

Faggjennomgang av  
naturfagene

# Naturfagene i norsk skole

Anno 2015



Rapport fra eksternt  
arbeidsgruppe oppnevnt av  
Utdanningsdirektoratet



## **FORORD**

Utdanningsdirektoratet oppnevnte høsten 2014 en ekstern arbeidsgruppe for å få et kunnskapsgrunnlag om de naturvitenskapelige fagene i grunnopplæringen fra 1. trinn på barnetrinnet til øverste trinn i videregående opplæring. Arbeidsgruppen har vært sammensatt med representanter fra skoler, universiteter og høyskoler i tillegg til Naturfagsenteret. Gruppens mandat har vært å utarbeide et bredt kunnskapsgrunnlag om fellesfaget naturfag og de naturvitenskapelige programfagene i norsk grunnopplæring. Gruppen leverte rapporten til Utdanningsdirektoratet i juni 2015.

## Innhold

1	Arbeidsgruppens mandat og sammensetning.....	8
2	Naturfagenes rolle og organisering .....	10
2.1	Naturfagenes rolle i samfunnet .....	10
2.2	Naturfagenes rolle i samfunnet .....	10
2.3	Naturfag som allmenndannelse.....	10
2.4	Naturfaget i et samfunnsøkonomisk nytteperspektiv .....	12
2.5	Kompetanser og grunnleggende ferdigheter i naturfagene.....	13
2.6	Variasjon i arbeidsmåter i naturfagene .....	14
2.7	Situasjonsbeskrivelse av naturfagene i Kunnskapsløftet.....	15
2.7.1	Endringer i naturfagopplæringen med Kunnskapsløftet (LK06).....	15
2.7.2	Fagstrukturen.....	16
2.8	Utfordringer for naturfagene i framtida .....	22
2.9	Overordnede utfordringer .....	23
2.10	Arbeidsgruppens forslag under kapittel 2 .....	24
3	Naturfag 1.–11. trinn .....	25
3.1	Generelt om naturfag på 1.-11. trinn.....	25
3.1.1	Innholdet i naturfag .....	25
3.1.2	Omfang og dybde i læreplanen .....	27
3.1.3	Naturfag på ulike læringsarenaer .....	28
3.1.4	Teknologi i fellesfaget naturfag .....	29
	Valgfagene på ungdomstrinnet.....	31
3.1.5	.....	31
3.1.6	Naturfag i de internasjonale undersøkelsene .....	32

3.2	Utfordringer for fellesfaget naturfag i grunnskolen .....	39
3.2.1	Timetall, vektlegging og læringsressurser .....	39
3.2.2	Progresjon i naturfag 1.-10. trinn .....	40
3.3	Utfordringer for naturfag Vg1 studieforberevende utdanningsprogram .....	42
3.3.1	Hovedutfordringer .....	42
3.3.2	Omfang og progresjon .....	42
3.3.3	Studiespesialisering og allmenndannelse .....	46
3.4	Utfordringer for naturfag Vg1 yrkesfaglige utdanningsprogram.....	46
3.4.1	Timetall og organisering .....	46
3.4.2	Omfang av læreplanen .....	48
3.4.3	Progresjon .....	50
3.4.4	Relevans .....	50
3.4.5	Seks mulige modeller for læreplaner for Vg1 yrkesfag .....	52
3.5	Kompetansen hos naturfaglærere .....	56
3.5.1	Lærernes utdanning.....	56
3.5.2	Lærernes vurdering av egen kompetanse .....	57
3.5.3	Hva menes med formell kompetanse i naturfagene? .....	58
3.5.4	Progresjon i utdanningsløpet inkludert overgangen til universitets- og høyskolestudier.....	59
3.6	Arbeidsgruppens forslag under kapittel 3 .....	61
4	De naturfaglige programfagene .....	67
4.1	Felles kompetanser i programfagene .....	67
4.2	Fagovergripende begreper og kompetanser .....	67
4.3	Felles utfordringer for de naturfaglige programfagene.....	68

4.3.1	Arbeidsformer i de naturfaglige programfagene.....	68
4.4	Biologi.....	70
4.4.1	Byggesteiner .....	70
4.4.2	Fagspesifikke kompetanser.....	70
4.4.3	Omfang og dybde i læreplanen .....	71
4.4.4	Progresjon .....	71
4.4.5	Koblinger til andre fag.....	73
4.4.6	Spesifikke utfordringer for biologifaget.....	73
4.5	Fysikk.....	74
4.5.1	Byggesteiner i fysikk.....	74
4.6	Geofag.....	80
4.6.1	Byggesteiner .....	80
4.6.2	Fagspesifikke kompetanser.....	80
4.6.3	Omfang og dybde i læreplanen .....	81
4.6.4	Progresjon .....	81
4.6.5	Koblinger til andre fag.....	82
4.6.6	Spesifikke utfordringer for geofaget.....	82
4.7	Kjemi.....	84
4.7.1	Byggesteiner .....	84
4.7.2	Fagspesifikke kompetanser i kjemi.....	85
4.7.3	Omfang og dybde i læreplanen i kjemi.....	85
4.7.4	Progresjon .....	87
4.7.5	Praktiske forsøk og HMS.....	89
4.7.6	Koblinger til andre fag.....	89

4.7.7	Tilbakemeldinger fra UH-sektoren .....	90
4.8	Teknologi og forskningslære .....	90
4.8.1	Byggesteiner .....	90
4.8.2	Fagspesifikke kompetanser.....	91
4.8.3	Omfang og dybde i læreplanen .....	91
4.8.4	Progresjon .....	92
4.8.6	Elevtall i teknologi og forskningslære .....	93
4.8.7	Spesifikke utfordringer for teknologi og forskningslære .....	93
4.9	Geofag X og teknologi og forskningslære X .....	95
4.10	Naturvitenskap - et nytt felles realfag .....	96
4.11	Alternativ organisering av realfagsopplæringen.....	97
4.11.1	Forskerlinjer .....	97
4.11.2	Alternativer for ny realfagsopplæring .....	98
4.12	Arbeidsgruppens forslag til kapittel 4 .....	101
5	Sluttvurdering .....	105
5.1	Vurdering i naturfag i grunnskolen .....	105
5.2	Vurdering i naturfag Vg1 yrkesfag .....	105
5.3	Vurdering i programfag.....	106
5.3.1	Biologi .....	117
5.3.2	Geofag.....	118
5.3.3	Kjemi .....	119
5.3.4	Teknologi og forskningslære .....	120
5.4	Arbeidsgruppens forslag under kap.5.....	120
6	Naturfag i andre land.....	122

6.1	Timetall og integrering av fagdeler .....	123
6.2	Kompetanseorienterte eller innholdsorienterte læreplaner? .....	123
6.3	Integrerte, fagovergripende kompetanser .....	124
6.4	Innhold og progresjon i læreplanene.....	126
6.5	Naturfag som allmenndannelse i læreplanene.....	128
6.6	Teknologi i læreplanene.....	128
6.7	Yrkesfaglige læreplaner i Norge, Sverige, Finland og Danmark.....	129
6.7.1	Organisering av utdanningen.....	130
6.7.2	Fellesfagene, omfang og innhold. Muligheter for studiekompetanse .....	132
6.7.3	Innholdet i naturfag .....	133
6.7.4	Sammenlikning av landene .....	135
6.8	Arbeidsgruppens forslag under kapittel 6 .....	136
7	Arbeidsgruppens samlede forslag .....	137
7.1	Overordnede utfordringer (Kapittel 2) .....	137
7.2	Arbeidsgruppens forslag under kapittel 3 .....	137
7.3	Arbeidsgruppens forslag under kapittel 4 .....	143
7.4	Arbeidsgruppens forslag under kapittel 5 .....	147
7.5	Arbeidsgruppens forslag under kapittel 6 .....	149
8	Referanser.....	150
	Vedlegg .....	160
A.	Kompetansemål innen teknologi i læreplanverket .....	160
B.	Uttalelse fra faglig råd for yrkesopplæringen .....	161
C.	Spørreundersøkelse om utfordringer i naturfag.....	162
	Hensikt .....	162

