & Vaterlaus, 2012). På den måten bevisstgjøres forventningene til elevene fra start og lærerens kan dermed i større grad fokusere på

veiledning. Det er dokumentert at elever ikke får god nok informasjon om hvordan de ligger an i forhold til de gjeldene kompetansemålene, og det er derfor viktig å være spesielt klar på dette punktet (Engh, 2011a). Dette er noe som bør vektlegges i formative vurderinger.

Ved aktiv bruk av formativ vurdering i undervisningssammenheng vil undervisningen i større grad kunne differensieres på en måte som inkluderer flere elever. Informasjonen en lærer kan få ved bruk av ulike varianter for formativ vurdering, kan dermed bidra til å forenkle arbeidet med den individuelt tilrettelagte undervisningen elever har krav på ifølge opplæringsloven (Opplæringslova, 1998). Faget i seg selv kan også bli lettere tilgjengelig for elever som normalt ikke føler at realfag vil være selvrealiserende (Bøe & Henriksen, 2013).

Dersom en vurdering blir stående kun som et resultat uten videre oppfølging på individuell basis, kan det oppstå en negativ effekt på elevenes læring (Smith, 2009). Fokuset bør flyttes fra resultat og over på prosessen. En måte å gjøre det på er å være i dialog med elevene og trekke dem inn i selve vurderingen (Engh, 2011a, 2011b).

Elevene bør selv være bevisste på hvordan de ligger an faglig i forhold til læreplanen. Formativ vurdering kan hjelpe elevene med å bedre forstå fagets innhold og derfor også bidra til et bedre resultat for den summative vurderingen som vil komme mot slutten av opplæringsperioden. Ved bruk av formativ vurdering vil eleven til enhver tid ha muligheten til å selv delta i evalueringen av sitt eget faglige nivå, og dermed også kunne yte bedre mot de avgjørende summative vurderingene, som for eksempel eksamen.

2.2.2 Muntlig og skriftlig vurdering

Innenfor de tidligere nevnte hovedinndelingene skilles det også mellom muntlig og skriftlig vurdering. Ved muntlige vurderinger har man ofte ulike typer presentasjoner, diskusjoner, eller samtaler. Elevene forklarer et faglig tema muntlig og det kan bli stilt oppfølgings spørsmål. Etter en endt vurderingssituasjon skal man være i stand til å si noe om elevens bredde og dybdekunnskap. Den eksakte situasjonen kan ikke reproduseres og resultatet kan derfor ikke etterprøves. Her vil det å dokumentere elevens kunnskapsnivå være vanskelig.

I naturfagene finnes det også en underkategori som kalles en muntlig-praktisk vurderingssituasjon. I en slik vurdering skal eleven gjennomføre en praktisk oppgave, gjerne i

form av et forsøk. Samtidig skal det gis en muntlig beskrivelse av hva som blir gjort i demonstreringen av forsøket, og dette skal knyttes opp mot relevant fagteori.

Skriftlige vurderinger dominerer i realfag (Remmen, 2008). I en skriftlig vurderingssituasjon vil noe leveres inn for vurdering, og derfor vil også resultatet av vurderingen være etterprøvbart. Det vil være lettere å dokumentere kunnskapsnivået til en elev ved bruk av skriftlige vurderinger enn ved bruk av muntlige. For at en skriftlig vurdering skal være god, må det utarbeides gode, entydige oppgaver som ikke skal kunne misforstås. Når det utvikles kvalitative oppgaver for ulike vurderingssituasjoner, må både elever og lærer ha klart for seg de ulike vurderingskriteriene for slike oppgaver (Angell m.fl., 2011).

2.2.3 Skriftlig eksamen i fysikk

Ved både reform 94 og kunnskapsløftet har myndighetene tatt en større grad av styring når det kommer til utforming av eksamensoppgaver (Angell m.fl., 2011). Det ble også et økt fokus på at sensuren av eksamen skulle være positivt vinklet. Man skal finne ut hva elevene kan, ikke hva som mangler.

Skriftlig eksamen i Fysikk 2 er en sluttvurdering som kommer i tillegg til standpunktkarakterer. I følge utdanningsdirektoratet skal eksamen være i samsvar med læreplanen og organisert på en slik måte at elevene kan få vist sin faglige kompetanse (Utdanningsdirektoratet, 2016b). Kompetansemålene er av ulik omfang og sammensetning, og det antas derfor at noen kompetansemål blir testet oftere enn andre. Flervalgsoppgaver er ønsket slik at flest mulig kompetansemål testes.

Eksamen er todelt. En del tester kunnskap uten hjelpemidler. På den andre delen tillates alle hjelpemidler unntatt kommunikasjon med andre. Alle opplysninger som trengs for å løse oppgavene er en del av oppgavesettet, med unntak av noen formler som det forventes at elevene kjenner. Disse formlene gjøres kjent i god tid før eksamen og ligger blant annet i en eksamensveiledning fra utdanningsdirektoratet (Angell m.fl., 2011). Endringen om bruk av hjelpemidler på eksamen som kom med kunnskapsløftet, grunner i at elevene skal bli bedre forberedt for det «virkelige liv», der de vil ha alle hjelpemidler tilgjengelig når de skal løse et problem (Angell m.fl., 2011).

Ved å se på resultater fra eksamen får lærere tilbakemelding om sitt vurderingsarbeid. Den kunnskapen læreren sitter igjen med når eksamensresultatene foreligger, er i stor grad styrende for undervisningen både med tanke på innhold og arbeidsmetoder (Angell m.fl., 2011). Skal eksamen oppfattes som rettferdig er det viktig at eksamener fra ulike år er sammenlignbare (Angell m.fl., 2011). Dette for at det skal skapes en forutsigbarhet for forventet kompetanse i faget. Med LK06 er det derfor økt fokus på at elevene skal være kjent med vurderingskriteriene som gjelder (Angell m.fl., 2011).

Eksamenssettene fra år til år blir utviklet av en oppgavenemd som er satt sammen av tre til fem fagpersoner. Fagpersonene må ha en tilknytning til faget, enten i form av undervisning eller annet arbeid. Medlemmene kan også i noen tilfeller være fra enten universitet eller høyskole. Når et utkast til en oppgave er klar, blir den vurdert og kvalitetssikret av uavhengige konsulenter. Prosessen med å utvikle en eksamensoppgave kan ta flere måneder og inneholder flere runder med utkast og kvalitetssikring (Utdanningsdirektoratet, 2016c).

Det er noen usikkerheter som kommer tydelig fram i en slik form for summativ vurdering. Noen av disse usikkerhetene består av selve vurderingen av eksamen og vanskelighetsgraden på oppgavene som blir gitt. Sensorene er i stor grad enige om vurderingen, men ettersom det kan antas at nivået på elevene skal være det samme fra år til år, vil skalaen justeres ut fra en forhåndssensur slik at det ikke blir store avvik fra det gjennomsnittlige nivået fra tidligere år (Angell & Lie, 1993). Det vil si at i tvilstilfeller vil karakterutslaget avgjøres av utfallet til forhåndssensuren. Lik eksamen fra år til år er nesten umulig. Det foregår ingen utprøving av eksamensoppgavene for å sikre vanskelighetsgrad i forkant av eksamen. Usikkerheten knyttet til selve oppgaveutvalget er derfor stor (Angell & Lie, 1993).

Ettersom utdanningsdirektoratet til en viss grad kan påvirke karakterfordelingen i løpet av sensurarbeidet, kan ikke eksamenskarakterene si noe om utviklingen av det faglige nivået til elevene fra år til år. Det må derfor benyttes andre metoder for å si noe om kunnskapsløftets suksess eller fiasko (Angell m.fl., 2011).

3 Metode

Målet for oppgaven er som nevnt å undersøke om de kvalitative kompetansemålene i Fysikk 2 blir lagt like stor vekt på som de kvantitative kompetansemålene i Fysikk 2.

Fremgangsmåtene jeg akter å bruke for å besvare problemstillingen min, er varierte, men går i hovedsak ut på;

- Ut fra kriterier som defineres i oppgaven, kategorisere kompetansemålene i Fysikk 2 slik at man får en oversikt over antallet kvalitative kompetansemål
- Gå igjennom alle eksamensoppgaver gitt til skriftlig eksamen i Fysikk 2 etter at K06 trådte i kraft for å få en oversikt over hvor stor del av de kvalitative målene som blir testet
- Gjennomføre to fokusgruppeintervjuer med fysikklærere i videregående skole om hvordan de vurderer kvalitative kompetansemål

3.1 Kategorisering

For å kunne gjennomføre en kategorisering av kompetansemålene i Fysikk 2 trengs det en entydig, klar definisjon av begrepet «kvalitativ». Med bakgrunn i teorien tidligere presentert i denne masteroppgaven, defineres kvalitativt på følgende måte; *Kvalitative kompetansemål er mål som ikke besvares ved bruk av tallverdier eller formler.*

3.1.1 Tekstanalyse

Læreplanen kan i forbindelse med denne forskningen regnes som et primærdokument. Primærdokumenter er produsert som et direkte referat av en hendelse eller en prosess, av gruppen som var involvert (Lynggaard, 2012).

Dokumenter snakker ikke for seg selv og må derfor tolkes og analyseres (Cohen, Manion, & Morrison, 2011). Når et dokument tolkes og analyseres er det viktig å ta hensyn til konteksten. Enhver analyse vil kunne variere ut ifra konteksten og meningen med analysen (Cohen m.fl., 2011). Et dokument som læreplanen i fysikk, må sees i et fysikkdidaktisk perspektiv ettersom dokumentet er ment for skolen og undervisningspersonell. Læreplanen i Fysikk 2 er konstruert for spesielle mottakere og vil derfor reflektere impliserte forventninger

om leseren (Coffey, 2014). Tolkningen av en læreplan kan variere ettersom det er stor variasjon av detaljbeskrivelser i læreplanen, og læreverkene som benyttes i faget kan derfor ha mye å si for analysen. Norge har ingen offentlig godkjenning av læreverk, og tolkningene til hver enkelt lærebokforfatter er derfor ikke kontrollert opp mot hva utdanningsdirektoratet selv legger i kompetansemålene. Variasjon av detalj i læreplanen gir lærebokforfattere noen steder stort tolkningsrom, andre steder lite.

Individuelle dokumenter på ses i sammenheng med relaterte dokumenter (Coffey, 2014). Læreplanen i Fysikk 2 må derfor ses i sammenheng med opplæringsloven og andre læreplaner innenfor videregående skole. Det er for eksempel forventet at elever i Fysikk 2 er kjent med pensum fra Fysikk 1.

Som en hjelp til kategoriseringen av kompetansemålene vil lærebøkene brukes som en støtte for å kontrollere hvilke mål som behandles kvalitativt. Kategoriseringen gjøres ut fra den definisjonen av begrepet kvalitativ som er nevnt tidligere.

3.1.2 utfordringer

Når en slik kategorisering gjøres, vil det oppstå grensetilfeller. Noen kompetansemål vil kunne behandles både kvalitativt og kvantitativt, og vil derfor plasseres i begge kategorier. Grensetilfeller er blitt diskutert med andre fagkyndige ved Fysisk institutt UiO.

3.2 Fokusgruppeintervju

Et fokusgruppeintervju er en variant av gruppeintervju, men istedenfor en spørsmål-svar situasjon vil et tema gitt av forskeren, diskuteres. Det er interaksjonen innad i gruppen som danner datamaterialet (Cohen m.fl., 2011). Et fokusgruppeintervju vil ikke gi en spontan diskusjon ettersom samtaleemnene er forhåndsbestemt. Likevel vil gruppen være fokusert på et spesifikt emne og den kollektive ordvekslingen vil derfor kunne gi en innsikt i emnet som ikke ville kommet fram i en normal intervjusituasjon (Kvale & Brinkmann, 2015). Når flere individers mening er relevant, er fokusgruppeintervju en egnet metode.

I denne masteroppgaven skal fokusgruppeintervju bidra til å belyse i hvilke grad de kvalitative kompetansemålene blir vektlagt i Fysikk 2. Lærere som har undervist faget, vil ha en begrunnet mening om hva som vurderes som relevant undervisning opp mot eksamen. Det

er disse meningene som er det ønskede datamaterialet (Cohen m.fl., 2011). På bakgrunn av dette antas det at fokusgruppeintervju er en egnet forskningsmetode i denne sammenhengen.

3.2.1 Fokusgruppene

Deltakerne i et fokusgruppeintervju bør ha en tilnærmet homogen bakgrunn (Cohen m.fl., 2011). Det er derfor valgt ut lærere fra samme skole til hvert enkelt intervju. Det er gjennomført to fokusgruppeintervjuer med lærergrupper fra to ulike skoler i samme område. Den ene skolen er egen arbeidsplass og gruppen vil derfor bestå av kollegaer.

Det er viktig å ha riktig størrelse på fokusgruppene for å få best mulig datamateriale.

Størrelsen på fokusgruppen varierer etter formål og mulige deltakere. Ettersom interessen er undervisning, vurdering og eksamen i fysikk, er det fysikklærere som er de mest interessante intervjuobjektene. Det er ønskelig å intervju fysikklærere fra samme skole i samme intervju. I følge Morgan (Cohen m.fl., 2011) anbefales det fra fire til tolv deltakere per intervju. Skolene som velges ut bør derfor ha en fysikklærerstab på fire eller flere lærere som er villige til å delta i intervjuet, slik at gruppene blir av ønsket størrelse.

I det første intervjuet var det fire lærere tilstede og det ble god samtale og diskusjon i intervjuet. Deltakerne utgjorde hele populasjonen av fysikklærere ved skolen, og vil derfor være representativ for skolens fysikkundervisning. Alle deltakerne har ikke undervist Fysikk 2 på videregående skole, men refleksjonen de hadde under intervjuet er likevel relevant for forskningen.

Ved intervju 2 var kun tre lærere tilstede. Under dette intervjuet var det noe vanskeligere å få til en diskusjon og deltakerne svarte på spørsmålene etter tur. Likevel viste svarene de ga god refleksjon om egen undervisningspraksis, og ved flere anledninger bygget de svarene på hverandres respons.

Deltakerne i begge intervjuer hadde på forhånd fått tilsendt et informasjonsskriv om fokuset for masteroppgaven og hadde derfor mulighet til å reflektere over noen hovedtemaer i forkant av intervjuet. Se vedlegg C for det utsendte informasjonsskrivet.

3.2.2 Intervjuguide

I følge Krueger (1998) er det to ulike måter å utvikle en intervjuguide på. Den ene metoden kaller han for «topic guide» hvor man har en mengde overordnede ord eller fraser som fungerer som påminnelser for intervjueren. Den andre metoden, «The questioning route» er satt sammen av komplette setninger og ferdig formulerte spørsmål (Krueger, 1998).

En intervjuguide med utgangspunkt i «topic guide» vil gå raskere å utvikle og man får en spontanitet i samtalen ettersom man enklere kan ta tak i deler av responsen for å formulere nye spørsmål. Med «questioning route» sikrer man mer konsekvente data, men det kan oppleves som unaturlig (Krueger, 1998).

Dette prosjektet vil basere seg på en variant av «topic guide» i intervjusammenheng. Det vil foreligge noen hovedspørsmål, men med tilhørende tilleggsord og fraser. Slik kan diskusjonen gå flytende, men vinkles inn mot de relevante områdene. Spørsmålene er relativt åpne slik at samtalen kan gå i den retningen deltakerne ønsker, og på den måten vil det produseres data ut ifra hva deltakerne bedømmer som viktig. Se vedlegg D for intervjuguiden.

Intervjudataene fra de ulike intervjuene skal ikke sammenlignes. Bakgrunnen for intervjuene er at det skal trekkes noen sammenhenger mellom oppfatningen av hva som er eksamensrelevant og hva som viser seg å være eksamensrelevant ut fra tidligere eksamener. Det vil ikke være noen entydige svar i denne sammenhengen og det er derfor heller ikke relevant å sammenligne de ulike meningene som kommer fram i en intervjusituasjon.

3.3 Intervjuanalyse

3.3.1 Generell om analyse av kvalitative data

Ved bruk av kvalitative metoder vil forskeren alltid være en del av undersøkelsen og derfor også påvirke forskningen. Dette kalles forskerbias. Det er derfor viktig at forskeren er klar over at kvalitative data vil ha en grad av forskerbias som vil påvirke validiteten. Forskeren er selv et primærinstrument ved analyse av kvalitative data og for å minke egen innvirkning må man ha en distansert nærhet til forskningen (Kleven, Tveit, & Hjordemaal, 2014).