Metode.....	162
Resultater .....	162
Påstander i spørreundersøkelsen sortert etter enighet .....	165
Resultater fra arbeidsgruppens spørreundersøkelse om arbeidsformer.....	179
D. Spørreundersøkelse om tid til undervisning.....	183
Hensikt .....	183
Metode.....	183
Resultater .....	183



# 1 Arbeidsgruppens mandat og sammensetning

Arbeidsgruppens oppdrag har vært å levere en rapport som gir beslutningstakere et kunnskapsgrunnlag om fellesfaget naturfag og programfagene i biologi, kjemi, fysikk, geofag og teknologi og forskningslære for å utvikle fagene. Rapporten er basert på relevant forskning og erfaringsbasert kunnskap som gruppens medlemmer representerer. Rapporten må ses i sammenheng med Ludvigsen-utvalgets arbeid (Ludvigsen-utvalget, 2014).

Mandat:

*Arbeidsgruppen skal*

- Gjennomgå og vurdere innholdet i læreplanene i fellesfaget naturfag og programfagene biologi, kjemi, fysikk, geofag og teknologi og forskningslære.
- Vurdere hvordan de fem grunnleggende ferdighetene former fellesfaget naturfag og programfagene.
- Vurdere fellesfaget naturfag både som et allmenndannende fag og som et fag som gir grunnlag for høyere utdanning.
- Vurdere naturfagets innhold på Vg1 som grunnlag for programfag på Vg2.
- Vurdere relevansen til naturfag 1-11 for felles programfag på yrkesfaglige utdanningsprogram.
- Vurdere programfagene som grunnlag for høyere utdanning.
- Vurdere innholdet i programfagene på tvers av fag og trinn.
- Vurdere eksamensordningen med utgangspunkt i det faglige innholdet i det enkelte programfag.
- Gjennomgå forskning om opplæringen i naturfag og programfagene.
- Sammenligne fagtilbudet i naturvitenskapelige og teknologiske fag i Norge med tilbudet i relevante land.
- Vurdere hvordan opplæring i teknologi blir ivaretatt i grunnopplæringen.
- Vurdere hvilken kompetanse elever vil trenge i realfag i framtiden basert på eksisterende kunnskapsgrunnlag.

Arbeidsgruppen har valgt å lage en rapport som er utfyllende i forhold til *Rapport fra ekspertgruppa for realfagene* fra desember 2014 (Bergem, et al., 2014), siden mandatene for de to rapportene delvis har vært overlappende. En del problemstillinger er derfor ikke drøftet i denne rapporten, men det henvises i stedet til drøftingen i ekspertgruppens rapport (ibid). De to rapportene må derfor ses som en helhet som beskriver situasjonen for naturfagene i norsk skole i 2015. Sammen med rapporten *Matematikk i norsk skole anno 2014* danner de et kunnskapsgrunnlag for realfagene i skolen.

### *Leveranser*

Gruppen leverte en delrapport 01.12.2014. Endelig rapport er levert 31.03.2015.

### *Arbeidsgruppens sammensetning*

Per-Odd Eggen (leder), førsteamanuensis Skolelaboratoriet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Maria Vetleseter Bøe, forsker ved Nasjonalt senter for naturfag i opplæringa (Naturfagsenteret)

Nina Fimland, lektor Hartvig Nissens skole

Astrid Johansen, universitetslektor Skolelaboratoriet, NTNU

Trude Nilsen, forsker ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, (ILS), Universitetet i Oslo (UiO)

Rolf Vegar Olsen, forsker ILS, UiO

Berit Reitan, prosjektleder FYR Naturfagsenteret

Morten Trudeng, leder Norsk fysikklærerforening

Kristin Glørstad Tsigaridas, universitetslektor Skolelaboratoriet i biologi, UiO

Henning Urdahl, lektor Lillehammer videregående skole

Frode Øren, avdelingsleder Heimdal videregående skole

## 2 Naturfagenes rolle og organisering

”Naturfagene” betyr i denne rapporten det integrerte naturfaget som er obligatorisk på klassetrinnene 1-11, og deretter programfagene biologi, fysikk, geofag, kjemi og teknologi og forskningslære på klassetrinnene 12 og 13.

I denne rapporten presenterer arbeidsgruppen et kunnskapsgrunnlag om naturfagene i norsk grunnopplæring og konkrete forslag og anbefalinger i lys av dette kunnskapsgrunnlaget. Forslag og anbefalinger er samlet i kap.7.

### 2.1 Naturfagenes rolle i samfunnet

Naturfagene har sin berettigelse som skolefag fordi de i en videre forstand gir oss innsikt til å forstå oss selv og verden rundt oss. Det er fag som dreier seg om både den naturlige og menneskeskapte verden. Sentralt i fagene er også refleksjoner rundt hva det vil si *å vite*, og hva som er involvert i prosessen med å etablere *kunnskap* om verden. I engelsk språkdrakt kommer dette tydeligere fram ved at det engelske ordet for naturfag er *Science*. En direkte oversettelse til norsk ville derfor vært *vitenskap*. Gjennom internasjonale studier som TIMSS og PISA ser vi den statusen naturfagene har som utvalgte kjerneområder (sammen med lesing og matematikk). Fellesfaget naturfag har en viktig rolle når elever skal vurdere påstander og argumenter i sammensatte og ukjente situasjoner. Dette er i tråd med det Ludvigsen-utvalget omtaler som «kritisk tenkning, problemløsning og vitenskapelige metoder»

### 2.2 Naturfagenes rolle i samfunnet

Naturfagene i skolen kan ses ut fra et allmenndannende perspektiv og et samfunnsøkonomisk perspektiv. Disse står ikke i motsetning til hverandre, men vil ha ulik vektlegging på ulike nivåer i utdanningsløpet. Naturfag på 1.-11. trinn legger sterk vekt på allmenndannelse. Arbeidsgruppen ønsker i stor grad en videreføring av naturfaget som et bredt allmennfag, men vil også å drøfte hva som gir den mest hensiktsmessige overgangen til programfagene i realfag.

### 2.3 Naturfag som allmenndannelse

Naturfagene er en kilde til undring, utforskning, kreativitet og glede. Fagene innbyr til arbeid med hode og hender i klasserom, i laboratoriet eller ute i naturen, alene eller i

samarbeid med andre. Kunnskap i naturfagene kan bidra til forståelse av verden omkring oss. Naturfaglige begreper, prosesser og tenkemåter gir oss redskaper i møte med store og små spørsmål i hverdags- og samfunnsliv. Fagene kan derfor gi viktige bidrag i en grunnopplæring for alle der naturfaglig innsikt kan ha betydning for hvordan vi observerer og opplever naturen rundt oss, og de gir mulighet for forstå klimautfordringer og andre miljøspørsmål bedre. Videre vil naturfaglig kompetanse gi et grunnlag for å delta og ta stilling i aktuelle debatter der rasjonelle argumenter møtes av fordommer og uvitenhet, eller der sterke egeninteresser står bak, eksempelvis i de store debattene om kosthold. Naturfag som allmenndannelse er viktig i de fleste yrkesgrupper, ikke bare innenfor de typiske, naturfaglige yrkene. De allmenndannende sidene ved naturfaget er selvsagt også viktige for dem som velger realfag i videre studier og yrkesliv. Samfunnet er avhengig av at teknologiutvikling og ressursforvaltning skjer med et overordnet, allmennyttig perspektiv. Læreplanen i naturfag 1.-11. trinn er organisert i tematiske hovedområder istedenfor tradisjonelle fagdisipliner (biologi, fysikk, kjemi, geofag). En slik tematisk inndeling gir muligheter for å trekke fram «de store ideene» i naturvitenskapen. Det gir også grunnlag for å jobbe tverrfaglig med temaer som for eksempel miljø eller personlig helse.

Et viktig trekk ved dagens fellesfag i naturfag er svak synliggjøring av matematikkens sentrale plass i naturvitenskapelig arbeid. Analyser av norske elevers prestasjoner i TIMSS-undersøkelsene har blant annet pekt på sammenhengen mellom svakere kunnskaper i matematikk (spesielt algebra) og svakere prestasjoner i programfaget i fysikk (Lie & Angell, 2009; Nilsen, Angell, & Grønmo, 2013). Matematisk modellering er essensielt i de realfaglige programfagene, spesielt i fysikk. Et naturfag som i større grad tar i bruk kvantitative problemstillinger, kan på den ene siden gjøre elevene bedre i stand til å forstå og verdsette betydningen av matematisk modellering i naturfagene, og på den andre siden kan en slik betoning i faget gi elevene et relevant anvendelsesområde for matematikk og grunnleggende ferdigheter i regning. Økt bruk av matematikk i fellesfaget naturfag kan imidlertid virke fremmedgjørende for elever som ikke skal studere realfag.

Elever som velger programfag i realfag, vil ha nytte av at kompetansemålene i naturfag 1-11 legger et faglig grunnlag for programfagene. Samtidig vil en "realfaglig spesialisering" av naturfaget neppe være formålstjenlig for elever som ikke skal velge realfag i videre studier. Problemstillingen er ikke særegen for Norge, og ser vi til andre land, for eksempel de andre nordiske landene, har disse ulike modeller for overgangen fra integrert naturfag til programfag. I en slik internasjonal sammenlikning ser vi også at den norske modellen splitter naturfaget opp i programfag relativt sent i utdanningsløpet. I Danmark skjer for eksempel oppsplittingen fra 7. trinn. Se avsnitt 6.1 for utdyping av dette.

## 2.4 Naturfaget i et samfunnsøkonomisk nytteperspektiv

Naturfagene spiller en sentral rolle i vårt moderne og teknologiske samfunn. Fagene er en viktig del av grunnlaget for norsk industri, verdiskaping og velferd, og de er nødvendige brikker i forskning på og arbeidet med utfordringer samfunnet står overfor. Daværende kunnskapsminister Kristin Halvorsen skrev i forordet til regjeringens strategiplanen for realfagene, *Realfag for framtida, at Høy kompetanse i realfag og teknologi er en forutsetning for å møte dagens og morgendagens store utfordringer* (Kunnskapsdepartementet, 2010-2014). Tilsvarende skrev regjeringen Solberg i en artikkel på regjeringen.no i oktober 2014:

*Svært mange samfunnsområder er avhengige av realfaglig og teknologisk kompetanse. Det er samtidig godt dokumentert at norske elever ikke oppnår gode nok resultater i realfag, og at vi ikke tilfører arbeidslivet den realfaglige kompetansen de har behov for. Ratsøutvalget<sup>1</sup> peker også på realfagene som sentrale for Norges vekst og velferd i framtida ved å bidra til at vi kan «...flytte teknologifronten på enkelte områder der Norge har verdensledende kunnskapsmiljøer» (NOU 2015: 1)*

Selv om satsingen på realfag ser ut til å ha bred politisk støtte, er naturfagene lavt prioritert i norsk skole. I grunnskolen får norske elever et lavt timetall i naturfag sammenlignet med gjennomsnittet i OECD. Den lave prioriteten gjenspeiles også ved at naturfag bare har én karakter på vitnemålet fra grunnskolen, og i lærernes "leseplikt". Disse forholdene vil bli drøftet mer i detalj i avsnitt 3.2.1.

SSBs framskrivninger tilsier at etterspørselen etter kandidater med høyere, realfaglig utdanning vil være større enn tilførselen i årene fram mot 2030 (Gjefsen, Gjelsvik, Roksvaag, & Stølen, 2012) (OECD, 2014). Spesielt vil det bli behov for helsearbeidere, ingeniører og lærere i naturfagene. Skal Norge utdanne tilstrekkelig mange kompetente kandidater til naturvitenskapelige og teknologiske yrker, må naturfagene i skoleløpet danne et godt faglig grunnlag for høyere utdanning innenfor feltet. Valg av utdanning baseres i stor grad på elevenes interesser og framtidsplaner og på deres evne til å se seg selv i en framtidig naturfaglig jobb (Bøe & Henriksen, 2013). Interessen for naturfag avtar ofte oppover i skoleløpet (Grønmo & Onstad 2007); (Tytler, 2014), og ungdommers inntrykk av muligheter for naturfaglige jobber er ofte begrenset (ibid) og påvirket av stereotypiske

---

<sup>1</sup> *Produktivitetskomisjonens første rapport*, Utredning fra et utvalg oppnevnt av Regjeringen Solberg 7. februar 2014.

oppfatninger (DeWitt & Archer, 2013). Interessen for naturfagene er viktig, men ikke tilstrekkelig for at ungdom skal velge naturfaglige utdanninger og yrker (DeWitt J., 2014). Rollemodell.no og ENT3R-realfagstrening er eksempler på tiltak i arbeidet med å motarbeide stereotype holdninger og synliggjøre fagenes relevans (Nasjonalt senter for realfagrekruttering, 2015). I PISA 2006 lå norske elever noe under OECD-gjennomsnittet i interesse og framtidsrettet motivasjon for å lære naturfag (Kjærnsli, Lie, & Olsen, 2007). Det er derfor viktig at naturfagene i skolen fremmer elevenes interesser og motivasjon i tillegg til å styrke den naturfaglige kompetansen.

Dagens organisering av naturfag på 1.–11. trinn kan ha ulemper i et studiespesialiserende perspektiv. For det første kan vektleggingen av allmenndannelse ha ført til at fellesfaget naturfag ikke gir et godt faglig grunnlag for programfagene. For det andre kan et allmenndannende perspektiv gi mangelfullt innblikk i de ulike naturvitenskapelige fagdisiplinene, slik at elevene har for svak kjennskap til fagenes egenart når de skal velge programfag. Naturfag som grunnlag for de naturfaglige programfagene er ikke uttrykt i formålet i læreplanen for faget (Udir, 2013), og sammenhengen mellom læreplanen i naturfag 1-11 og læreplanen i programfagene har klare mangler. Dette blir det gitt en del tydelige eksempler på i kapittel 4 *De naturfaglige programfagene*.