Kvalitativ forskning gjengir enkeltindividers tolkning av virkeligheten og metoden åpner derfor nettopp for disse ulike tolkningene. Når datainnsamlingsprosessen er i gang, vil man

føre diskusjonen inn på temaer som er relevante for den analysen som skal gjøre senere. Man gjør derfor en grov analyse i sammenheng med datainnsamlingen. Det er et mindre tydelig skille mellom datainnsamlingsprosessen og analyseprosessen og dette er en styrke med tanke på helhetlig vurdering av enkeltkasus (Kleven m.fl., 2014).

Man er i kvalitativ forskning forsiktig med kausaliteter og generaliseringer ettersom individene i forskningen kun representerer seg selv. Reproduserbarheten til slik forskning vil være liten ettersom holdninger og meninger kan endre seg over tid. Dette vil påvirke reliabiliteten til en kvalitativ studie (Kvale & Brinkmann, 2015).

Den kvalitative forskningen baserer seg på tolkning av tekster og analysen involverer derfor hermeneutikk. Man gjør en tolkning av andres allerede tolkede virkelighet. Det advares mot å «tvinge» data til å passe en allerede utformet hypotese. Ved å identifisere dette gjennomgående i forskningen vil forskeren være sensitiv ovenfor forutinntatte meninger gjennom analyseprosessen og derfor også kunne redusere forskerbias (Roulston & Flick, 2014).

3.3.2 Transkribering av data

Det vil alltid være en forskjell mellom muntlige og skriftlige formuleringer og dette kan føre til en rekke problemer når et intervju skal transkriberes til en tekst. Det må derfor gjøres bevisste valg under en transkriberingsprosess for å på best mulig måte ivareta reliabiliteten (Kvale & Brinkmann, 2015). Intervjuene ble tatt opp ved hjelp av en lydopptaker og derfor er både ordbruk, pauser og tonefall bevart. Man kan på den måten enklere skille ut ironi og andre settinger som ikke kan tolkes bokstavelig. Likevel mistes tilleggsinformasjonen et kroppsspråk ville gitt. Intervjuene har kun blitt transkribert en gang. Det skal gjøres en innholdsanalyse av datamaterialet og reliabiliteten til kodingen vil derfor være viktigere enn reliabiliteten til selve transkriberingen.

Begge fokusgruppeintervjuene er gjennomført og transkribert av undertegnede og blir i transkriberingene gjengitt som intervjuer. Det er gjort et forsøk på å transkribere så ordrett som mulig, med innlagte pauser og uten omformuleringer. I noen deler var det ikke mulig å tyde samtalen og dette er transkribert som [utydelig]. Fordelen med selv å intervju og å transkribere er at inntrykk, kroppsspråk og lignende som ikke gjengis på lydopptak, men som

likevel kan være aktuelle for en videre analyseprosess, kan bli tatt med i selve transkriberingen.

Transkriberingen ble påbegynt umiddelbart etter det første intervjuet og var derfor et stykke på vei innen det andre intervjuet ble gjennomført. På bakgrunn av erfaringene fra den første transkriberingen fikk intervjuobjektene i intervju 2 beskjed om å snakke tydeligere. Det er derfor en mer fullstendig transkripsjon tilhørende intervju 2. Intervjuspørsmålene ble ikke endret.

3.3.3 Koding

Det har blitt gjennomført en tematisk analyse av de innsamlede dataene. Tematisk analyse er en metode for å identifisere, analysere og rapportere mønstre i datamaterialet (Braun & Clarke, 2006). Det involverer å søke gjennom datamaterialet etter repeterte meningsmønstre som blir hovedkategorier for analysen. Dette innebar at det ble laget noen koder basert på hovedområdene

- Undervisning
- Vurdering
- Skriftlig eksamen

En kode er enkelt forklart et navn forskeren gir en del av en tekst som inneholder en ide eller informasjon. Koding defineres som oversettelsen av spørsmål, respons og responsinformasjon til spesifikke kategorier for analyseformål. Samme tekstdel kan få tildelt flere koder avhengig av tekstenes innhold (Cohen m.fl., 2011).

Tematisk analyse trenger ikke å være bundet til et teoretisk rammeverk, noe som innebærer at det i dette tilfelle har blitt brukt både deduktiv og induktiv koding. Deduktiv koding vil si at det er dannet koder til materialet, ut fra teori, før analysen er begynt, mens induktiv koding er når koder utvikles gjennom tolkning av materialet (Braun & Clarke, 2006). Det var viktig å bevisst lete etter mønstre som kunne knyttes opp mot problemstillingen. Ved å benytte begge formene for koding, muliggjorde det å utvide og videreutvikle de kodene som allerede var laget slik at mønstre som ikke var forutsett, men som likevel var relevante for problemstillingen, kunne være med på å gi resultater.

De overordnede hovedområdene sammenfalt med basisen for kodene som var utgangspunktet for analysen. Innenfor alle kategoriene var det behov for flere koder. Slik kunne det lettere skilles mellom de ulike mønstrene som dukket opp. Eksempelvis var det innenfor «Undervisning» og «Vurdering» behov for koder som «Refleksjon» og «Utfordringer». Disse kodene ble til induktivt.

Skillet mellom undervisning, vurdering og eksamen i en diskusjon blir noe utydelig i intervjuene. Det er kun tendenser ved noen få hovedområder som er relevant for å belyse den gitte problemstillingen og det som blir overflødig i denne sammenhengen blir sett bort ifra. Derfor er det ikke gjort en fullstendig koding av intervjuene.

3.3.4 Tekniske hjelpemidler (kodeverktøy)

For transkriberingsdelen ble det tatt i bruk Hypertranscribe Version 1.6.1 og kodingen ble gjort i HyperResearch Version 3.7.1.

Hypertranscribe effektiviserte transkriberingsprosessen ved å tillate avspilling og repetisjon av sekvenser med få tastetrykk. Den transkriberte teksten, som ble skrevet inn i et vindu i programmet, ble senere overført til et Word-dokument slik at det kunne åpnes i HyperResearch. HyperResearch krever at et kodesett bli lagt inn. Disse kodene kan kategoriseres i flere nivåer. Ved koding av datamaterialet kan enten enkeltkoder eller hele kategorier knyttes opp mot det gjeldende tekstområdet. Programmet gir kontinuerlig en oversikt over antall ganger de ulike kodene blir brukt.

3.4 Troverdighet

3.4.1 Reliabilitet

Reliabilitet handler om påliteligheten og reproduserbarheten til forskningen og resultatene som forskningen gir (Cohen m.fl., 2011). Forskningen tilhørende dette prosjektet er delt opp i to ulike metoder. Reliabiliteten må derfor deles opp i henhold til de ulike metodene som benyttes.

I kategoriseringsdelen er det dannet en definisjon om hva som ligger i begrepene kvalitativt og kvantitativt. Ut fra den definisjonen som er lagt til grunn for kategoriseringen vil

kategoriseringen kunne reproduseres. Påliteligheten bak definisjonen styrkes ettersom den bygger på anerkjente teorier og lærerveiledninger knyttet opp til de lærebøkene som benyttes i Fysikk 2 i videregående skole. Likevel er det noen kompetansemål som vil defineres som grensetilfeller. For å styrke reliabiliteten har derfor flere professorer og doktorgradsstudenter, fra skolelaboratoriet på Fysisk institutt UiO, vært med i en diskusjon om de gjeldene grensetilfellene.

Når det gjelder intervjudelen av oppgaven, vil spørsmålet om reliabilitet bli noe annerledes. Enhver intervjusituasjon vil være unik og derfor ikke reproduserbar (Cohen m.fl., 2011). Reliabiliteten til et intervju vil avhenge av om samme resultater ville oppstått dersom forskningen var gjennomført på et annet sted til en annen tid. Reliabiliteten vil styrkes dersom analysemetoden er godt beskrevet, ettersom reproduserbarheten er knyttet opp mot analysen som er gjort av det innsamlede datamaterialet. Det at den ene fokusgruppen er sammensatt av nære kollegaer vil svekke muligheten for å reprodusere resultatene, ettersom fokusgruppeintervjuet vil bære preg av bekjentskapet.

3.4.2 Validitet

Validitet går ut i hvilken grad man måler det man i utgangpunktet ønsket å undersøke. Kort fortalt altså gyldigheten til forskningen (Cohen m.fl., 2011).

Man kan ikke se bort ifra forskerens innvirkning på verken datamaterialet eller resultatet. Dette gjelder både for kategoriseringen og fokusgruppeintervjuene. I tillegg er det viktig å bevare en høy begrepsvaliditet og derfor legge fokus på hva som legges i begrepene kvalitative kompetansemål og kvantitative kompetansemål (Cohen m.fl., 2011).

Når det gjelder intervjuene ble det gjennomført mer enn ett fokusgruppeintervju og dette vil være med på å styrke validiteten. Likevel må det igjen nevnes at den ene gruppen er satt sammen av nære kollegaer, og dette kan spille inn på validiteten. Derfor vil validiteten styrkes av å ha fokusgrupper fra to ulike skoler.

Gruppene er ikke tilfeldig valgt og deltakerne representerer kun seg selv og sine personlige meninger. Det kan derfor ikke gjøres noen generaliseringer på bakgrunn av disse intervjuene. Ettersom begge skolene er fra det sentrale østlandsområdet gir ikke datamaterialet noe bredde

med tanke på lokasjon, og dette kan ha innvirkning på validiteten. Likevel vil det gi en innsikt i de aktuelle lærernes vurdering av spørsmålene som ble diskutert under intervjuet.

Kategoriseringen er gjort ut i fra begrunnede definisjoner og teoretiske standpunkt og vil derfor, med utgangspunkt i de rammene som er satt, ha relativt høy validitet. Disse rammene har ved flere anledninger vært diskutert med professorer og doktorgradsstudenter på skolelaboratoriet på Fysisk institutt UiO.

Trianguleringen som er brukt, vil styrke den totale validiteten til masterprosjektet (Cohen m.fl., 2011). Ønsket er å se på sammenhengen mellom kvalitative kompetansemål i Fysikk 2 og eksamen. Ut fra beskrivelsene av metodene som er brukt, og det teoretiske rammeverket som tilhører, vil det kunne antas at denne sammenhengen måles.

4 Resultater

4.1 Kategorisering

4.1.1 Kompetansemål

For å kunne begynne kategoriseringen av kompetansemålene var det behov for en klar definisjon av hva som legges i skillet mellom kvalitativt og kvantitativt. Som nevnt tidligere er kvalitativ definert på følgende måte; *Kvalitative kompetansemål er mål som ikke besvares ved bruk av tallverdier eller formler.*

Kompetansemålene er i varierende grad detaljbeskrevet og mange er sammensatt av flere ulike kompetanser. For å enklere kunne skille de ulike målene fra hverandre har læreplanen blitt delt opp i flere delmål. Eksempelvis har målet «*Beskrive homogene og inhomogene elektriske felt og bruke Coulombs lov*» blitt delt opp i to delmål der det første er «*Beskrive homogene og inhomogene elektriske felt*» og det andre er «*Bruke Coulombs lov*». Totalt har dette gitt 39 delmål. Se vedlegg B for fullstendig oversikt over oppdelingen som er gjort.

Til tross for denne oppdelingen er det likevel delmål som kan betegnes både som kvalitative og kvantitative. De målene har blitt plassert i begge kategorier. Et eksempel på et slikt grensetilfelle er delmål 1.5 *Bruke Newtons lover på vektorform for bevegelse i homogene magnetiske felt og i homogent gravitasjonsfelt*. Oppgaver som tester dette delmålet kan ha en kvalitativ vinkling hvor det for eksempel skal diskuteres hvilke krefter som virker inn på et objekt, eller en kvantitativ vinkling hvor styrken på kreftene skal regnes ut.

Tabellen under viser den endelige kategoriseringen fordelt i de ulike hovedområdene.

| Klassisk fysikk | |
|--|--|
| Kvalitativ | Kvantitativt |
| <ul style="list-style-type: none"> • 1.1.1 Beskrive homogene og inhomogene elektriske felt • 1.2.1 Beskrive homogene og inhomogene gravitasjonsfelt • 1.3.1 Beskrive magnetiske felt rundt permanentmagneter og elektriske strømmer • 1.4.1 Gjøre rede for begrepet magnetisk fluks • 1.5 Bruke Newtons lover på vektorform for bevegelse i homogene magnetiske felt og i homogent gravitasjonsfelt | <ul style="list-style-type: none"> • 1.1.2 Bruke Coulombs lov • 1.2.2 Bruke Newtons gravitasjonslov • 1.3.2 Beregne magnetisk flukstetthet rundt en rett leder • 1.3.3 Beregne kraft på en leder i magnetisk felt • 1.4.2 Bruke Faradays induksjonslov • 1.5 Bruke Newtons lover på vektorform for bevegelse i homogene magnetiske felt og i homogent gravitasjonsfelt • 1.6 Regne ut akselerasjon og krefter på objekter som beveger seg med konstant fart i en sirkelbane, og på objekter i en vertikal sirkelbane i øvre og nedre punkt • 1.7 Gjøre beregninger med loven om bevaring av bevegelsesmengde for sentrale støt |
| Moderne fysikk | |
| Kvalitativt | Kvantitativt |
| <ul style="list-style-type: none"> • 2.1.1 Gjøre rede for postulatene som er grunnlag for den spesielle relativitetsteorien • 2.1.2 Drøfte kvalitativt noen av konsekvensene av denne teorien for tid, bevegelsesmengde og energi. • 2.1.3 Gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien • 2.2.1 Gjøre rede for Einsteins forklaring av fotoelektrisk effekt • 2.2.2 Kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med fotoelektrisk effekt representerer et brudd med klassisk fysikk • 2.2.3 Kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med comptonspredning representerer et brudd med klassisk fysikk | <ul style="list-style-type: none"> • 2.4.1 Gjøre rede for Heisenbergs uskaphetsrelasjon • 2.3.1 Gjøre rede for bevaringslover som gjelder i prosesser med elementærpartikler |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 2.2.4 Kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med partiklers bølgenatur representerer et brudd med klassisk fysikk • 2.3.1 Gjøre rede for bevaringslover som gjelder i prosesser med elementærpartikler • 2.3.2 Beskrive vekselvirkningene mellom elementærpartikler • 2.4.1 Gjøre rede for Heisenbergs uskaphetsrelasjon • 2.4.2 Beskrive fenomenet sammenfiltrede fotoner • 2.4.3 Gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av Heisenberg uskarphetsrelasjon • 2.4.4 Gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av sammenfiltrede fotoner | |
| Å beskrive naturen med matematikk | |
| Kvalitativt | Kvantitativt |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 3.1.1 Beskrive banen til en partikkel ved hjelp av parameterframstilling • 3.1.2 Bruke derivasjon til å regne ut posisjon fart og akselerasjon når en av de tre størrelsene er kjent. • 3.2.1 Bruke integralregning til å bestemme arbeid og endring i potensiell energi i sentralfelt • 3.2.2 Bruke integralregning til å bestemme arbeid og endring i potensiell energi for en fjær som strekkes. • 3.3 Analysere ulike matematiske modeller for en fysisk situasjon, med og uten digitale verktøy, og vurdere hvilken modell som beskriver situasjonen best |

| Den unge forskeren | |
|---|---|
| Kvalitativt | Kvantitativt |
| <ul style="list-style-type: none"> • 4.1 Drøfte hvordan ulike fysiske teorier kan eksistere ved siden av hverandre, til tross for at de kan være motstridende • 4.2.1 Gi eksempel på en vitenskapelig strid som ble avklart, og hvordan avklaringen kom • 4.2.2 Gi eksempel på en vitenskapelig strid som ennå ikke er avklart, og gjøre rede for hvorfor den ikke er avklart • 4.3 Gjennomføre relevante forsøk innen de forskjellige hovedområdene, med og uten digitale verktøy • 4.5 Vurdere begrensninger i valgt metode og utstyr og foreslå forbedringer og videreutvikling av forsøk | <ul style="list-style-type: none"> • 4.4 Anslå usikkerhet i innsamlede måledata og regne ut usikkerheten i det endelige resultatet |
| Fysikk og teknologi | |
| Kvalitativt | Kvantitativt |
| <ul style="list-style-type: none"> • 5.1 Gjøre rede for teknologiske anvendelser av induksjon • 5.2 Beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som røntgen, ultralydabbildning og magnetisk resonansabbildning • 5.3 Gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd | <ul style="list-style-type: none"> • 5.3 Gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd |

Tabell 1: Kategorisering av delmålene fordelt i kvalitativt eller kvantitativt.