## **2.5 Kompetanser og grunnleggende ferdigheter i naturfagene**

Med bakgrunn i samfunnsendringene, både nasjonalt og internasjonalt, peker Ludvigsen-utvalget på fire viktige kompetanseområder for fremtiden (Ludvigsen-utvalget, 2014):

1. Fag og fagområder
2. Å lære
3. Kommunikasjon, samhandling og deltakelse
4. Å utforske og skape

Ludvigsen-utvalget presiserer at disse kompetansene må integreres i fagene på fagenes premisser. Dagens læreplaner i naturfagene dekker disse målene med unntak av mål 2. For eksempel har *forskerspiren* (og tilsvarende hovedområder i programfagene) som mål at elevene skal utforske. Men muligheten til å utforske og skape har tradisjonelt vært liten i fag med stort tidspress. Dette blir forsterket av at undervisningen i stor grad rettes inn mot skriftlig eksamen i videregående opplæring, slik det er nevnt i kapittel 5 om sluttvurdering. Resultatet er at undervisningen ikke blir så variert som læreplanene legger opp til. Dette kommer klart fram av spørreundersøkelsen som er gjengitt i vedlegg C. Potensialet er imidlertid stort for å arbeide skapende og utforskende i naturfag. Dette illustreres av at

utforskende læring (*inquiry based learning*) i de senere år har vokst seg stort som forsknings- og utviklingsfelt i naturfag og naturfagdidaktikk (Knain & Kolstø, 2011) (Ødegaard & Frøyland, 2010) (Haug, 2014).

I det framtidige arbeidet med læreplaner og tilhørende veiledningsmateriell blir det viktig å forsterke de allerede tydelige målene i dagens læreplan for naturfag 1-11 og programfagene som uttrykker at elevene også skal tilegne seg kompetanse knyttet til det å utforske og gjøre egne systematiske observasjoner eller eksperimenter. Artikkelen *Hvordan skaper vi gode betingelser for læring?* beskriver hvordan *Baklengsutvikling av utdanning* kan brukes som prinsipp knyttet til realfaglig utdanning (Mørken, Sølna, & Villanger, 2015). I denne modellen er utgangspunktet den ønskede kompetansen til eleven, og deretter tilpasses innsatsfaktorer og læringsmiljø for å oppnå den ønskede helheten. Arbeidsmåtene blir da et middel for å fremme læring gjennom samarbeid og deling.

Arbeidsgruppen forstår Ludvigsen-utvalgets *kommunikasjon, samhandling og deltakelse* som et kompetanseområde der *kritisk tenkning* inngår. Dagens naturfaglæreplan er så vidt inne på kritisk tenkning i et av kompetansemålene under *forskerspiren* på ungdomstrinnet. Det handler om å identifisere naturfaglige argumenter, fakta og påstander i media, og å vurdere innholdet kritisk. Det er lett å se relevansen av slik kompetanse i naturfag, både i et allmenndannende og studieforbereende perspektiv. I New Zealand har forskere studert implementeringen av de fagovergripende kompetansene «*thinking; using language, symbols, and texts; managing self; relating to others; og participating and contributing*» i skolenes undervisning (Hipkins, Boldstad, Boyd, & McDowall, 2014). Forskerne viser for eksempel hvordan kritisk tenkning og kommunikasjon er kompetanser som kan læres, utvikles og brukes i undervisning knyttet til klimaendringer. Der handler det blant annet om å forholde seg til ulike påstander og argumenter i klimadebatten. Vi kan se for oss andre temaer der de samme kompetansene er viktige og aktuelle for naturfag, for eksempel vaksinedebatten knyttet til nylige utbrudd av meslinger, eller kontroverser i forbindelse med stråling og atomkraft.

## **2.6 Variasjon i arbeidsmåter i naturfagene**

I mange land kjennetegnes naturfagene av at elevene veksler mellom praktisk arbeid og teori (Abrahams & Millar, 2008). I Norge legger læreplanene i naturfagene opp til en variasjon i arbeidsmåter, men den spørreundersøkelsen arbeidsgruppen har gjennomført blant lærere (se vedlegg C), tyder på mindre variasjon av arbeidsmåter i naturfagene enn det lærerne ønsker. Spesielt ser det ut til at lærere som opplever tidsnød i faget,

nedprioriterer tidkrevende aktiviteter og velger undervisningsmetoder ut fra andre kriterier enn det forskningen sier vil fremme læring, motivasjon og samhandling best.

Ifølge den internasjonale TIMSS-rapporten i 2011 (Martin, Mullis, Foy, & Stanco, 2012) (side 408), er norske lærere de som bruker minst tid av alle land på eksperimentelt arbeid. Videre ligger vi langt under det internasjonale snittet for antall skoler med et naturfagslaboratorium (ibid). Lærere mener nedprioriteringen av eksperimentelt arbeid skyldes mangel på tid, utstyr og gode undervisningsopplegg (Almendingen mfl. 2003).

## **2.7 Situasjonsbeskrivelse av naturfagene i Kunnskapsløftet**

### **2.7.1 Endringer i naturfagopplæringen med Kunnskapsløftet (LK06)**

Med Kunnskapsløftet (LK06) gjennomgikk grunnopplæringen i Norge store endringer både strukturelt og innholdsmessig. I grunnskolen ble alle kompetansemålene angitt etter 2., 4., 7. og 10. årstrinn, og hovedområdene er i store trekk de samme gjennom hele det tiårige løpet. På videregående trinn ble et stort antall studieretninger omorganisert til 12 utdanningsprogram. Realfagene ble lagt til et eget programområde innenfor utdanningsprogram for studiespesialisering. Med denne omorganiseringen ble det også innført to nye realfaglige programfag: geofag og teknologi og forskningslære. Alle programfagene fikk et årstimetall på 140 klokke timer bortsett fra geofag X og teknologi og forskningslære X som har 84 klokke timer<sup>2</sup>.

To viktige endringer med LK06 er innføringen av fem definerte *grunnleggende ferdigheter* og at læreplanen gikk fra å være innholdsorientert til å bli kompetanseorientert (se også avsnitt 6.2). Det er ikke spesifisert hvilke kunnskaper og ferdigheter som er nødvendige for å oppfylle det enkelte kompetansemålet. Nasjonale myndigheter har derfor utarbeidet veiledende kjennetegn på måloppnåelse etter 10. trinn, og veiledninger til læreplanen i noen fag. Med LK06 fikk fagene kjemi og biologi i Vg2 utvidet timetallet fra 84 til 140 klokke timer. Innholdet i naturfagene ble også endret med LK06. Et gjennomgående prinsipp i læreplanverket er at læreren skal ha metodefrihet.

---

<sup>2</sup> Disse to fagene ble innført av strukturmessige hensyn da elever som valgte et programfag i matematikk, ikke skulle følge et av de to obligatoriske matematikkfagene 2T/2P i Vg2. Det ble derfor behov for å tilby noen fag med tilsvarende årstimetall for disse elevene



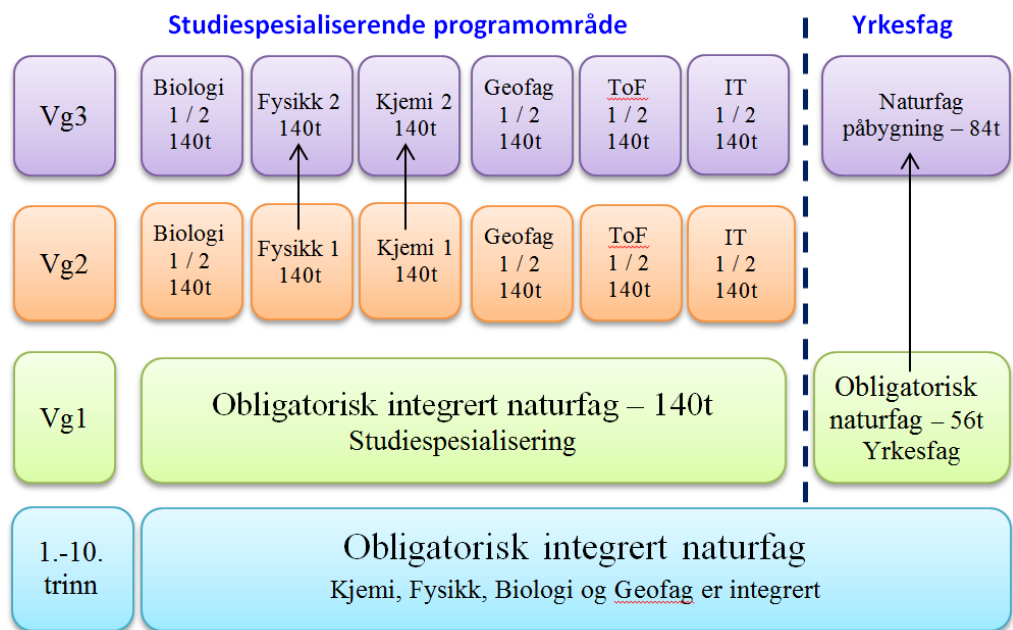
Kunnskapsløftet innførte også nye eksamensformer. Med unntak for en del realfag ble alle ikke-kommuniserende hjelpemidler, og spesielt datamaskin, tillatt i sentralgitte skriftlige eksamener. Matematikkfagene, fysikk 2, kjemi 2 og biologi 2 fikk en særordning med todelt eksamen. I del 1<sup>3</sup> (2/5 av hele eksamen) tillates ingen hjelpemidler, mens i del 2 (3/5 av eksamen) tillates alle ikke-kommuniserende hjelpemidler. Geofag og teknologi og forskningslære er ikke omfattet av denne ordningen. Disse to fagene har en eksamensordning med forberedelsesdag og eksamen der alle ikke-kommuniserbare hjelpemidler er tillatt under hele eksamensdagen.

### **2.7.2 Fagstrukturen**

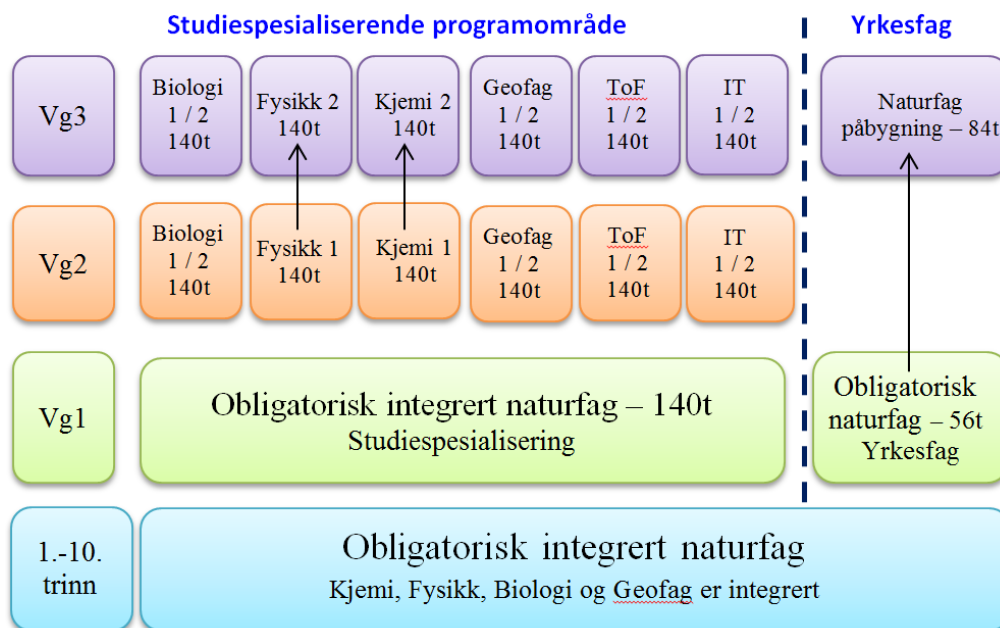
I videregående opplæring har elever på de yrkesfaglige utdanningsprogrammene (YF) samme læreplan i naturfag som studieforbereende utdanningsprogram (SF). Men elever på YF har 2/5 av kompetansemålene i læreplanen sammenlignet med elever på studieforbereende utdanningsprogram (SF) med tilsvarende redusert årstimetall. Elevene på det studiespesialiserende utdanningsprogrammet har mulighet til å velge *programområde for realfag* fra og med Vg2. Krav til fagsammensetning og fordypning er gitt i rundskriv Udir-1-2014. En samlet oversikt over fagtilbudet i naturfag er gitt i

---

<sup>3</sup> Våren 2015 fikk mange av matematikkfagene en ny eksamensordning der del 1 utgjør 3/5 av eksamen og del 2 2/5 av eksamen.



Figur 2- 1.



Figur 2- 1 Pilene viser at det er bare i fagene fysikk og kjemi at nivå 2 bygger på nivå 1. I de andre naturfagene kan nivå 1 og nivå 2 velges enten på Vg2 eller på Vg3. Antall elever i hvert fag kan ses av tabell 5-7.

### Tidsrammer i Kunnskapsløftet

I Kunnskapsløftet er antallet timer per år for faget gitt i læreplanen for hvert enkelt fag. I utdanningsprogram for studiespesialisering i videregående opplæring har alle programfagene et omfang på 140 årstimer hver. Elevene må velge minst seks programfag, og av disse må fire ligge innenfor eget programområde. De som velger programfag i matematikk på Vg2, skal ha sju programfag. I tillegg er det krav om fordypning i minst to programfag over to år.

### 2.7.3 Manglende oppfylning av timetallet

I læringsprosessen skal elevene bygge opp nye kunnskapsstrukturer og sette disse i sammenheng med sin egen etablerte kunnskap. Læringsforskning legger vekt på at elevene bør møte konkret fagkunnskap og gå i dybden for å forstå begreper og problemstillinger innenfor et fagområde. Det er viktig for læring at undervisningen stimulerer til at elevene utvikler innsikt og forståelse av temaer som går på tvers av fagområder (Håkansson, 2012) (National Research Council). Dette innebærer at det bør brukes ulike tilnæringsmetoder, arbeidsformer, læringsarenaer og vurderingsformer i undervisningen av et og samme tema. Ut i fra dette ser vi at tilstrekkelig *tid* er en nøkkelfaktor for at god læring skal skje. Dette er også drøftet under punkt 2.6.

Barnetrinnet (1. -7. trinn) har totalt 328 årstimer naturfag mens ungdomstrinnet (8. – 10. trinn) har 249. Det vil si at elevene på barnetrinnet har et årstimetall på 47 timer og på ungdomstrinnet 83 timer. Dersom disse timene fordeles jevnt på 38 uker, får vi uketimetallene som er gitt i Tabell 2- 1.