Totalt har 22 delmål blitt kategorisert som fullstendig kvalitative. Dette utgjør ca 56% av hele læreplanen. Tilsvarende har 4 delmål blitt ansett som grensetilfeller og de resterende 13 som fullstendig kvantitative. Denne fordelingen er basert på læreplanens utforming og ordlegging. Kategoriseringen er gjort i samarbeid med erfarne lærere og professorer fra Fysisk institutt UiO. Likevel må det påpekes at noen av delmålene, selv om det ikke beskrives eksplisitt, krever en kvalitativ forståelse av begreper og fenomener til tross for at målet i seg selv kun krever å kunne benytte en lov. Eksempelvis skal eleven kunne bruke Faradays induksjonslov. For å kunne bruke den, kreves en kvalitativ forståelse om hva induksjon er. Kompetansemålet i seg selv er klassifisert som kvantitativt, men noe kvalitativ forkunnskap kreves.

4.1.2 Eksamensoppgaver

For kategoriseringen av eksamensoppgaver er alle tidligere Fysikk 2 eksamener etter innføringen av LK06 tatt med. Alle oppgaver som kan løses kvalitativt er talt opp, selv om mange av de samme oppgavene også vil kunne løses kvantitativt. Det er gjort et skille mellom Del 1 og Del 2 under opptellingen for å undersøke om det finnes et mønster i fordelingen av de kvalitative oppgavene. Gjennomsnittlig er det ca 46% kvalitative oppgaver totalt på en eksamen og prosentfordelingen fra de ulike oppgavesettene er vist i tabellen under.

| Kvalitative oppgaver - prosentfordeling | | | |
|--|--------------|--------------|---------------|
| | Del 1 | Del 2 | Totalt |
| Vår 2009 | 41 % | 25 % | 54 % |
| Høst 2009 | 43 % | 13 % | 34 % |
| Vår 2010 | 55 % | 17 % | 44 % |
| Høst 2010 | 50 % | 17 % | 40 % |
| Vår 2011 | 39 % | 11 % | 30 % |
| Høst 2011 | 47 % | 21 % | 39 % |
| Vår 2012 | 76 % | 19 % | 58 % |
| Høst 2012 | 48 % | 25 % | 40 % |
| Vår 2013 | 66 % | 19 % | 52 % |
| Høst 2013 | 58 % | 25 % | 48 % |
| Vår 2014 | 71 % | 31 % | 57 % |
| Høst 2014 | 65 % | 38 % | 55 % |
| Vår 2015 | 62 % | 25 % | 49 % |
| Høst 2015 | 48 % | 25 % | 42 % |

Tabell 2: Prosentfordelingen av kvalitative oppgaver på eksamen

Noen oppgaver har vært sammensatt av ulike deler som skal løses både kvalitativt og kvantitativt. Disse har blitt talt som en halv oppgave da prosentfordelingen ble utregnet.

Tabellen over tar ikke hensyn til vektning av de ulike oppgavene på eksamen. For å bedre illustrere hvordan den reelle prosentfordelingen mellom kvalitative og kvantitative oppgaver vil se ut, er det laget en tilsvarende tabell som har tatt hensyn til poengvektningen som gjøres under vurdering av eksamen.

På eksamen vektet Del 1 40% og Del 2 60%. Flervalgsoppgavene i Del 1 teller sammenlagt 20% av eksamen (50% av Del 1).

| Kvalitative oppgaver - prosentfordeling vektet | | | |
|---|--------------|--------------|---------------|
| | Del 1 | Del 2 | Totalt |
| Vår 2009 | 33 % | 15 % | 48 % |
| Høst 2009 | 18 % | 8 % | 26 % |
| Vår 2010 | 17 % | 10 % | 27 % |
| Høst 2010 | 20 % | 10 % | 30 % |
| Vår 2011 | 26 % | 6 % | 32 % |
| Høst 2011 | 22 % | 13 % | 35 % |
| Vår 2012 | 34 % | 12 % | 46 % |
| Høst 2012 | 16 % | 15 % | 31 % |
| Vår 2013 | 22 % | 12 % | 34 % |
| Høst 2013 | 25 % | 15 % | 40 % |
| Vår 2014 | 26 % | 19 % | 45 % |
| Høst 2014 | 27 % | 23 % | 49 % |
| Vår 2015 | 23 % | 15 % | 38 % |
| Høst 2015 | 16 % | 15 % | 31 % |

Tabell 3: Prosentfordelingen av kvalitative oppgaver på eksamen når vektingen av oppgavene er tatt hensyn til.

Fra tabellen er det gjennomgående at det er flest kvalitative oppgaver på Del 1 av eksamen. Når det er tatt hensyn til vektingen av de ulike oppgavene endrer gjennomsnittet av antall kvalitative oppgaver på eksamen seg fra ca 46% til ca 37%.

Det er i denne kategoriseringen gjort et valg om at bruk av lover for å bestemme retningen til ulike vektorer regnes som kvalitativt. Et eksempel på dette er bruk av høyrehåndsregelen i magnetfelt.

Kategoriseringen er gjort i samarbeid med to fysikklærere og professorer fra Fysisk institutt UiO. Likevel vil det kunne ha oppstått noen inkonsekvenser i kategoriseringen på grunn av oppgavenes formuleringer eller andre faktorer.

4.2 Sammenlikning av eksamen og kompetansemål

Etter kategoriseringen av eksamen og kompetansemålene separat, ble det gjort en sammenlikning av disse opp mot hverandre. Oppgavene fra eksamen som ble regnet som kvalitative ble knyttet opp mot et eller flere delmål fra læreplanen. Delmålene som ble knyttet opp var ikke nødvendigvis kategorisert som kvalitative delmål.

I tabellen nedenfor er det en fullstendig oversikt over antall kvalitative oppgaver som ble gitt per del, per eksamen og delmålene som har blitt knyttet opp mot oppgavene. Tabellen viser også hvor mange ganger de ulike delmålene har blitt testet per eksamen. Noen oppgaver er sammensatt av flere ulike deler, hvor en eller flere deler har vært kvalitativ. Disse har blitt representert i fordelingen som «delvis».

| Våren 2009 | | | |
|------------------------------------|---|---------------------------------------|--|
| Del 1 Totalt 27 oppgaver | | Del 2 Totalt 12 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 19 | Delmål 1.1.1 1.2.1 (5 ganger) 1.3.1 1.3.3 1.5 (5 ganger) 2.1.1 (2 ganger) 2.1.2 2.2.2 2.3.1 (2 ganger) 2.3.2 5.2 (3 ganger) 5.3 | Kvalitative oppgaver 2 2 delvis | Delmål 1.1.1 1.7 4.4 (2 ganger) |
| Høsten 2009 | | | |
| Del 1 Totalt 28 oppgaver | | Del 2 Totalt 12 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 12 | Delmål 1.1.1 1.2.1 1.5 2.1.2 2.1.3 2.2.2 (2 ganger) 2.2.3 (2 ganger) 2.2.4 2.3.2 2.4.1 2.4.2 5.2 (2 ganger) | Kvalitative oppgaver 1 1 delvis | Delmål 1.4.1 (2 ganger) 1.5 |

| Våren 2010 | | | |
|--|--|---------------------------------------|--|
| Del 1 Totalt 28 oppgaver | | Del 2 Totalt 12 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 15 1 delvis | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.2.1 (2 ganger) 1.3.1 1.5 (4 ganger) 2.1.3 2.2.1 2.2.2 (2 ganger) 2.2.3 (2 ganger) 2.2.4 2.3.1 (3 ganger) 2.3.2 (2 ganger) 5.2 (2 ganger) | Kvalitative oppgaver 4 delvis | Delmål 1.4.1 1.4.2 1.5 (3 ganger) |
| Høsten 2010 | | | |
| Del 1 Totalt 28 oppgaver | | Del 2 Totalt 12 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 14 | Delmål 1.1.1 1.4.1 1.5 (3 ganger) 1.6 2.1.1 2.1.3 2.2.2 2.2.3 2.2.4 2.3.2 5.2 5.3 | Kvalitative oppgaver 4 delvis | Delmål 1.1.1 1.5 (3 ganger) |
| Våren 2011 | | | |
| Del 1 Totalt 28 oppgaver | | Del 2 Totalt 14 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 11 | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.2.1 1.5 (3 ganger) 2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.2.1 (2 ganger) 2.3.1 (2 ganger) 5.3 | Kvalitative oppgaver 1 1 delvis | Delmål 1.5 (2 ganger) |

| Høsten 2011 | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
| Del 1 Totalt 29 oppgaver | | Del 2 Totalt 12 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 13 1 delvis | Delmål 1.1.1 1.4.1 (2 ganger) 1.3.1 1.5 (4 ganger) 2.1.1 2.1.2 (2 ganger) 2.2.1 2.2.4 2.3.1 5.2 | Kvalitative oppgaver 2 1 delvis | Delmål 1.4.1 (2 ganger) 1.5 (2 ganger) |
| Våren 2012 | | | |
| Del 1 Totalt 29 oppgaver | | Del 2 Totalt 13 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 22 | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.2.1 (2 ganger) 1.3.1 (3 ganger) 1.4.1 (2 ganger) 1.5 (7 ganger) 1.7 2.1.2 (3 ganger) 2.2.1 2.3.1 2.4.1 5.3 | Kvalitative oppgaver 1 3 delvis | Delmål 1.3.1 1.5 (3 ganger) |
| Høsten 2012 | | | |
| Del 1 Totalt 28 oppgaver | | Del 2 Totalt 14 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 13 1 delvis | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.2.1 1.2.2 (2 ganger) 1.4.1 1.4.2 1.5 (5 ganger) 2.1.3 2.2.3 2.3.2 4.2.1 5.3 | Kvalitative oppgaver 2 3 delvis | Delmål 1.1.1 1.2.1 1.5 (4 ganger) |

| Våren 2013 | | | |
|--|--|---------------------------------------|---|
| Del 1 Totalt 31 oppgaver | | Del 2 Totalt 13 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 20 1 delvis | Delmål 1.1.1 (3 ganger) 1.2.1 (2 ganger) 1.2.2 1.4.2 (4 ganger) 1.5 (6 ganger) 2.1.1 2.1.2 2.2.1 2.2.3 2.3.2 2.4.1 3.2.2 | Kvalitative oppgaver 2 1 delvis | Delmål 1.5 (3 ganger) |
| Høsten 2013 | | | |
| Del 1 Totalt 31 oppgaver | | Del 2 Totalt 14 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 18 | Delmål 1.1.1 1.2.1 1.2.2 1.3.1 (2 ganger) 1.4.1 1.4.2 (2 ganger) 1.5 (5 ganger) 1.6 1.7 2.1.1 2.1.2 3.2.2 5.3 | Kvalitative oppgaver 3 1 delvis | Delmål 1.1.1 1.2.1 1.5 (2 ganger) |
| Våren 2014 | | | |
| Del 1 Totalt 31 oppgaver | | Del 2 Totalt 16 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 22 | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.2.1 1.3.1 (2 ganger) 1.4.1 1.5 (8 ganger) 2.1.1 2.1.2 (2 ganger) 2.2.1 2.2.2 2.3.2 3.2.2 5.2 | Kvalitative oppgaver 5 | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.4.1 1.4.2 (3 ganger) |

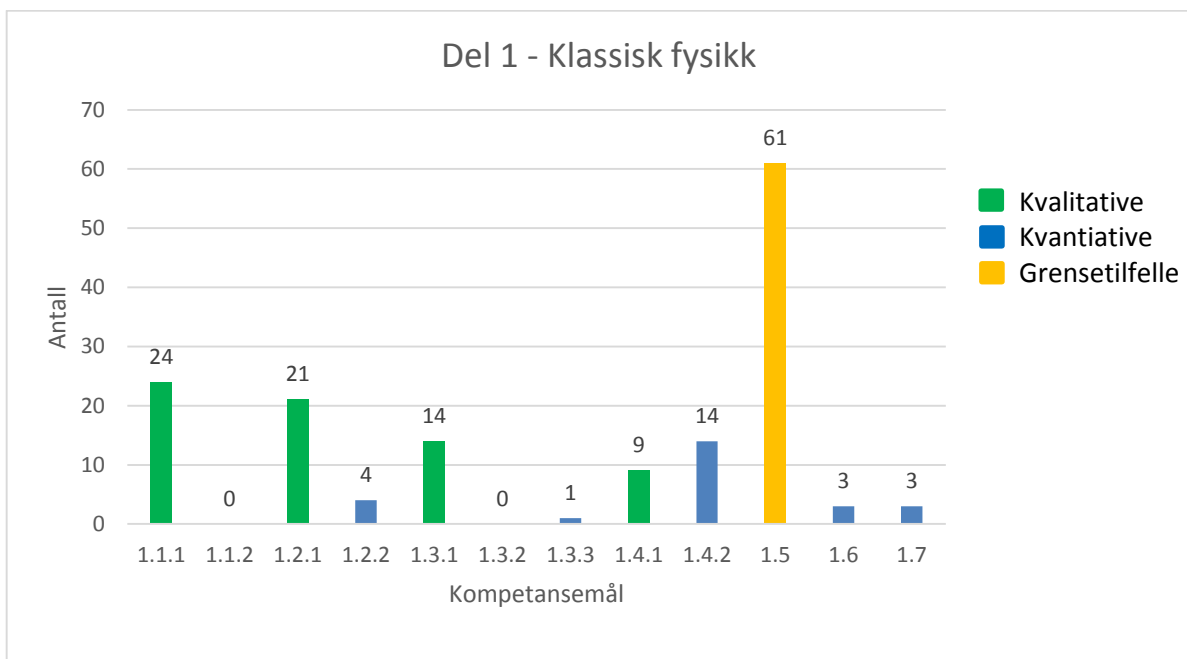
| Høsten 2014 | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
| Del 1 Totalt 31 oppgaver | | Del 2 Totalt 16 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 20 | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.2.1 (2 ganger) 1.3.1 1.4.1 (2 ganger) 1.4.2 (3 ganger) 1.5 (3 ganger) 1.7 2.1.1 2.1.2 2.2.3 (2 ganger) 2.2.4 2.3.1 (3 ganger) (1u) 5.3 | Kvalitative oppgaver 6 | Delmål 1.3.3 (2 ganger) 1.4.2 (3 ganger) 1.5 (2 ganger) (3b1) |
| Våren 2015 | | | |
| Del 1 Totalt 29 oppgaver | | Del 2 Totalt 16 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 17 2 delvis | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.2.1 (3 ganger) 1.3.1 (2 ganger) 1.4.2 (2 ganger) 1.5 (3 ganger) 2.1.1 2.1.2 2.2.1 2.2.2 (2 ganger) 2.2.3 2.3.1 2.4.3 5.3 | Kvalitative oppgaver 4 | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.5 (3 ganger) 2.1.3 |
| Høsten 2015 | | | |
| Del 1 Totalt 33 oppgaver | | Del 2 Totalt 12 oppgaver | |
| Kvalitative oppgaver 16 | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.3.1 1.4.2 (3 ganger) 1.5 (4 ganger) 1.6 2.1.3 2.2.1 2.3.1 3.2.2 5.3 | Kvalitative oppgaver 2 2 delvis | Delmål 1.1.1 (2 ganger) 1.4.1 1.5 |

Tabell 4: Oversikt over antall kvalitative oppgaver det er på hver eksamen og hvilke delmål de tester