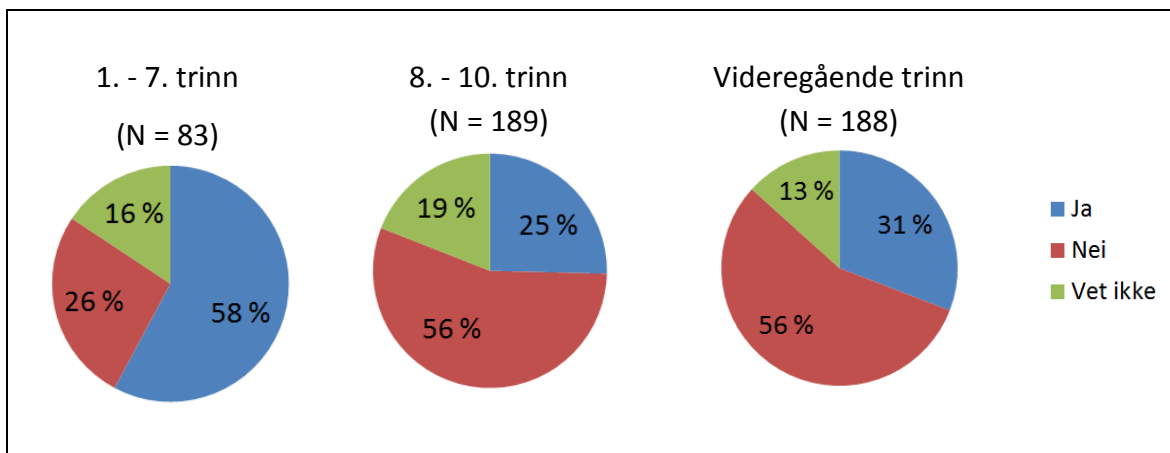
Tabell 2- 1 *Ukentlig undervisningstid dersom årstimetallet fordeles jevnt på 38 uker*

Trinn	Timer per uke (60 min)
1.-7. trinn	1,2
8.-10. trinn	2,2
Vg1 STUSP	3,7
Vg1 YF	1,5
Vg3 PB	2,2

Arbeidsgruppen har gjennomført en spørreundersøkelse blant lærere om bortfall av undervisningstid. Detaljerte resultater fra den er gitt i vedlegg D. Figur 2- 2, Figur 2- 3 og Figur 2- 4 gjengir hovedresultater fra denne undersøkelsen. Her kommer der tydelig fram at lærerne mener bortfallet av undervisningstid er betydelig, og at årstimetallet for fagene i mange tilfeller ikke blir oppfylt. Elevene har krav på å få oppfylt årstimetallet, men det tillates en omdisponering av inntil 25 % av timetallet i hvert fag for enkeltelever. Forutsetningen er at omdisponeringen er gjort med samtykke fra eleven eller foreldrene, og at den skal kunne føre til bedre måloppnåelse for eleven (Udir, 2014). Spørreundersøkelsen (Vedlegg D) tyder på at det foregår en omdisponering av naturfagstimer som det ikke er hjemmel for.

### **Hva lærerne sier om tid til undervisning**

Spørreundersøkelsen viser at årstimetallet i naturfag i mange tilfeller brukes til andre ting enn undervisning i fag. På direkte spørsmål om lærerne mener at elevene får undervisning i det timetallet de har krav på, svarer majoriteten av lærerne på barnetrinnet «Ja», mens majoriteten på ungdomstrinnet og på videregående trinn svarer «Nei».



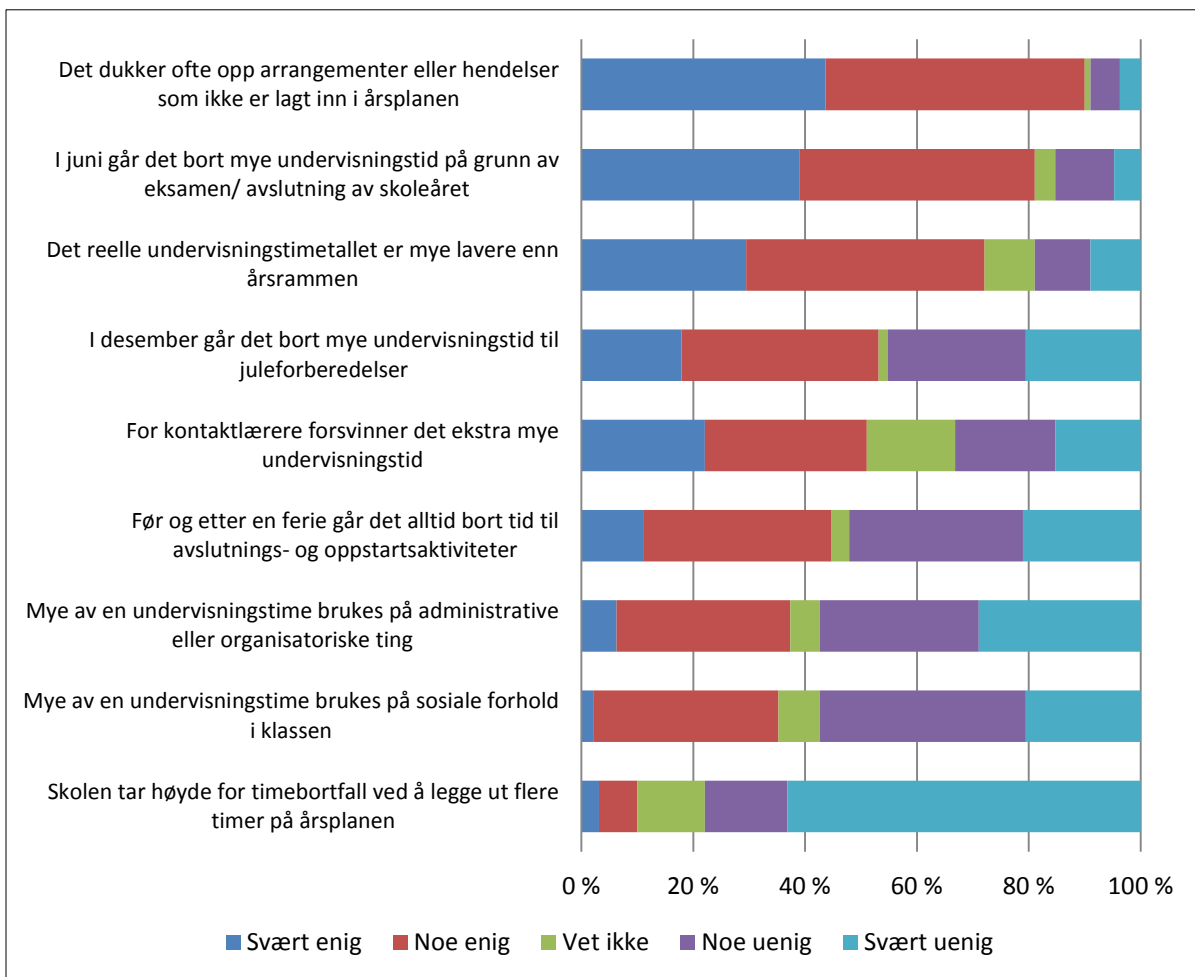
Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om tid til undervisning (vedlegg D)

Figur 2- 2 Lærernes svar på spørsmålet «Fikk elevene du underviste i naturfag det undervisningstimetallet de skulle ha i følge læreplanen?»

Når lærerne blir bedt om å vurdere påstander relatert til bortfall av undervisningstid, er det spesielt påstanden «det ofte dukker opp hendelser som ikke er lagt inn i årsplanen» det pekes på. I tillegg rapporterer lærerne at det faller bort mye undervisningstid i forbindelse med eksamen og avslutningen av skoleåret (vedlegg D). Vi ser fra den samme spørreundersøkelsen at dette gjelder både for ungdomstrinnet og for videregående opplæring, men at eksamen tydelig gir større bortfall av undervisningstid i videregående enn på ungdomstrinnet. Spørreundersøkelsen gir inntrykk av at bortfallet av undervisningstid er størst i de fagene der det er minst tid til fordypning, det vil si i programfagene i Vg3. Det forsterker i så fall problemene med misforhold mellom omfanget av læreplanene og tiden til disposisjon.