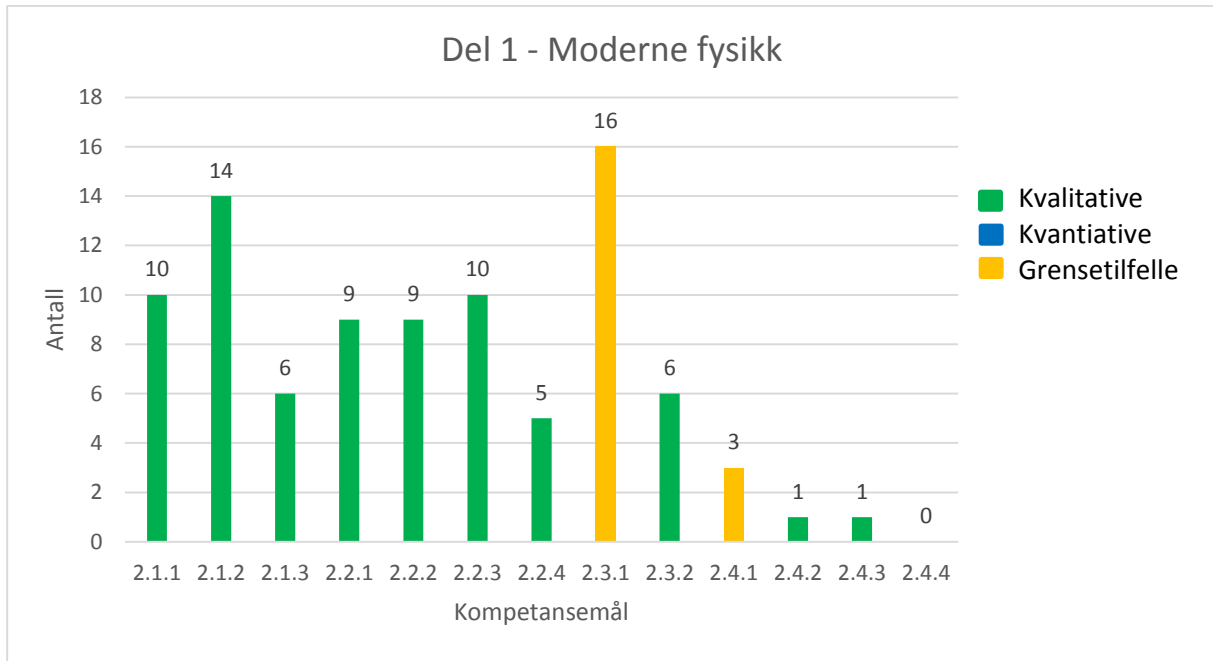
For å få en bedre oversikt over hvilke kvalitative delmål som har blitt testet innenfor hvert hovedområde, er det også laget søylediagrammer innenfor hvert hovedområde av læreplanen. Diagrammene er laget ut fra datamaterialet fra alle eksamenssettene, og det er fremdeles gjort et skille mellom Del 1 og Del 2. Alle delmålene som er testet kvalitativt på eksamen, er ikke nødvendigvis kategorisert som kvalitative i utgangspunktet. Det er derfor gjort et valg om å ta med alle delmålene til hvert hovedområde i oversikten på Del 1 slik at det kommer tydelig frem hvilke mål som har blitt testet på en kvalitativ måte. I klassisk fysikk er delmål 1.5 testet kvalitativt hele 61 ganger på Del 1 til tross for at det har blitt regnet som et grensetilfelle i kategoriseringen.

På Del 2 var det så få delmål som ble testet kvalitativt at det kun er laget *ett* søylediagram. Diagrammet illustrerer hvor mange ganger de ulike delmålene har blitt testet kvalitativt.

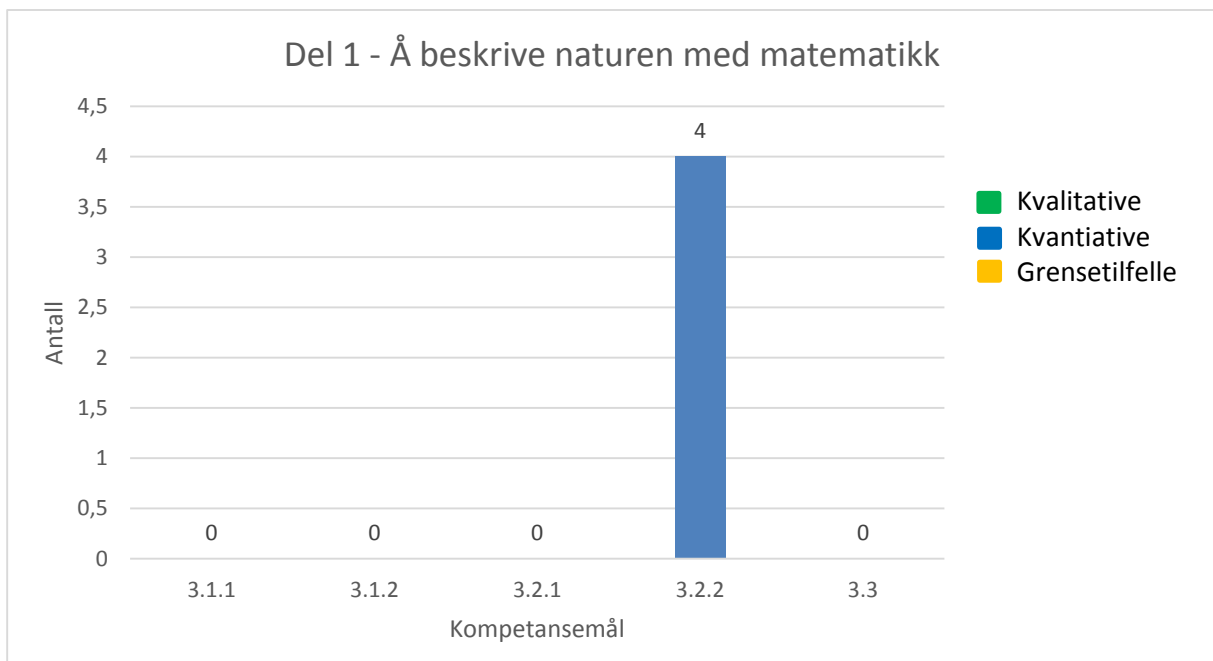
I alle diagrammene er de kvalitative delmålene merket med grønne søyler og de kvantitative delmålene merket med blå søyler. De delmålene som er kategorisert som grensetilfeller er merket med gule søyler.



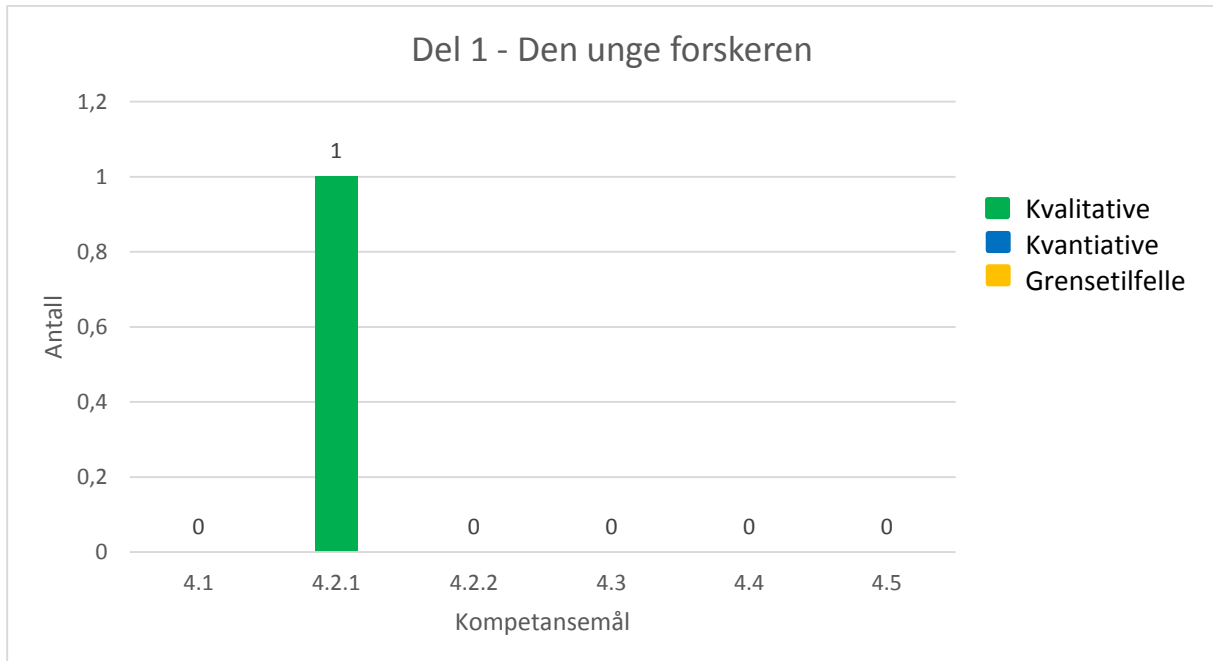
Figur 1: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Klassisk fysikk» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2



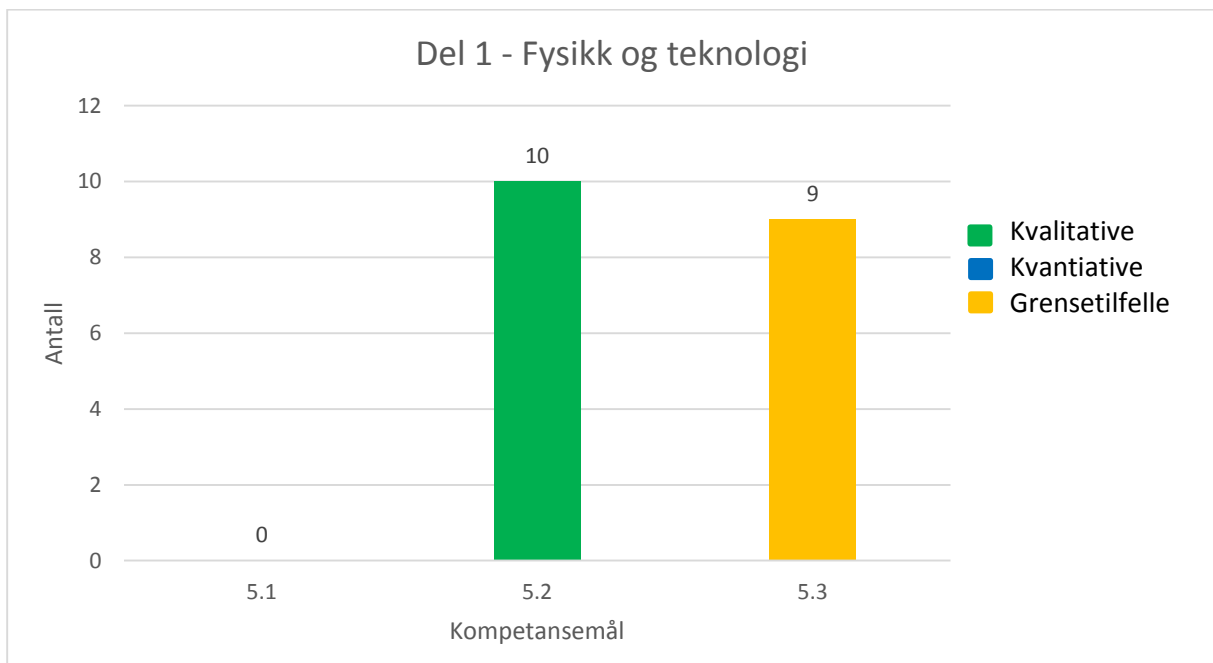
Figur 2: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Moderne fysikk» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2



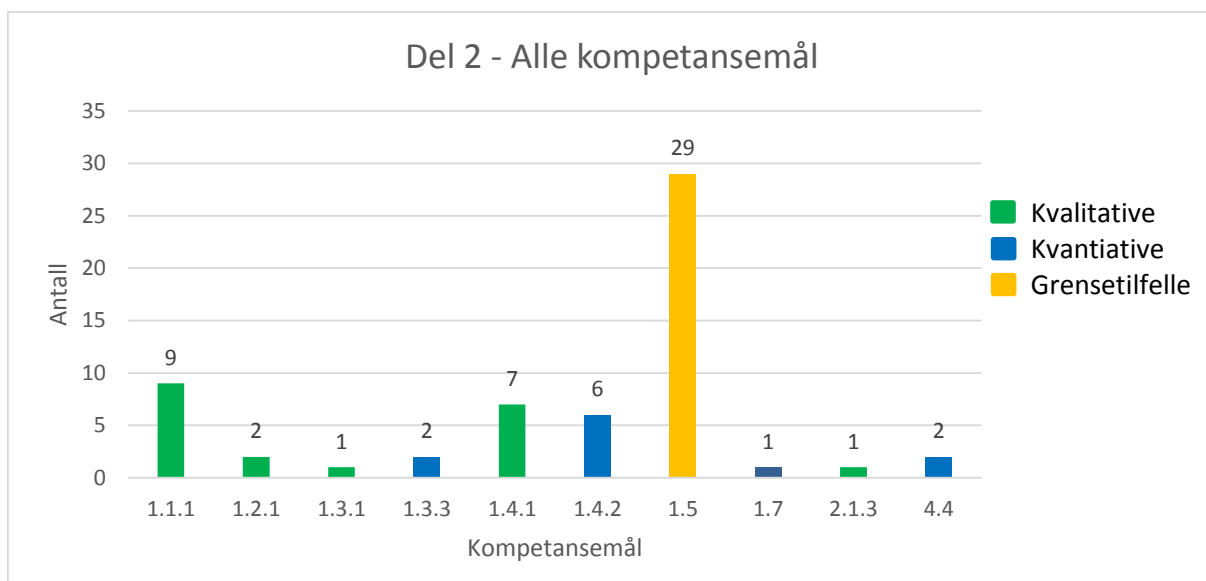
Figur 3: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Å beskrive naturen med matematikk» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2



Figur 4: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Den unge forskeren» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2



Figur 5: Antall ganger ulike delmål i hovedkategorien «Fysikk og teknologi» testes kvalitativt på Del 1 av eksamen i Fysikk 2



Figur 6: Antall ganger ulike delmål testes kvalitativt på Del 2 av eksamen i Fysikk 2

Det kommer tydelig frem fra diagrammene at det er relativt mange kvantitative mål som blir testet på en kvalitativ måte.

En oversikt over antall eksamensoppgaver som tester kvalitative delmål er gitt i tabell 5

| | Antall delmål testet kvalitativt | Antall kvalitative delmål testet kvalitativt |
|--|----------------------------------|--|
| Klassisk Fysikk | 211 | 87 |
| Moderne Fysikk | 91 | 72 |
| Å beskrive naturen med matematikk | 4 | 0 |
| Den unge forskeren | 3 | 0 |
| Fysikk og teknologi | 19 | 10 |
| Totalt | 328 | 169 |

Tabell 5: Oversikt over antall delmål som har blitt testet kvalitativt på eksamen og hvor mange av disse som er kvalitative delmål fordelt på de fem hovedområdene.

Tabellen viser en oversikt over antall delmål som er testet kvalitativt per hovedområde på eksamen, og hvor mange av disse som har testet et kvalitativt delmål. Grensetilfeller er ikke regnet som en kvalitativt delmål i denne oversikten.

4.3 Resultater fra fokusgruppeintervjuene

Resultatene fra fokusgruppeintervjuene vil bli framvist etter hovedkategoriene «undervisning», «vurdering», og «eksamen». Flere sitater er kodet med koder fra flere kategorier ettersom det er en noe flytende overgang mellom kategoriene. Hele kodesettet består av 14 koder fordelt på de tre hovedkategoriene.

4.3.1 Kategorier og koder

Koder i kategorien «Undervisning»:

Fokus i undervisningen: Lærerne snakker om hva de legger vekt på i undervisningssammenheng.

Kompetansemål: Lærerne snakker om hvordan de vektlegger de ulike kompetansemålene.

Kvalitativ undervisning: Lærerne snakker om hvordan de underviser kvalitativ fysikk.

Utfordringer i undervisningen: Lærerne snakker om hvilke utfordringer de støter på i undervisningssammenheng.

Koder i kategorien «Vurdering»:

Kvalitative mål: Lærerne snakker om hvordan vurdering av kvalitative kompetansemål foregår.

Skriftlig vurdering: Lærerne snakker om skriftlig vurdering.

Muntlig vurdering: Lærerne snakker om muntlig vurdering.

Refleksjon: Lærerne snakker om hvordan refleksjon og diskusjon blir tatt med som vurderingsgrunnlag i faget.

Utfordringer med vurdering: Lærerne snakker om hvilke utfordringer som dukker opp i vurderingen av de ulike kompetansemålene.

Vurdering for læring: Lærerne snakker om vurdering for læring.