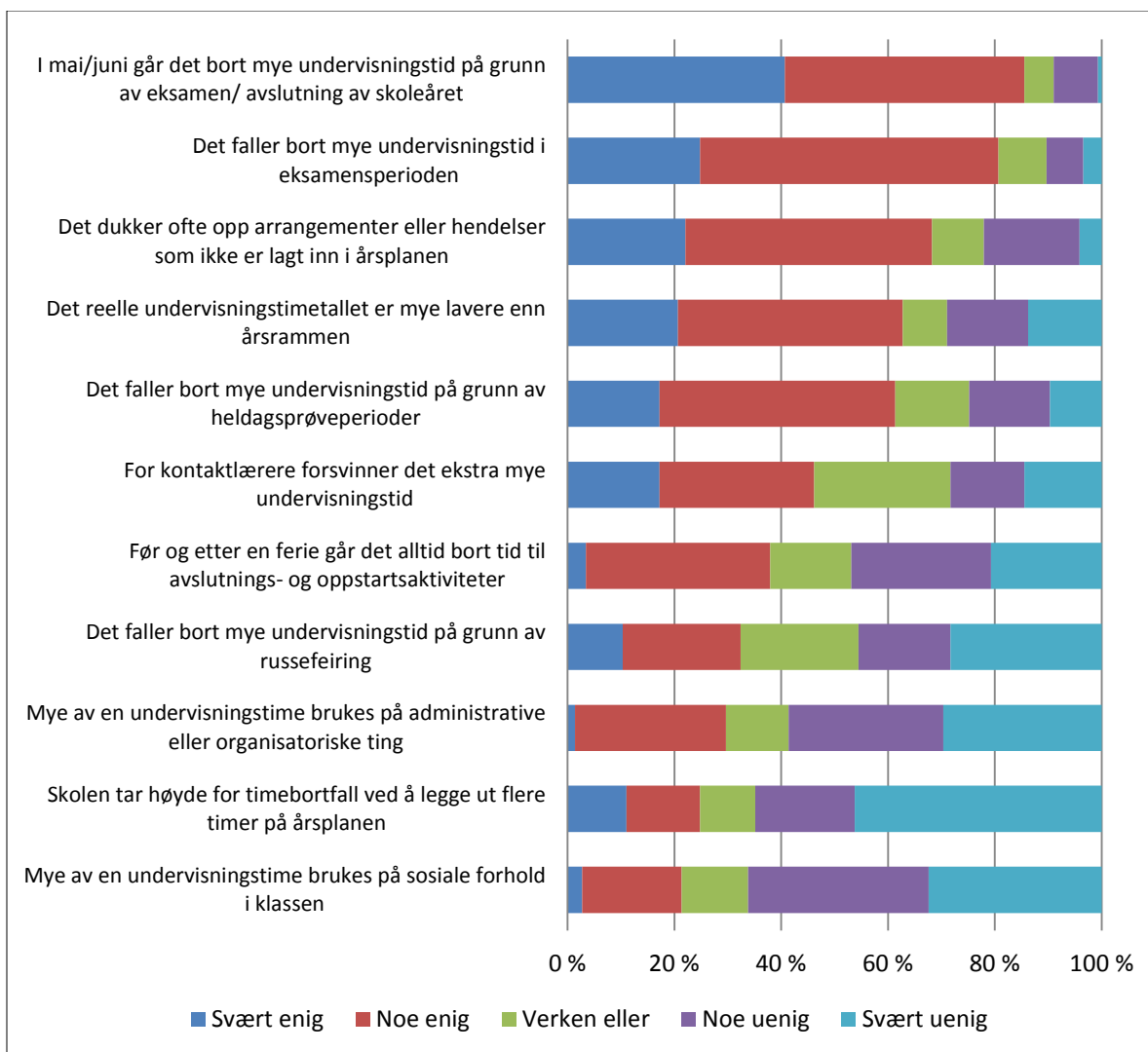
### Strukturelle grep

Et interessant spørsmål er om skolen tar høyde for timebortfall ved å legge til flere timer på årsplanen enn det fag- og timefordelingen krever. Spesielt på videregående trinn ser vi at noen lærere sier seg svært enige i at dette er tilfellet. Med andre ord finnes det skoler som praktiserer en slik ordning. Den kan for eksempel gå ut på at et fag som tradisjonelt er blitt lagt ut med 5 undervisningsøkter i uka, i stedet blir lagt ut med 6 undervisningsøkter. Læreren holder regnskap over faktisk undervisningstid og kan avslutte undervisningen når et tilstrekkelig antall timer er gjennomført. På denne måten kan skolen sikre at elevene får det undervisningstimetallet de har krav på. Arbeidsgruppen mener dette er en praksis som kan vurderes for flere skoler. Se forslag 2a.



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om tid til undervisning (vedlegg 0)

Figur 2-3 Lærerne på 8.-10. trinn har svart på hvor enige de er i en del påstander om praktiseringen av tidsrammen i naturfagene. (N = 190)



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om tid til undervisning (vedlegg 0)

Figur 2- 4 Lærerne på videregående trinn har svart på hvor enige de er i en del påstander om praktiseringen av tidsrammen i naturfag. (N = 145).

## 2.8 Utfordringer for naturfagene i framtida

Så langt er naturfagets rolle i opplæringen og hovedtrekk ved dagens utdanningstilbud beskrevet. Med dette som bakgrunn vil de følgende kapitlene gå mer spesifikt inn på de ulike fagene og på konkrete utfordringer for naturfagene i norsk skole.

Naturfag i grunnskolen ble forrige gang utredet i *Naturfagutredningen* fra 1995 (Sjøberg, Haldorsen, Lea, & Jorde, 1995). I 1995 var naturfag en del av *o-faget*, som hadde som

formål å integrere natur- og samfunnsfagene. Begrunnelsen for denne integrasjonen likner til forveksling på de argumentene vi har beskrevet over her om at naturfaget har en sentral allmenndannende funksjon, blant annet for å kunne arbeide med større samfunnsrelaterte spørsmål. Utredningen fra 1995 konkluderte imidlertid med at naturfag i grunnskolen var svært dårlig ivaretatt gjennom o-faget.

Dagens situasjon for naturfagene i skolen er nå bedre. Naturfag er et eget fag i grunnskolen, og gjennom aktører som Naturfagsenteret og Skolelaboratoriene har skolene tilgang til forskningsbasert, fagspesifikk kompetanse.

Noen av de utfordringene som det ble pekt på for naturfagene i 1995, er fortsatt aktuelle. Timetallet i naturfag er fortsatt svært lavt i grunnskolen, spesielt på barnetrinnet (dette er drøftet nærmere i avsnitt 3.2.1), og en liten andel av lærerne på barnetrinnet har god bakgrunn i naturfag og naturfagdidaktikk (se mer om dette i avsnitt 3.5). De internasjonale undersøkelsene TIMSS og PISA avdekker at norske elevers naturfagkompetanse fortsatt er på gjennomsnittlig nivå sammenlignet med andre land, og lavere enn ønskelig.

Naturfagene er prioritert når det gjelder etter- og videreutdanning for lærere, og denne satsingen avhenger av god kvalitet i lærerutdanningen på området for å gi forbedringer som kommer elevene til gode. Arbeidsgruppen kjenner ikke til noen systematisk kartlegging av kompetansen til lærerutdannerne.

## 2.9 Overordnede utfordringer

Ut fra drøftingen i dette kapitlet blir de overordnede problemstillingene å oppnå bedre læring gjennom

- balanse mellom timetall og omfanget av kompetansemål
- balanse mellom ulike typer allmennfaglige og studieforberedende formål
- vurderingsformer som er egnet i forhold til kompetansemålene
- helhetlig progresjon i studieløpet, både på tvers av fag (horisontalt) og mellom årstrinn (vertikalt)
- et faglig oppdatert og relevant faginnhold
- variasjon i arbeidsmåter og undervisningsstrategier

Et sentralt begrep i denne sammenhengen er *dybdelæring*, som er knyttet til at elever gradvis utvikler sin forståelse av begreper og sammenhenger innenfor et fagområde. Ny kunnskap relateres til tidligere læring og erfaringer og til refleksjon over egen forståelse



(Ludvigsen-utvalget, 2014). Arbeidsgruppen ser dybdelæring som et mål for utdanningen og ønsker tiltak som reduserer omfanget av overflatelæring, der kunnskap i liten grad settes i sammenheng.