Vurdering av læring: Lærerne snakker om vurdering av læring eller sluttvurdering.

Koder i kategorien «Eksamen»:

Fokus mot eksamen: Lærerne snakker om hva det fokuseres på i undervisningen mot eksamen.

Kvalitative oppgaver: Lærerne snakker om kvalitative oppgaver i sammenheng med eksamen.

Relevans: Lærerne snakker om relevansen av å eksplisitt øve på kvalitativ kompetanse mot eksamen.

4.3.2 Undervisning

Alle resultater som knyttes direkte til undervisning, presenteres i dette avsnittet. Generelt var det små forskjeller mellom de ulike skolene, og lærerne gjennomførte tilsynelatende undervisningen på ganske lik måte. Det ble sagt at det stramme tidsskjemaet i Fysikk 2 begrenser valgmulighetene for undervisningen, og at det gjerne skulle vært flere undervisningstimer slik at man enklere kunne avvike fra den type undervisningen som betegnes som «tradisjonell» realfagsundervisning.

Hovedsakelig blir det lagt vekt på kvantitativ undervisning, med noen innslag av kvalitativ drøfting, men dette i liten grad.

FG1: «L3 Jeg snakker veldig mye med elevene om det underveis mens vi jobber med oppgaver og det vi ser jo er jo at de ofte bare plukker formler og putter inn uten at de tenker gjennom; gjelder denne i denne situasjonen, hvorfor gjelder ikke den akkurat nå, hvilke andre formler har vi.»

FG2: «L3: Eh, jeg driver veldig på at vi løser oppgaver. Altså at du rett og slett viser forståelse ved at du får til å løse oppgaver, som da er veldig sånn at vi ser sammenhengen mellom de fysiske oppgavene og matematikken. Når de får oppgaver og de vant til å løse oppgaver så har de ingen trøbbel med å forklare.»

En viss mengde eksperimentelt arbeid er pålagt i Fysikk 2 og da lærerne ble stilt spørsmål om hvordan dette fungerer i undervisningen var det delte meninger. Noen lærere mente at elevene synes det er vanskelig å knytte praksis til teori.

FG2: «L1: *opplevelsen min er at de som er svakere igjen, de klarer egentlig ikke også tilegne seg den forståelse av hva som skjer verken fra de praktiske eksperimentene eller det å jobbe med oppgaver og jobbe med den teoretiske beskrivelsen. Så, det sies jo ofte det at jo noen elever er praktikere og det er viktig med mange eksperimenter, men min opplevelse er den at, okei hvis du ikke forstår det teoretisk så forstår du det heller ikke ved hjelp av de fysiske eksperimentene.»*

FG2: «L3: *Eh, ja jeg har, jeg bruker, eh, noen forsøk. Særlig der hvor det er en, hvor vi skal se at teori og regning, stemmer med praktiske resultater.»*

Andre lærere bruker diskusjonen som dukker opp ved eksperimentelt arbeid som et grunnlag for videre undervisning.

FG1: «L2: *Du får et inntrykk av elevene, hvor eleven jobber hen og hvordan de diskuterer for å, eller så kan man bruke det som et startstøt videre.»*

Da det ble stilt spørsmål om hvordan det kvalitative blir vektlagt i undervisningssammenheng var det et utsagn som spesielt utmerket seg. Der blir det poengtert at fysikk formidles med matematikk.

FG1: «L3: *Jeg er litt på jakt etter at de kan matematikk jeg, for fysikk er jo et språk som formidles med matematikk og med en gang man begynner å bruke språket istedenfor matematikk, så er det jo, da har man jo med engang et tolkningsspørsmål av språket. Du mangler jo også de internasjonale koblingene med en gang du bruker språk istedenfor selve symboler, formler, det som kanskje vi holder veldig nært til hjertet da som realister.»*

Disse utsagnene gir et bilde om at det er mest matematikk i fysikkundervisningen og at eksperimentelt arbeid brukes i noen grad.

4.3.3 Vurdering

Lærerne ble stilt flere spørsmål om egen vurderingspraksis. Blant annet ble de spurt om hva slags vurderingssituasjoner som normalt brukes. Skriftlige prøver dominerer vurderingene og det blir blant annet sagt følgende.

FG1: «L3: *Jeg skulle gjerne hatt tid til muntlig høring mere altså, men det er ikke tidsmessig (...) nei det går ikke.»*

FG2: «L1: *Jeg bruker hovedsakelig skriftlige prøver. Eh fordi de er konkrete og på grunn av tidsbruken. Fordi muntlige høringer tar mye lengre tid og fordi, særlig med de flinke elevene vi har her på sånn femmer sekser nivå, så er det å lære seg de relativt små (...) eller det er relativt lite omfang på den kvalitative kunnskapen som de skal framvise i fysikk»*

Det at skriftlige prøver dominerer vurderingsgrunnlaget blir også begrunnet i at andre vurderingssituasjoner ofte er vanskeligere å dokumentere.

FG1: «L3: *Vi prøver vel å bevege oss bort fra bare de skriftlige prøvene, men de er veldig gode knagger å henge vurderingen på og ikke minst i forhold til dokumentasjon er de veldig gode knagger å henge vurderingen på.»*

I tillegg blir det sagt at elevene skal føle seg trygge på at det som blir sagt i diskusjoner i undervisningen ikke vil ha en innvirkning på helhetsvurderingen senere.

FG1: «L2: *(...) De må liksom være trygge på at dette her ikke brukes mot meg, hvis jeg sier noe, hvis jeg prøver meg fram og sier noe som kanskje ikke er helt riktig, men jeg prøver likevel så...»*

Derfor blir ikke diskusjon og refleksjon i sammenheng med praktisk arbeid tatt med som en del av vurderingsgrunnlaget.

Ettersom det kommer klart fram at det er skriftlige prøver som dominerer, ble det videre spurt om elevene må begrunne svarene sine i vurderingssituasjoner.

FG1: «L1: *Jeg er opptatt av de skal svare hvorfor de gjør som de gjør eller begrunne liksom hvorfor altså det går jo til og med på kvantitative spørsmål da. Begrunne hvorfor gjorde du sånn.. ja.»*

FG1: «L3: *Hvor kommer den formelen fra, hvilke grunnprinsipper er det vi tar utgangspunkt i. Og det vil jeg også at de skal vise på prøver, at de skal ta utgangspunkt i standardformlene vi har og utlede derfra. Og ikke komme med noen halvkvalte halvkvalte formler selv om de finner de ett eller annet sted i boka*»

Det er delte meninger om hvor viktig det er å begrunne svar i en vurderingssituasjon, men det er enighet i om at det bør gjøres til en viss grad. Det er lite kvalitativt som vurderes i utgangspunktet, og derfor lite forklaringer som er forventet.

FG2: «L2: *Jeg legger liten vekt på det kvalitative da, men på en sånn typisk test så er det kanskje et par spørsmål av tyve eller noe sånt noe. Og resten er fokus på regning. Det er grunnen den fordelingen tipper jeg.*»

FG2: «L1: *Jeg varierer da litt det kvalitative og kvantitative ganske enkelt fordi at hvis jeg bare har med det ene eller det andre, hvertfall hvis jeg bare har med det kvalitative så er det såpass små, enkle læreplanmål at elevene bare kan pugge en toppbesvarelse. Mens hvis de da også skal regne da og kjenne til det, så får jeg mer en besvarelse som faktisk viser om elevene har forstått og kan hente ut den fornuftige kunnskapen.*»

Likevel uttrykkes det at kvalitativ begrunnelse er nyttig for å evaluere elevenes reelle kompetanse.

FG1: «L1: *Men jeg tror det er veldig viktig å ha det med. For jeg hadde sånn som på den eeh prøven jeg hadde nettopp nå. Så hadde jeg et spørsmål som forklar liksom dette med absorpsjon og eksitasjon og sånt og da skulle de skrive en liten sånn forklarende tekst rundt det. Og da kom det veldig tydelig fram hvilken forståelse de hadde på en måte i bunn da. Så jeg tror egentlig sånne spørsmål kan være fine å ha med. For da kom det liksom fram hva de hadde misforstått og det var noen som hadde misforstått liksom bruken av de ulike begrepene da.*»

Prøvene inneholder tilsynelatende lite kvalitative oppgaver og holdningene til kvalitative oppgaver er varierte. Her viste det seg å være delte meninger spesielt på vurderingsarbeidet rundt slike oppgaver. På den ene skolen hadde lærerne klare meningen om at kvalitative oppgaver ikke er vanskelig å vurdere, bare tidkrevende.

FG1: «L3: Ja'a det er mer tidkrevende, det er det. Men det er ikke vanskelig, det er det ikke.»

FG1: «L1: Nei, og hvis man har gjort det klart for seg på forhånd hvilke punkter man vil ha med så er det på en måte.. greit, å se om de elevene har skrevet nok forklaring, fått med de og de detaljene, da er det på en måte bare å huke av og på om de har tatt med det.»

Lærerne på den andre skolen hadde en noe annen mening om vurdering av nettopp det kvalitative. De sier at det er vanskelig å trekke for mangelfull besvarelse, og at det fort kan bli uklart hvilken kompetanse elevene reelt viser.

FG2: «L1: Jeg synes det er veldig vanskelig å trekke for manglene, hvis det ikke er, hvis de ikke skriver nok da for å si det sånn så synes jeg det er litt vanskelig å trekke dem ned for at det er små feil og mangler og det er, ja jeg synes det er litt vanskelig å vurdere de kvalitative målene ofte.»

FG2: «L2: Det blir litt sånn enten eller, altså enten er det helt på jordet svar eller så er det mange varianter av noe riktig og vanskelig å kanskje vurdere de mange riktige beskrivelsene da.»

FG2: «L3: Jeg jeg synes det er nesten ubehagelig sånne. Og ihvertfall ubehagelig å rette. Jeg vil ha det kort og klart, og underviser sånn også. Og prøver å få de til å gjøre oppgavene korte og klare og tydelige, og vi bruker færrest mulig ord rett og slett og skriver, forklarer kortest mulig.»

Oppsummert er det skriftlige vurderinger med hovedvekt på det kvantitative som går igjen blant disse lærerne. Vurderingene av det kvalitative er mer tidkrevende og vanskeliggjør dokumenteringen av elevenes kunnskapsnivå.

4.3.4 Eksamen

Spørsmålene som ble stilt angående eksamen gikk hovedsakelig ut på hvordan lærerne oppfatter eksamen, og hva som er relevant å trene på i forkant av eksamen.

Da lærerne ble spurt om de mener at de kvalitative kompetansemålene er relevante for eksamen, var responsen at det ikke er ansett som det som bør prioriteres, men at det likevel er viktig at elevene kan reflektere.

FG1: «L4: Du snakker om bare hva hele, veldig [utydelig] vurdering. For jeg har tenkt litegrann som privatistsensurering og det er noe helt annet altså. Der er det ... på refleksjon om dem kommer opp i 5-6 (...) at dom resonnerer riktig for å komme opp fram til svaret og alt det der. Det er virkelig kvantitativt, at man, eller kvalitativt at man liter seg fram til at det er et riktig resonnement til at man kommer seg fram til at hva man skal gjøre.»

FG1: «L3: Ja, ja det kommer noen sånne praktiske oppgaver med litt som skal sette opp ulike formler og likninger her og, og gjerne diskutere litt rundt.»

Til tross for at de stort sett er enige om at elevene må vise noe refleksjon på eksamen, blir det sagt at denne refleksjonen kan vises matematisk.

FG2: «L3: Men vi har sett at noen av disse som skriver helt kompakt, som ikke skriver ett ord også får 6 på eksamen fordi at sannsynlig så ser sensor er fysiker så han skjønner av måten det er satt opp på at det er ikke nødvendig å si det.»

Det blir også sagt at eksamen fort kan basere seg på noen standardoppgaver som går igjen, og at kvalitative oppgaver har en tendens til å bli uklare.

FG2: «L3: Eksempelet er jo at man skal forklare Heisenbergs usikkerhetsrelasjon. Den dukker stadig vekk opp så man må ha øvd noen sånne standard hvor du bare skriver. (...) Jeg ser disse oppgavene som elevene liker best, det er de hvor det er et klart og tydelig problem. Sånne typiske oppgaver, fortell om noen konstanter som har navn etter fysikere og fortell om hva fysikerne er kjent for. Den typen det er vel det som er kvalitativt. Det er ingen som liker fysikk som liker sånne oppgaver.»

I følge flere lærere viser man kvalitativ kunnskap ved kvantitativ oppgaveløsning og de mener at eksamen også er lagt opp på denne måten.

Lærerne ble også spurt om hvordan de forbereder elevene sine frem mot eksamen og hva som er prioritert.

FG1: «L4: Nei, nei, eh da får dom regne hva, i første pri får dom regne altså. Og det det viser forståelse hva, at man ikke får negative bølgelengder og sånt der.»

FG1: «L3: Når jeg skal forberede de så forbereder jeg dem på det kvantitative.»

FG2: «L1: Ja, men ikke fordi at ikke den kvalitative kunnskapen er nyttig, men fordi at på det nivået man ligger på, på videregående så er den så bygger de mye bedre kvalitativ kunnskap ved å holde på med kvantitative oppgaver»

Fra alle disse sitatene kommer det tydelig fram at lærerne som ble intervjuet, fokuserer på kvantitativ undervisning og vurdering, med få innslag av kvalitativ forståelse. Lærerne er også enstemmig enige om at det er den kvantitative kunnskapen som er viktigst å fokusere på fram mot eksamen.

5 Oppsummering, diskusjon og konklusjon

5.1 Oppsummering av resultatene

5.1.1 Kompetansemål

Kompetansemålene er blitt delt inn i 39 delmål. 22 av disse delmålene har blitt kategorisert som fullstendig kvalitative, 4 som grensetilfeller og 13 som fullstendig kvantitative. Dette tilsvarer en prosentfordeling på 56% kvalitativt mot 33% kvantitativt.

Kategoriseringen er gjort med utgangspunkt i definisjonen «*Kvalitative kompetansemål er mål som ikke besvares ved bruk av tallverdier eller formler*». Under kategoriseringen ble det gjort en del begrunnede valg. Blant annet har alle delmål som inneholder begrepene «beregne», «regne ut» eller «bruke lov», blitt antatt som fullstendig kvantitative. Det kvalitative kommer sterkest frem i læreplanens hovedtema «Moderne fysikk».

5.1.2 Eksamen

Mengden kvalitative oppgaver på eksamen varierer fra under 30% til nesten 50%. Uten unntak blir den største andelen kvalitative oppgaver gitt på Del 1 av eksamen. Denne delen, som totalt teller 40% av eksamen, er delt opp i en del med flervalgsoppgaver og en del med oppgaver hvor elevene selv må formulere et svar. De kvalitative oppgaver er hovedsakelig blant de 24 flervalgsoppgaver. Alle disse flervalgsoppgavene gir sammenlagt like stor uttelling som resten av oppgavene på Del 1 av eksamen. Det finnes ingen flervalgsoppgaver på del 2.

5.1.3 Fokusgruppeintervju

Lærernes undervisning:

Alle lærerne var enige om at den kvantitative fysikken får størst fokus i undervisningen. Dette mente de var både fordi fysikere ofte også er opptatt av matematikk, men også fordi det kvalitative er mer tidkrevende.

Selv om det ikke direkte legges stor vekt på det kvalitative ønsker lærerne likevel at elevene skal ha en kvalitativ forståelse av hva de driver med. Det ønskes at elevene drøfter gyldigheten av resultater de får, og at de skal begrunne valg de gjør i oppgavesammenhenger. Diskusjonen og refleksjonen i klasserommet er viktig som et utgangspunkt for videre undervisning, men føles ikke nødvendigvis som relevant undervisning i forkant av vurderinger. Praktiske eksperimenter brukes i den grad læreplanen pålegger dette, og det er noe uenighet om hva elevene får ut av slik undervisning.

Lærernes vurdering:

Når det gjelder vurdering er det skriftlige prøver som dominerer. Dette både på grunn av tidspresset som ligger i faget, og fordi skriftlige prøver forenkler dokumenteringen av vurderingene. Det er delte meninger om i hvor stor grad det bør testes kvalitativ kompetanse på de skriftlige prøvene. Noen av lærerne mener at elevene må begrunne valg som gjøres ved hjelp av en kort forklarende tekst. Eksempelvis hvorfor nettopp den utvalgte formelen er gyldige for det gitte problemet. Andre mener at forståelsen vises ved å kun teste kvantitativt.

Det er også uenighet når det kommer til vurdering av eventuelle kvalitative oppgaver. Noen sier at det ikke er vanskeligere å vurdere kvalitativt, mens andre syns at det grenser mot ubehagelig ettersom det vil være vanskelig å skille mellom alle de ulike variantene av riktige og gale svar. Alle er enige om at det er tidkrevende sammenlignet med kvantitative oppgaver.

Lærernes oppfatning av eksamen:

Angående eksamen er det enstemmighet om at hovedfokus legges på kvantitative oppgaver. Det blir sagt at matematikk er det viktigste, men at det likevel må brukes noe tid på diskutere egne resultater og gyldigheten til formler og antakelser man gjør underveis i det kvantitative.

Lærerne er enige om at kvalitativ kunnskap er nyttig, men at elevene bygger den kvalitative kunnskapen ved å løse kvantitative oppgaver. Meningene er at kvalitative eksamensoppgaver har en tendens til å bli uklare og derfor stride mot det de mener er et viktig aspekt ved fysikkfaget hvor nettopp det å uttrykke seg presist er vesentlig. Det er også sagt at noen oppgaver, slik som å skulle forklare Heisenbergs uskarphetsrelasjon, går igjen som en standard kvalitativ oppgave på eksamen. Flere av lærerne sier at de kvalitative oppgavene oftere blir en gjengivelse av noe elevene har lest, framfor en refleksjonsoppgave.

5.2 Diskusjon

5.2.1 Utfordringer i skillet mellom det kvalitative og det kvantitative i Fysikk 2.

Det er flere utfordringer som dukker opp med å skille mellom det kvalitative og det kvantitative i Fysikk 2. Lite føringer blir gitt i læreplanen eller dens veiledninger om hva som ligger bak det intenderte skillet, og det er derfor ikke helt enkelt å sette grensen på egenhånd. Få lærere syns at skillet fungerer godt (Angell m.fl., 2011), og dette stemmer også med utsagnene fra fokusgruppeintervjuet. Det er stor variasjon i detaljbeskrivelsene i læreplanen, noe som igjen kan vanskeliggjøre det intenderte skillet. Skillet krever en endret undervisningsform og fysikklærere som har undervist før LK06 ble innført, var derfor nødt til å endre en undervisning som har vært «tradisjonell» for realfagene. Det er i FUN-undersøkelsen vist at det foregår mindre kvalitativ drøfting i undervisningssammenheng enn det elevene ønsker (Angell m.fl., 2004), noe som tyder på at skillet mellom det kvalitative og det kvantitative ikke blir tydeliggjort i undervisningen. Igjen bekreftes dette av deltakerne i fokusgruppeintervjuet.

I tillegg til at læreplanen i seg selv ikke inneholder en klar definisjon av skillet mellom kvalitativt og kvantitativt, viste det seg at det ikke var helt enkelt å finne en entydig definisjon. Definisjonen som tilbys i et nettsøk er at noe regnes som kvantitativt når det blir behandlet med matematikk. Som nevnt i kapittel 2.1.2 er dette en meget vag definisjon ettersom matematikk ikke er et entydig begrep.

På grunnlag av disse utfordringene vil et fullstendig skille mellom kvalitativt og kvantitativt i undervisningssammenheng være tilnærmet umulig. Utgangspunktet for delingen kan være et ønske om at elever skal utarbeide en grunnforståelse for fysikk uten å nødvendigvis måtte være i stand til å gjøre beregninger i alle aspektene ved fysikken. Det å utvikle kvalitativ kompetanse er tidkrevende, og i fysikkfagene på videregående skole er det få timer avsatt til undervisning, sammenlignet med mengde pensum.

Enda en utfordring ved innføringen av dette skillet er læreverkene i faget. Som nevnt er det ingen offentlig godkjenning av læreverk i Norge og derfor ingen kontroll på hvordan kompetansemålene blir vektlagt i de ulike læreverkene. Det er derfor en mulighet for at det

vektlegges formler og beregning der det kun burde vært en kvalitativ forklaring av et fenomen.

Hadde det kvalitative kommet tydeligere frem i fysikkfaget kan det spekuleres i om flere elever hadde vurdert fysikk som sitt programfag. Fysikk i videregående skole appellerer til få søkere (Bøe & Henriksen, 2013), ettersom elevene forventer at faget krever mer arbeid enn andre programfag på videregående skole. Matematikk generelt blir beskrevet som vanskelig og fysikk inneholder mye matematikk. Ved å gjøre faget mer tilgjengelig og i større grad fokusere på det kvalitative vil kanskje også ryktet om at fysikk er et krevende fag, og for spesielt interesserte, få mindre fokus.

5.2.2 Er det noen klare mønstre i funnene?

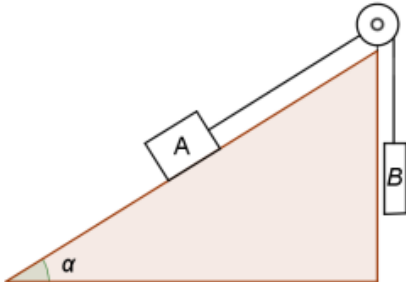
Ved kategorisering av læreplanen kom det tydelig fram at innenfor de fem hovedtemaene er det «Moderne fysikk» som utmerker seg spesielt. Det er en betydelig større andel delmål som er kategorisert som kvalitative i dette hovedtemaet sammenlignet med de andre hovedtemaene i faget. Av de totalt 13 delmålene innenfor temaet, er 11 fullstendig kvalitative og de 2 siste regnet som grensetilfeller. Målene i seg selv er i stor grad detaljerte og det er lite rom for tolkning av hva eleven skal sitte igjen med av kunnskap innenfor temaet. Likevel er det ikke disse kompetansemålene som oftest testes kvalitativt på eksamen. Kompetansemål fra «Moderne fysikk» har blitt testet 91 ganger i løpet av de 14 eksamenene som har vært gjennomført i Fysikk 2. Delmål fra «Klassisk fysikk» har blitt testet kvalitativt hele 211 ganger for å sammenligne. Dette til tross for at det er langt færre kvalitative delmål i hovedtemaet «Klassisk fysikk».

Selv om «Klassisk fysikk» er testet kvalitativt på eksamen 211 ganger, er det kun 87 av de gangene et kvalitativt delmål har blitt testet på en kvalitativ måte. Mange av disse oppgavene vil også kunne løses kvantitativt. Etter diskusjon med erfarne fysikklærere antas det at elever ofte vil benytte kvantitative metoder i de tilfellene hvor kvalitative og kvantitative metoder kunne vært benyttet på lik linje. Dette kan begrunnes i hvordan undervisningen er lagt opp og at kvalitativ drøfting nedprioriteres (Angell m.fl., 2004). Påstanden er støttet i resultatene fra begge fokusgruppeintervjuene.

Et eksempel på en slik oppgave kan hentes fra eksamen som ble gitt våren 2015 gjengitt i figur 7. Mange elever vil sett opp likninger basert på Newtons 2. lov for å besvare denne

oppgaven. Likevel er det mulig for en elev å resonere seg fram til at dersom kloss B skal begynne å bevege seg nedover, må nødvendigvis tyngden av kloss B være større enn tyngdekomponenten langs skråplanet til kloss A. Hadde ikke det vært tilfelle hadde ikke kloss B beveget seg nedover.

l) To klosser A og B er forbundet med en snor over en trinse. Kloss A ligger på et friksjonsfritt skråplan med helningsvinkel α , mens kloss B henger vertikalt i snora. Vi ser bort fra massen til snora.



Vi holder systemet i ro før vi slipper det. Dersom B begynner å bevege seg nedover, **må**

- A. snordraget på A være større enn snordraget på B
- B. tyngden til B være større enn tyngden til A
- C. tyngden av B være større enn komponenten av tyngden til A langs skråplanet
- D. summen av kreftene på B være større enn summen av kreftene på A

Figur 7: Et eksempel på en eksamensoppgave som kan løses både kvalitativt og kvantitativt. Hentet fra eksamen gitt våren 2015.

Det er klart at det er vanskeligere for en lærer i en undervisningssituasjon å undervise elever en kvalitativ tankegang framfor å kunne vise noe rent matematisk. Ved hjelp av matematikken er det ingen tvil om at svar C er det riktige alternativet, mens det krever en dypere kvalitativ forståelse for å resonere seg fram til det samme svaret uten hjelp av matematikken. Det å veilede elever til å utvikle en slik forståelse er utfordrende og vil kreve en annen innfallsvinkel enn det som er kanskje er mest vanlig i realfagsundervisning i Norge (Angell m.fl., 2011).

Eksamensoppgavene lages av en oppgavenemd satt sammen av fagpersoner (Utdanningsdirektoratet, 2016c). Fagpersoner innenfor fysikk er ikke overbegeistret for skillet som er intendert i læreplanen og det kan ha en innvirkning på hvilke eksamensoppgaver som blir prioritert (Angell m.fl., 2011).

Oppgavenemden er satt sammen av mennesker med tilknytning til fysikkfaget, og da gjerne i form av undervisning (Utdanningsdirektoratet, 2016c). Som regel består oppgavenemden av fysikklærere fra videregående skole. De som er utvalgte til oppgavenemd er ikke nødvendigvis representative for en gjennomsnittlig fysikklærer i videregående skole. Selv om de har retningslinjer som må følges, kan også personlige synspunkter ha innvirkning på oppgavene. Riktignok vil oppgavene bli kvalitetssikret av uavhengige konsulenter, men de vil også være fagpersoner og gjerne andre fysikklærere. Konsulentene antas derfor også for å prioritere det kvantitative i fysikken.

5.2.3 Er eksamen i samsvar med læreplanen?

Lærerne gis stor autonomi når det gjelder hvordan de vil vektlegge de ulike kompetansemålene i undervisningen, og det finnes derfor ikke noe fasitsvar på hvordan de ulike kompetansemålene i Fysikk 2 vektet. Dersom man antar at alle kompetanser man skal undervise i Fysikk 2 vektet likt, er det ca 56% av kompetansemålene som er fullstendig kvalitative.

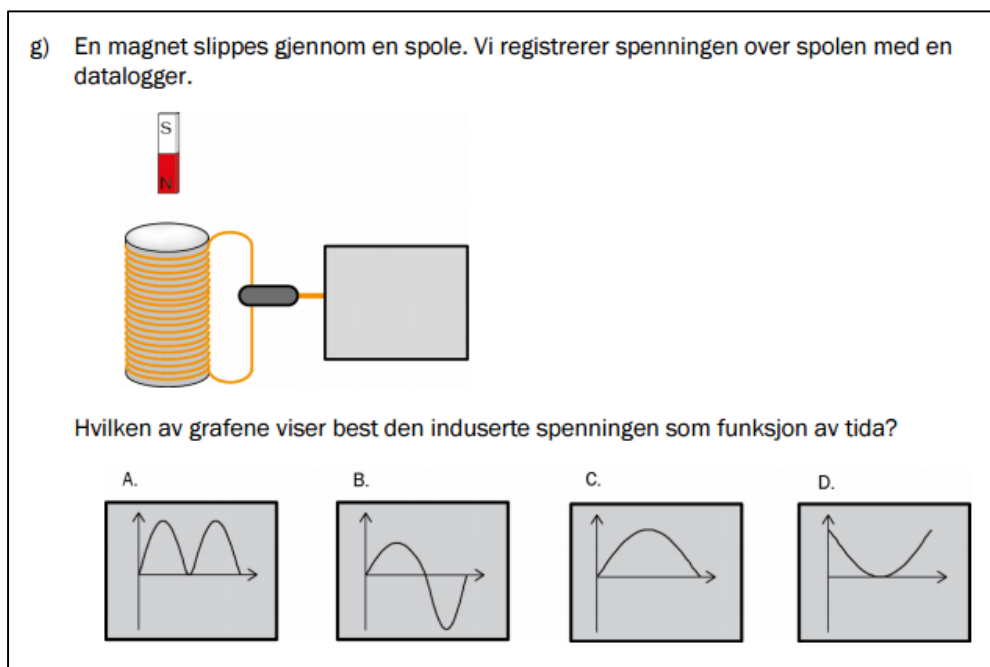
Fra eksamensoversikten i resultatene ser man at det konsekvent er en større prosentandel med kvalitative oppgaver på Del 1 av eksamen, sammenlignet med tilhørende Del 2 av eksamen. Prosentandelene på Del 1 varierer fra 16% til 34%, mens prosentandelene på Del 2 varierer fra 6% til 23% når man tar hensyn til vektingen. Del 2 består altså av en betydelig mindre andel kvalitative oppgaver. Selv om man ser bort i fra vektingen, er det tydelig en større andel kvalitative oppgaver på Del 1. Del 1 uten hensyn til vekting har en prosentandel kvalitative oppgaver som varierer fra 39% til 76% sammenlignet med Del 2 som varierer fra 11% til 38%.

Den totale prosentfordelingen av kvalitative oppgaver på eksamen varierer fra 30% til 58% når det ikke er tatt hensyn til vekting. Dette gir et gjennomsnitt på 46% kvalitativ på eksamen, noe som kan ses på som et akseptabelt avvik fra andelen kvalitative kompetansemål på 56%.

Gjennomsnittlig andel kvalitative oppgaver på eksamen når vektingen er tatt med i beregningen er 37%, noe som er betydelig mindre en andelen kvalitative kompetansemål. Disse resultatene viser klart at det kvalitative i fysikken er nedprioritert i sammenheng med eksamen.

Når man ikke tar hensyn til vekting ser det ut som om det kvalitative er godt representert på eksamen. Likevel gir dette et falskt bilde av det forventede kvalitative kunnskapsnivået ettersom det er flervalgsoppgavene som hovedsakelig utgjør prosentforskjellen. Det er stort sett mange kvalitative flervalgsoppgaver, men disse vektet lite i den totale sammenhengen. Konsekvenser av den lave andelen av kvalitative oppgaver på eksamen kan være at dette også blir lite representert i undervisningssammenheng og i andre vurderingssituasjoner. Hvis dette er tilfelle kan det virke som om de kvalitative kompetansemålene generelt ikke er prioritert i like stor grad som de kvantitative kompetansemålene i Fysikk 2.

For å si noe om den reelle testingen av kvalitative mål på eksamen, må det gjøres et skille mellom de kvalitative oppgavene som tester kvalitative delmål, og de kvalitative oppgavene som tester kvantitative delmål. Et eksempel på en slik oppgave er fra eksamen som ble gitt våren 2013. Se figur 8.



Figur 8: Et eksempel på en eksamensoppgave gitt våren 2013 som tester et kvantitativt kompetansemål på en kvalitativ måte.

Oppgaven er kategorisert som kvalitativ ettersom det ikke må gjøres matematiske beregninger for å løse den. Oppgaven tester forståelse av induksjon og dette er satt til delmål «1.4.2 Bruke Faradays induksjonslov». Selv om oppgaven ikke krever bruk av Faradays induksjonslov direkte, er det implisert i delmålet at en grunnforståelse av induksjon er nødvendig. Det er forståelsen som testes i oppgaveeksempelet og det er derfor kategorisert som kvalitativt.

Totalt er alle delmålene til sammen testet kvalitativt 328 ganger. 169 av disse gangene er det kvalitative delmål som testes. Dette gir en andel på ca 52%. Igjen vil dette si at gjennomsnittlig er det kun ca 21% av eksamen som tester kvalitative delmål. De kvalitative delmålene utgjør hele 56% av læreplanen, men blir bare testet på 21% av eksamen.

Utdanningsdirektoratet skriver at eksamen skal være organisert på en slik måte at elevene skal få vist sin faglige kompetanse (Utdanningsdirektoratet, 2016c). Det legges likevel ikke opp til at elevene skal få vist sin fulle kvalitative fagkompetanse på en skriftlig eksamen i Fysikk 2.

Fra disse tallene er det forståelig at lærerne i fokusgruppeintervjuene sier at det kvalitative føles mindre viktig både i undervisningssammenheng og i eksamenssammenheng.

Eksamensresultatene til elevene står som et eget sluttresultat på deres vitnemål. Ønsket fra både elevenes og lærernes side er at dette resultatet skal være så bra som overhode mulig. Når en så liten del av eksamen tester kvalitativt, er det naturlig at det er det kvantitative som får størst fokus generelt i Fysikk 2. Det bør være nok å ha faglig kontroll på over 50% av læreplanen, men resultatene viser at kunnskap i de kvalitative delmålene alene er ikke nok for å oppnå et godkjent resultat på eksamen. I følge sensorveiledningene som er tilgjengelig på utdanningsdirektoratets hjemmeside kreves et minimum på 25% riktig svar på eksamen for å oppnå et godkjent resultat (Utdanningsdirektoratet, 2016a).

Det er naturlig at det kvalitative i større grad blir testet på en muntlig eksamen framfor skriftlig eksamen. Vurdering av diskusjon og refleksjon rundt fenomener i fysikkfaget er enklere i en muntlig situasjon og det kvalitative kommer derfor mer naturlig fram. Man kan argumentere for at til tross for at kvalitativ kunnskap i liten grad testes skriftlig, tas dette igjen ved muntlige vurderinger i faget. Men det er betydelig flere elever som testes på skriftlig eksamen sammenlignet med muntlig eksamen. Dette skyldes både kostnad og tidsbruk. Naturligvis vet også lærerne dette og igjen får det kvantitative størst plass i fysikkfaget.

5.2.4 Hva sier lærerne?

Lærerne som deltok i fokusgruppeintervjuene støtter opp under påstanden om at skillet mellom det kvalitative og det kvantitative ikke fungerer på en god måte i undervisningssammenheng som Angell m.fl. fremhever (2011). De kvalitative kompetansemålene legger opp til at elevene skal forstå avanserte fenomener. I flere tilfeller har ikke elevene bakgrunnskunnskapen til å utvikle denne forståelsen, ettersom noen av de kvalitative målene bygger på større sammenhenger i fysikken. Et eksempel på dette er skillet mellom moderne fysikk og klassisk fysikk. De færreste elever har det faglige utgangspunktet til å forstå hvorfor visse deler av fysikken ikke kan forklares ved hjelp av den klassiske fysikken. Lærerne mener at oppgaver som tester den kvalitative delen av læreplanen fort blir til gjengivelse av læreboktekster, og derfor tester oppgavene elevenes evne til å gjengi framfor å forstå. Dette er lettere å unngå ved bruk av muntlige vurderingssituasjoner, men den formen for vurdering viser seg å være lite brukt sammenlignet med skriftlig vurdering (Remmen, 2008). Begrunnelsen for dette er at gjennomføringen av muntlige vurderinger vil være mer tidkrevende enn skriftlige vurderinger. Samtidig blir også dokumenteringen av elevenes kompetanse vanskeligere i en muntlig vurderingssituasjon.

Det praktiske arbeidet og eksperimenter som gjennomføres blir ifølge lærerne som deltok i fokusgruppeintervjuene, normalt ikke tatt direkte med i sluttvurderingen i faget. Lærerne ønsker at elevene skal føle seg trygge på å diskutere det praktiske arbeidet, uten at gale resonnementer skal trekke helhetsvurderingen deres ned. Refleksjoner og diskusjon rundt et praktisk arbeid blir periodevis brukt som et utgangspunkt for videre undervisning. Tilhørende skriftlige rapporter som knytter teori opp mot det praktiske arbeidet kan bli tatt med som en del av sluttvurderingen.

Det blir nevnt at vurderingsarbeidet som tilhører kvalitative oppgaver er mer tidkrevende enn ved kvantitative oppgaver. Ved kvalitative oppgaver er det ofte flere varianter av riktige svar og det kan være krevende både for elever og for lærere å avgjøre hvilke varianter som vil være de mest korrekte. Dette kan påvirke den formative vurderingen ettersom det vil være vanskelig for lærerne å gi en respons som eleven kan benytte for videre utvikling. Dette kan igjen vanskeliggjøre det å sette konkrete forventninger til elevene. ReleKvant tar for seg nettopp de kvalitative kompetansemålene som gjerne oppfattes som både vanskelige å undervise og å vurdere. Undervisningsmodulene legger opp til at elevene skal utvikle sin evne til å reflektere og diskutere både skriftlig og muntlig (Henriksen m.fl., 2015). På den måten

vil også evnen til å besvare kvalitative spørsmål utvikles. Læreren kan gå inn i undervisningsmodulen for å kommentere besvarelsene til elevene og dermed gi en formativ vurdering slik at eleven vil få muligheten til å utvikle sin evne til å kommunisere fysikk. Slike øvelser bør være en integrert del av undervisningen. Wagner og Vaterlaus (2012) skriver at elever er avhengige av tydelige mål og forventninger for å få et best mulig læringsutbytte. Dersom elevene jevnlig får trening i å kommunisere fysikk vil de også ha et klarere bilde av hva som forventes i en vurderingssituasjon. Dette gjelder både for den kvalitative og den kvantitative delen av fysikken. I forbindelse med ReleKvant arbeides det også med å utvikle gode kvalitative oppgaver som i større grad tester forståelse framfor gjengivelse. En vurderingsveiledning er planlagt i den sammenheng for å nettopp hjelpe lærere med å vurdere kvalitative oppgaver (Henriksen m.fl., 2014).

I fokusgruppeintervjuene blir det sagt at elevene i liten grad trener på å besvare kvalitative oppgaver. Noen av lærerne er likevel ute etter at elevene skal begrunne valg som gjøres, selv om det er fokus på kvantitative oppgaver. Begrunnelse av valg som gjøres er et formelt krav ved eksamen. Det er også ønskelig at elevene utarbeider en forståelse av om resultatene de får under oppgaveløsning er sannsynlige. Dette tyder på at selv om det kvantitative får størst fokus i undervisningen, er lærerne opptatt av at elevene skal utvikle en grunnleggende forståelse for det de gjør. På den måten utvikles det en kvalitativ forståelse for deler av fysikken, selv om det kanskje ikke eksplisitt undervises kvalitative delmål fra læreplanen.

5.2.5 Hvor gyldige er resultatene?

Det har vært gjort et forsøk på å definere et skille mellom det kvalitative og det kvantitative i dette prosjektet. Ut fra definisjonene som er laget vil man kunne anta at kategoriseringene er gyldige. Likevel vil det kunne oppstå uenigheter ved noen av valgene som er tatt, spesielt med tanke på kategoriseringen av eksamensoppgaver. Som nevnt er det mange eksamensoppgaver som kan kategoriseres både som kvalitative og kvantitative oppgaver. Det har blitt trukket slutninger på bakgrunn av oppgavens formulering og i samarbeid med flere erfarne lærere. Flere av oppgavene som har blitt tatt opp som kvalitative antas å løses kvantitativt av de fleste elever på eksamen. Etersom antakelsen i begynnelsen av dette prosjektet har vært at det kvalitative er underrepresentert i eksamenssammenheng har alle tvilstilfeller blitt tatt opp som kvalitative. Dette for å sikre mot forskerbias.

Generalisering er gjort i sammenligning av eksamen og læreplanen ettersom alle tidligere eksamensoppgaver fra LK06 er benyttet i kategoriseringen. I resultatene fra fokusgruppeintervjuene representerer hver enkelt lærer kun seg selv. De ulike sitatene og utsagnene er likevel satt i sammenheng med andre resultater for å støtte opp om ulike antakelser og slutninger som er trukket.

5.3 Konklusjon

Det kommer klart fram i resultatene som er presentert i denne oppgaven at det er det kvantitative som får størst plass i Fysikk 2 faget. Til tross for at større vektlegging på det kvalitative kunne ha gjort fysikk mer tilgjengelig for flere ulike elevtyper, er det vanskelig å gjøre noe med egenarten til et slikt fag. Fysikk er et fag som i stor grad formidles med matematikk og det gjenspeiles i eksamensoppgavene som har blitt gitt faget.

Kvalitative oppgaver er både vanskeligere å lage og å vurdere. For å få en eksamensordning som tydeligere tester både det kvalitative og det kvantitative bør flere elever ha muntlig eksamen i Fysikk 2, eller det må lages eksamen med endret oppgavevektning slik at andelen kvalitativt på eksamen samsvarer med andelen kvalitative kompetansemål.

For å gå dypere inn i dette temaet kunne det vært interessant å få eksakte tall på andelen elever som kommer opp til skriftlig eksamen sammenlignet med muntlig eksamen. Muntlig eksamen struktureres annerledes enn skriftlig eksamen, og det kunne derfor samles inn et utvalg av muntlige eksamensoppgaver for å få en bedre oversikt over hvor stor del av den kvalitative kompetansen som testes i Fysikk 2 uavhengig av eksamensform.

Det hadde også være interessant å lage et utvalg av konkrete oppgaveeksempler på gode kvalitative oppgaver som tester kvalitative kompetansemål på en slik måte at elevene må vise forståelse i fysikken, og ikke bare en gjengivelse av lærebokutdrag. I følge med slike oppgaver bør det foreligge en vurderingsveiledning, slik at lærere kan bli trygge på vurdering av kvalitative oppgaver og på den måten kan det kvalitative lettere få en større plass i fysikkfaget.

Ut fra forutsetningene som er lagt til grunn for denne oppgaven, kommer det tydelig frem at det kvalitative i Fysikk 2 ikke er en prioritet. Slik som eksamen er lagt opp vil ikke elever få mulighet til å vise en tilstrekkelig bredde i fysikkfaget, og retningslinjene for faget og for

eksamen blir ikke møtt. Dersom det kvalitative skal fortsette å være en del av læreplanen, bør det komme til uttrykk på lik linje som det kvantitative, både i undervisningssammenheng og på eksamen. Elevene bør få mulighet til å vise sin fulle faglige kompetanse, uavhengig om den er kvalitativ eller kvantitativ.

Litteraturliste

- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J., & Renstrøm, R. (2011). *Fysikkdidaktikk* (Høyskoleforlagets didaktikkbøker). Kristiansand: Høyskoleforl.
- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, but fun - Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 683-706.
- Angell, C., & Lie, S. (1993). *Er eksamen rettferdig?* (Universitetet i Oslo).
- Aubert, K. E. A., Johan F. (2015, 15. desember). *Matematikk. Store norske leksikon* fra <https://snl.no/matematikk>.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3, 77-101.
- Bøe, M. V., & Henriksen, E. K. (2013). Realfag i videregående skole og høyere utdanning - valg med både hodet og hjertet. *Utdanning*, 119-132.
- Callin, P., Pålsgård, J., Stadsnes, R., & Tellefsen, C. W. (2012). *Ergo Fysikk 2*. Trondheim: Aschehoug & Co. .
- Coffey, A. (2014). Analysing Documents. I U. Flick (Red.), *The sage handbook of qualitative data analysis*.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*: Routledge.
- Engh, K. R. (2011a). Prosjekt bedre vurderingspraksis, nasjonale standarder og kjennetegn på måloppnåelse. I K. R. Engh (Red.), *Vurdering for læring i skolen : på vei mot en bærekraftig vurderingskultur* (s. 80-94). Kristiansand: Høyskoleforl.
- Engh, K. R. (2011b). Tilpasset opplæring og elevvurdering. I K. R. Engh (Red.), *Vurdering for læring i skolen : på vei mot en bærekraftig vurderingskultur* (s. 160.166). Kristiansand: Høyskoleforl.
- Henriksen, E. K., & Angell, C. (2010). The role of 'talking physics' in an undergraduate physics class using an electronic audience response system. *Physics education*, 45(3), 278-284.
- Henriksen, E. K., Angell, C., & Tellefsen, C. W. (2015). Prosjekt ReleKvant: Skreddersydd læringsressurser i fysikk, utviklet av forskere, lærere og lektorstudenter. I U. Rindal, R. Jakhelln & A. Lund (Red.), *Veier til fremragende lærerutdanning* (s. 45-56). Oslo: Universitetsforlaget.
- Henriksen, E. K., Bungum, B., Angell, C., Tellefsen, C. W., Frågåt, T., & Bøe, M. V. (2014). Relativity, quantum physics and philosophy in the upper secondary curriculum: challenges, opportunities and proposed approaches. *Physics Education*, 49(6), 678-684.
- Hopfenbeck, T. N. (2014). *Strategier for læring : om selvregulering, vurdering og god undervisning*. Oslo: Universitetsforl.
- Jerstad, P., Sletbak, B., Grimenes, A. A., Renstrøm, R., Holm, O. B., & Nymo, M. (2014). *Rom Stoff Tid 2*. Oslo: Cappelen Damm.
- Kleven, T. A., Tveit, K., & Hjørdemaal, F. (2014). *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: en hjelp til kritisk tolking og vurdering*.
- Krueger, R. A. (1998). *Developing questions for focus groups*. Thousand Oaks, Calif: Sage.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3): Gyldendal Akademisk.
- Lie, S., Angell, C., & Rohatgi, A. (2010). *Fysikk i fritt fall* (TIMSS advanced). Oslo: Uniped.

- Lynggaard, K. (2012). Kapittel 6 Dokumentanalyse. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (Red.), *Kvalitative metoder* (s. 153-170). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa*. fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61#KAPITTEL_1
- Oxford Dictionary (2016). *Mathematics*. fra <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/mathematics?q=Mathematics>
- Remmen, K. B. (2008). Tallkarakter eller skriftlig vurdering? I A. Isnes (Red.), *Vurdering* (s. 28-29). Oslo.
- Roulston, K., & Flick, U. (2014). Analysing interviews. I U. Flick (Red.), *The sage handbook of qualitative data analysis* (s. 297-312).
- Smith, K. (2009). Samspillet mellom vurdering og motivasjon. I S. Dobson, A. B. Eggen & K. Smith (Red.), *Vurdering, prinsipper og praksis. Nye perspektiver på elev-og læringsvurdering* (s. 23-39): Oslo: Gyldendal Akademisk.
- The American Heritage Dictionary (2015). *Mathematics*. *The American Heritage Dictionary of the English Language, Fifth Edition* fra <https://ahdictionary.com/word/search.html?q=mathematics&submit.x=0&submit.y=0>
- Utdanningsdirektoratet. (2016a). *eksamensoppgaver, eksamensveiledninger og eksempeloppgaver*. fra <http://www.udir.no/Vurdering/Eksamen-videregaende/#Eksamensoppgaver-og-eksamensveiledninger>
- Utdanningsdirektoratet. (2016b). *Læreplan i fysikk - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering - kompetansemål*. fra <http://www.udir.no/kl06/FYS1-01/Kompetansemaal?arst=1858830315&kmsn=46633111>
- Utdanningsdirektoratet. (2016c). *Om utarbeiding av eksamensoppgaver*. fra <http://www.udir.no/Vurdering/Eksamen-videregaende/#Om-utarbeiding-av-eksamensoppgaver>
- Wagner, C., & Vaterlaus, A. (2012). Promoting formative assesment i high school teaching of Physics. *Lat. Am. J. Phys. Educ*, 6, 410-415.

Vedlegg

Vedlegg A: Læreplanen i Fysikk 2

1. Klassisk fysikk

Hovedområdet handler om feltbegrepet og hvordan det kan brukes innenfor ulike områder av fysikken til å beskrive og forklare fenomener. I tillegg inngår Newtons lover, kraft og akselerasjon anvendt på sirkelbevegelser. Sentrale støt og bevaringslover for slike støt hører med til hovedområdet.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- 1.1 Beskrive homogene og inhomogene elektriske felt og bruke Coulombs lov
- 1.2 Beskrive homogene og inhomogene gravitasjonsfelt og bruke Newtons gravitasjonslov
- 1.3 Beskrive magnetiske felt rundt permanentmagneter og elektriske strømmer, og beregne magnetisk flukstetthet rundt en rett leder og kraft på en leder i magnetisk felt
- 1.4 Gjøre rede for begrepet magnetisk fluks og bruke Faradays induksjonslov
- 1.5 Bruke Newtons lover på vektorform for bevegelse i homogene magnetiske felt og i homogent gravitasjonsfelt
- 1.6 Regne ut akselerasjon og krefter på objekter som beveger seg med konstant fart i en sirkelbane, og på objekter i en vertikal sirkelbane i øvre og nedre punkt
- 1.7 Gjøre beregninger med loven om bevaring av bevegelsesmengde for sentrale støt

2. Moderne fysikk

Hovedområdet handler om to teorier, kvanteteorien og relativitetsteorien. Mange av naturens kvanteeffekter og relativistiske effekter som er overraskende og bryter med vanlige forestillinger, inngår i hovedområdet.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- 2.1 Gjøre rede for postulatene som er grunnlag for den spesielle relativitetsteorien, drøfte kvalitativt noen av konsekvensene av denne teorien for tid, bevegelsesmengde og energi, og gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien
- 2.2 Gjøre rede for Einsteins forklaring av fotoelektrisk effekt, og kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med fotoelektrisk effekt, Comptonspredning og partiklers bølgenatur representerer et brudd med klassisk fysikk

2.3 Gjøre rede for bevaringslover som gjelder i prosesser med elementærpartikler, og beskrive vekselvirkningene mellom elementærpartikler

2.4 Gjøre rede for Heisenbergs uskarphetsrelasjoner, beskrive fenomenet sammenfiltrede fotoner og gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av dem

3. Å beskrive naturen med matematikk

Hovedområdet handler om hvordan matematikk blir brukt som språk i fysikk, ved bruk av vektorregning, differensialregning og integralregning. Matematikken som grunnlag for å modellere og gjøre beregninger ved hjelp av datamaskiner og vurdere modellens gyldighet er sentralt i hovedområdet.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

3.1 Beskrive banen til en partikkel ved hjelp av parameterframstilling, og bruke derivasjon og integralregning til å regne ut posisjon, fart og akselerasjon når en av de tre størrelsene er kjent

3.2 Bruke integralregning til å bestemme arbeid og endring i potensiell energi i sentralfelt og for en fjær som strekkes

3.3 Analysere ulike matematiske modeller for en fysisk situasjon, med og uten digitale verktøy, og vurdere hvilken modell som beskriver situasjonen best

4. Den unge forskeren

Hovedområdet handler om å planlegge, gjennomføre, vurdere og videreutvikle forsøk. Kunnskap om og trening i å bruke måleinstrumenter, dokumentere forsøksoppsett, innhente data og presentere måleresultater er sentralt i hovedområdet. Det handler om å vurdere metode og utstyr og estimere usikkerhet. Hovedområdet tar for seg hva uenighet og diskusjoner har å si for utviklingen innenfor det naturvitenskapelige området.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

4.1 Drøfte hvordan ulike fysiske teorier kan eksistere ved siden av hverandre, til tross for at de kan være motstridende

4.2 Gi eksempel på en vitenskapelig strid som ble avklart, og hvordan avklaringen kom, og gi eksempel på en vitenskapelig strid som ennå ikke er avklart, og gjøre rede for hvorfor den ikke er avklart

4.3 Gjennomføre relevante forsøk innen de forskjellige hovedområdene, med og uten digitale verktøy

4.4 Anslå usikkerhet i innsamlede måledata og regne ut usikkerheten i det endelige resultatet

4.5 Vurdere begrensninger i valgt metode og utstyr og foreslå forbedringer og videreutvikling av forsøk

5. Fysikk og teknologi

Hovedområdet handler om teknologiske anvendelser av induksjon og prinsippene som ligger til grunn for moderne avbildningsutstyr innen medisin. Digitalisering inngår også i hovedområdet.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

5.1 Gjøre rede for teknologiske anvendelser av induksjon

5.2 Beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som røntgen, ultralydabildning og magnetisk resonansabildning

5.3 Gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd

Vedlegg B: Læreplanen i Fysikk 2 oppdelt i delmål

1. Klassisk fysikk

Hovedområdet handler om feltbegrepet og hvordan det kan brukes innenfor ulike områder av fysikken til å beskrive og forklare fenomener. I tillegg inngår Newtons lover, kraft og akselerasjon anvendt på sirkelbevegelser. Sentrale støt og bevaringslover for slike støt hører med til hovedområdet.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- 1.1 Beskrive homogene og inhomogene elektriske felt og bruke Coulombs lov
 - 1.1.1 Beskrive homogene og inhomogene elektriske felt
 - 1.1.2 Bruke Coulombs lov
- 1.2 Beskrive homogene og inhomogene gravitasjonsfelt og bruke Newtons gravitasjonslov
 - 1.2.1 Beskrive homogene og inhomogene gravitasjonsfelt
 - 1.2.2 Bruke Newtons gravitasjonslov
- 1.3 Beskrive magnetiske felt rundt permanentmagneter og elektriske strømmer, og beregne magnetisk flukstetthet rundt en rett leder og kraft på en leder i magnetisk felt
 - 1.3.1 Beskrive magnetiske felt rundt permanentmagneter og elektriske strømmer
 - 1.3.2 Beregne magnetisk flukstetthet rundt en rett leder
 - 1.3.3 Beregne kraft på en leder i magnetisk felt
- 1.4 Gjøre rede for begrepet magnetisk fluks og bruke Faradays induksjonslov
 - 1.4.1 Gjøre rede for begrepet magnetisk fluks
 - 1.4.2 Bruke Faradays induksjonslov
- 1.5 Bruke Newtons lover på vektorform for bevegelse i homogene magnetiske felt og i homogent gravitasjonsfelt
- 1.6 Regne ut akselerasjon og krefter på objekter som beveger seg med konstant fart i en sirkelbane, og på objekter i en vertikal sirkelbane i øvre og nedre punkt
- 1.7 Gjøre beregninger med loven om bevaring av bevegelsesmengde for sentrale støt

2. Moderne fysikk

Hovedområdet handler om to teorier, kvanteteorien og relativitetsteorien. Mange av naturens kvanteeffekter og relativistiske effekter som er overraskende og bryter med vanlige forestillinger, inngår i hovedområdet.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- 2.1 Gjøre rede for postulatene som er grunnlag for den spesielle relativitetsteorien, drøfte kvalitativt noen av konsekvensene av denne teorien for tid, bevegelsesmengde og energi, og gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien
 - 2.1.1 Gjøre rede for postulatene som er grunnlag for den spesielle relativitetsteorien
 - 2.1.2 Drøfte kvalitativt noen av konsekvensene av denne teorien for tid, bevegelsesmengde og energi.
 - 2.1.3 Gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien

- 2.2 Gjøre rede for Einsteins forklaring av fotoelektrisk effekt, og kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med fotoelektrisk effekt, comptonspredning og partiklers bølgenatur representerer et brudd med klassisk fysikk
 - 2.2.1 Gjøre rede for Einsteins forklaring av fotoelektrisk effekt
 - 2.2.2 Kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med fotoelektrisk effekt representerer et brudd med klassisk fysikk
 - 2.2.3 Kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med comptonspredning representerer et brudd med klassisk fysikk
 - 2.2.4 Kvalitativt gjøre rede for hvordan resultater fra forsøk med partiklers bølgenatur representerer et brudd med klassisk fysikk

- 2.3 Gjøre rede for bevaringslover som gjelder i prosesser med elementærpartikler, og beskrive vekselvirkningene mellom elementærpartikler
 - 2.3.1 Gjøre rede for bevaringslover som gjelder i prosesser med elementærpartikler
 - 2.3.2 Beskrive vekselvirkningene mellom elementærpartikler

- 2.4 Gjøre rede for Heisenbergs uskarphetsrelasjoner, beskrive fenomenet sammenfildrede fotoner og gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av dem
 - 2.4.1 Gjøre rede for Heisenbergs uskaphetsrelasjon
 - 2.4.2 Beskrive fenomenet sammenfildrede fotoner
 - 2.4.3 Gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av Heisenberg uskarphetsrelasjon
 - 2.4.4 Gjøre rede for erkjennelsesmessige konsekvenser av sammenfildrede fotoner

3. Å beskrive naturen med matematikk

Hovedområdet handler om hvordan matematikk blir brukt som språk i fysikk, ved bruk av vektorregning, differensialregning og integralregning. Matematikken som grunnlag for å modellere og gjøre beregninger ved hjelp av datamaskiner og vurdere modellens gyldighet er sentralt i hovedområdet.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- 3.1 Beskrive banen til en partikkel ved hjelp av parameterframstilling, og bruke derivasjon og integralregning til å regne ut posisjon, fart og akselerasjon når en av de tre størrelsene er kjent
 - 3.1.1 Beskrive banen til en partikkel ved hjelp av parameterframstilling

- 3.1.2 Bruke derivasjon til å regne ut posisjon fart og akselerasjon når en av de tre størrelsene er kjent.
- 3.2 Bruke integralregning til å bestemme arbeid og endring i potensiell energi i sentralfelt og for en fjær som strekkes
 - 3.2.1 Bruke integralregning til å bestemme arbeid og endring i potensiell energi i sentralfelt
 - 3.2.2 Bruke integralregning til å bestemme arbeid og endring i potensiell energi for en fjær som strekkes.
- 3.3 Analysere ulike matematiske modeller for en fysisk situasjon, med og uten digitale verktøy, og vurdere hvilken modell som beskriver situasjonen best

4. Den unge forskeren

Hovedområdet handler om å planlegge, gjennomføre, vurdere og videreutvikle forsøk. Kunnskap om og trening i å bruke måleinstrumenter, dokumentere forsøksoppsett, innhente data og presentere måleresultater er sentralt i hovedområdet. Det handler om å vurdere metode og utstyr og estimere usikkerhet. Hovedområdet tar for seg hva uenighet og diskusjoner har å si for utviklingen innenfor det naturvitenskapelige området.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- 4.1 Drøfte hvordan ulike fysiske teorier kan eksistere ved siden av hverandre, til tross for at de kan være motstridende
- 4.2 Gi eksempel på en vitenskapelig strid som ble avklart, og hvordan avklaringen kom, og gi eksempel på en vitenskapelig strid som ennå ikke er avklart, og gjøre rede for hvorfor den ikke er avklart
 - 4.2.1 Gi eksempel på en vitenskapelig strid som ble avklart, og hvordan avklaringen kom
 - 4.2.2 Gi eksempel på en vitenskapelig strid som ennå ikke er avklart, og gjøre rede for hvorfor den ikke er avklart
- 4.3 Gjennomføre relevante forsøk innen de forskjellige hovedområdene, med og uten digitale verktøy
- 4.4 Anslå usikkerhet i innsamlede måledata og regne ut usikkerheten i det endelige resultatet
- 4.5 Vurdere begrensninger i valgt metode og utstyr og foreslå forbedringer og videreutvikling av forsøk

5. Fysikk og teknologi

Hovedområdet handler om teknologiske anvendelser av induksjon og prinsippene som ligger til grunn for moderne avbildningsutstyr innen medisin. Digitalisering inngår også i hovedområdet.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- 5.1 Gjøre rede for teknologiske anvendelser av induksjon
- 5.2 Beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som røntgen, ultralydabildning og magnetisk resonansabildning
- 5.3 Gjøre rede for sampling og digital behandling av lyd

Vedlegg C: Informasjonsskriv utsendt til lærerne i fokusgruppene



**ReleKvant: Læringsressurser og elevers begreps-
utvikling i relativitetsteori og kvantefysikk**

**ReleKvant Kompetanse: Samarbeid mellom forskere,
lektorstudenter og fysikklektorer om utvikling av
læringsressurser i fysikk**

TIL LÆRERE:

Forespørsel/informasjon om deltakelse i forskningsprosjekt

Bakgrunn og formål

ReleKvant - Læringsressurser og elevers begrepsutvikling i relativitetsteori og kvantefysikk (<http://www.mn.uio.no/fysikk/forskning/prosjekter/relekvant/>) er et forskningsprosjekt i samarbeid mellom Universitetet i Oslo, NTNU, Naturfagsenteret, og fire videregående skoler i Oslo og Akershus. I prosjektet utvikles og utprøves læringsressurser innen kvantefysikk og generell relativitetsteori for Fysikk 2 på plattformen *Viten.no*.

Som masterstudent innenfor dette prosjektet ønsker jeg å undersøke hvordan læreplanens kvalitative kompetansemål kommer til uttrykk til eksamen i Fysikk 2. Dessuten ønsker jeg å intervju lærere på ulike skoler om deres vurderinger og holdninger rundt de kvalitative kompetansemålene i Fysikk 2.

Du som får dette brevet, har uttrykt interesse for å delta på et fokusgruppeintervju om kvalitativ kompetanse i Fysikk 2.

Hva skjer med informasjonen om deg?

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt og vil bare benyttes til forskningsformål. Ingen andre enn forskergruppen vil ha tilgang til dataene, og du vil ikke kunne gjenkjennes i noen rapporter fra prosjektet. Prosjektet skal etter planen avsluttes i 2019, og da vil alle opptak og alt skriftlig materiale der du kan identifiseres med navn eller på annen måte, slettes eller anonymiseres. Innsamlede opplysninger som er anonymisert, kan lagres også etter 2019 med tanke på mulig etterprøving eller oppfølgingsstudier. Som forskere forholder vi oss til etiske regler om hvordan personopplysninger kan brukes. Prosjektet er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien, og data om deg vil bare samles inn til forskningsprosjektet dersom du gir samtykke til det. Du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn. Dersom du trekker deg, vil alle opplysninger om deg bli slettet eller anonymisert.

Kontaktinformasjon:

Anine Bryn Lange, masterstudent, UiO
anine.bryn.lange@eikeli.vgs.no
Carl Angell, Fysisk institutt, UiO, Postboks 1048 Blindern, 0316 OSLO
carl.angell@fys.uio.no

Vedlegg D: Intervjuguide



Intervjuguide, fokusgruppe Masterprosjekt, februar 2016

Intro:

Velkommen til denne samtalen om det å være fysikklærer i videregående skole! Jeg heter Anine Bryn Lange, er masterstudent på Universitetet i Oslo.

Dere har nettopp fått en introduksjon om *ReleKvant-prosjektet* – et prosjekt hvor *begrepsutvikling og kvalitativ forståelse i relativitetsteori og kvantefysikk* står sentralt. Som et sideprosjekt til ReleKvant skal jeg i min masteroppgave undersøke hvordan kvalitativ kompetanse i programfaget Fysikk 2 i videregående skole vurderes og kan vurderes, og jeg vil undersøke hvordan de kvalitative kompetansemålene kommer til uttrykk til eksamen. .

Dere er her som fysikklærere i videregående skole, og jeg ønsker nå en diskusjon om vurdering i fysikk. Spesielt er jeg interessert i hvilke erfaringer dere har fra egen fysikkundervisning om vurdering av de kvalitative kompetansemålene, og jeg er interessert i og hva dere mener er nyttig kunnskap for elevene å ha i forbindelse med eksamen.

Det er frivillig å delta i denne diskusjonen, og du kan når som helst, uten begrunnelse, trekke deg.

Jeg ønsker å gjøre lydopptak av diskusjonen. Opptaket skal bare brukes til forskningsformål. Opptaket vil behandles konfidensielt; du vil ikke identifiseres med navn eller kunne gjenkjennes på annen måte i rapporter fra forskningen.

Ønsker alle fortsatt å delta? I så fall starter vi diskusjonen og lydopptaket. Vi ønsker at dere i størst mulig grad skal diskutere med hverandre ut fra relativt åpne spørsmål og temaer som vi tar opp. Siden vi gjør lydopptak, er det fint om dere greier å snakke én av gangen slik at kvaliteten blir god!

Start av opptak

Åpningsspørsmål

Hvor lenge har du undervist fysikk på videregående nivå?

Skill mellom FY1 og FY2

Temaer

Egen praksis

Hvordan vil du beskrive din vurderingspraksis som lærer?

- Bruker du hovedsakelig skriftlig/muntlige vurderingsformer
- Vurderer du hva de gjør i timene. (Presentasjoner, problemløsnings situasjoner)
- Eksperimenter og forsøk
- Er du opptatt av diskusjon og refleksjon?

Vurderingskriterier

Hvordan informeres elevene om vurderingskriterier?

- Skriftlig
- Ut fra læreplanmålene
- Bruker dere tid på å gjennomgå læreplanen?
- Informeres det eksplisitt?

Hvordan ser tilbakemeldingene til elevene ut?

Skille mellom tilbakemelding på prøver og i den daglige undervisningen?

- Poengsatt, helhet
- Satt i sammenheng med kriteriene
- Tips til videre fokus?

Kvalitative mål

Hvordan testes og vurderes mål som ikke løses med matematikk

- Med matematikk menes tallverdier og formler

Legges det stor vekt på den type mål?

Testes de i vurderingssituasjoner?

På hvilken måte? Åpne spørsmål, flervalg, kortsvarsoppgaver,

Eksamen

Vinkling til eksamen?

Hvordan er eksamen utformet

Hvordan forberedes elevene på kvalitative oppgaver til eksamen

Relevans med kvalitative mål for