Disse problemstillingene vil bli drøftet mer spesifikt i resten av rapporten.

## **2.10 Arbeidsgruppens forslag under kapittel 2**

- 2a Det kartlegges hvilke organisatoriske grep skolene kan gjøre for å sikre at årstimetallet for fagene blir oppfylt.

Begrunnelse:

Arbeidsgruppen har avdekket at årstimetallet i naturfag ikke oppfylles, og at elevene ikke får den undervisningen de har krav på. Naturfag har i utgangspunktet få timer, og det er derfor viktig å sikre at disse brukes til naturfagopplæring og ikke omdisponeres til andre formål. En kartlegging som skissert i forslaget, kan føre til at flere skoler kan ta i bruk gode, utprøvde organisatoriske virkemidler.

- 2b Ved en eventuell framtidig læreplanrevisjon må det settes inn tiltak for å unngå at overordnede prinsipper som for eksempel reduksjon i omfang overkjøres i høringsprosessen.

Begrunnelse

Tidligere læreplanrevisjoner har vist at man ikke har greid å oppfylle intensjonene i revisjonen på grunn av endringer som ble gjort som en konsekvens av høringsprosessene. Hvis man kan endre regelverket for høringsprosessen, kan dette gi større gjennomslag for de endringene man ønsker å gjennomføre.

### **3 Naturfag 1. – 11. trinn**

Dette kapitlet handler om det integrerte naturfaget på trinn 1-11, peker på utfordringer, og det foreslås tiltak for å bedre situasjonen.

Det er gjennomført flere tiltak for å styrke realfagene i skolen, for eksempel det som er beskrevet i strategiplanen «Realfag for framtida» (2010-2014). Men naturfag i grunnskolen har fortsatt lavt timetall i Norge sammenlignet med de andre OECD-landene og sammenlignet med andre fag i norsk skole. Dette omtales nærmere i punkt 3.2.1. Det kan se ut til at satsing på realfagene i praktisk utdanningspolitikk er gjennomført som en styrking av matematikk, slik det også er beskrevet i andre land, for eksempel i Nederland (Wake & Burkhardt, 2013). I England er naturfag definert som *core subject* sammen med morsmål og matematikk (Department for Education, 2015). I Norge har vi ikke definert kjernefag, men arbeidsgruppen mener naturfagene sammen med matematikk har en nøkkelposisjon i det Ludvigsen-utvalget kaller «realfag og teknologi», og at en ensidig satsing på matematikk ikke er tilstrekkelig for realfagene som helhet. Ludvigsen-utvalget trekker fram klima- og miljøutfordringer som et sentralt område der realfagene sammen kan bidra til å løse utfordringene, og understreker at utdanning for bærekraftig utvikling har en klar forankring i naturfag. Når det gjelder naturfag og framtidens kompetanser, framhever Ludvigsen-utvalget at dette faget er spesielt egnet for å utvikle kompetanser i å utforske og skape, og trekker fram utforskende arbeidsmåter i naturfagundervisningen. Videre argumenterer utvalget for å fjerne regning som grunnleggende ferdighet, men presiserer at naturfaget er et fag i særstilling knyttet til det å anvende matematikk i relevante kontekster.

#### **3.1 Generelt om naturfag på 1.-11. trinn**

Grunnlaget for elevenes læring, mestringsopplevelser, interesse og motivasjon legges tidlig i opplæringen. Et styrket naturfag på barnetrinnet vil kunne gi elevene grunnlag for et mer lærerikt og engasjerende forhold til faget gjennom hele skoleløpet.

##### **3.1.1 Innholdet i naturfag**

I Kunnskapsløftet er fagene biologi, geofag, fysikk, kjemi, teknologi og design samlet til et integrert naturfag fra 1. til 11. trinn. I formålet for faget står det at skolefaget skal framstå helhetlig, både teoretisk og praktisk, selv om naturvitenskapen er delt inn i ulike fagdisipliner. Formålet framhever betydningen av naturvitenskap og teknologi både for den enkelte og for samfunnet, i nåtid og framtid.

Innholdet i læreplanen er tematisk organisert i hovedområder, og hovedområdene er i stor grad felles for hele dette skoleløpet.

Tabell 3- 1 *Hovedområder i læreplanen i naturfag, Kunnskapsløftet*

Årstrinn	Hovedområder					
1.–10.	Forsker- spiren	Mangfold i naturen	Kropp og helse		Fenomener og stoffer	Teknologi og design
Vg1 - SF	Forsker- spiren	Bærekraftig utvikling	Ernæring og helse	Stråling og radioaktivitet	Energi for framtiden	Bioteknologi
Vg1 - YF	Forsker- spiren	Bærekraftig utvikling	Ernæring og helse		Energi for framtiden	
Vg3 - påbygg	Forsker- spiren	Bærekraftig utvikling		Stråling og radioaktivitet	Energi for framtiden	Bioteknologi

Naturfag inneholder kompetansemål som angir hva elevene skal kunne etter 2., 4., 7. og 10. trinn, samt etter Vg1 og eventuelt Vg3 påbygning. Faget inneholder elementer fra alle naturfagene og fra teknologi, og det er ment å være allmenndannende. Selv om hovedområdene er tematiske heller enn inndelt i de klassiske naturfaglige disiplinene (biologi, fysikk, geofag, kjemi og eventuelt teknologi), ligger innholdet i *mangfold i naturen* og *kropp og helse* mye innenfor biologi, mens *fenomener og stoffer* stort sett tar for seg emner fra fysikk og kjemi. *Forskerspiren* beskriver kompetansemål knyttet til naturfagets prosesser, og skal være gjennomgående i arbeidet med alle de andre hovedområdene. Under hvert hovedområde spesifiseres det en rekke kompetansemål. Som eksempel heter det under hovedområdet *kropp og helse* at elevene etter 7. trinn skal kunne

- *beskrive hovedtrekk i hjerte- og lungesystemet og hvilken funksjon det har i kroppen*

De grunnleggende ferdighetene *å kunne skrive, regne, lese, digitale ferdigheter og muntlige ferdigheter* er integrert i naturfaglæreplanen fra 2006. I 2013 ble læreplanen revidert for å tydeliggjøre de grunnleggende ferdighetene. Arbeid med de grunnleggende ferdighetene er særlig uttrykt i kompetansemål under hovedområdet *forskerspiren*.

Elevene kan trekkes ut til muntlig eksamen i naturfag etter 10. trinn og muntlig-praktisk etter Vg1. Det er ikke nasjonale prøver i naturfag, men det er arbeid i gang med å utvikle nasjonalt standardiserte prøver med karakter- og læringsstøttende funksjon. Disse prøvene ligger i den såkalte prøvebanken på Utdanningsdirektoratets nettsider. Skoler og skoleeiere kan velge når og på hvilken måte prøvene skal brukes (Udir, 2015).

Lærerne i både grunnskolen og Vg1 som deltok i arbeidsgruppens spørreundersøkelse, mente at det er for liten tid til dybdelæring i naturfag (vedlegg C). Både innholdet i læreplanen, organiseringen av fagstoffet, et lavt timetall og et høyt antall av kompetansemål i naturfag 1.-11. trinn kan medvirke til dette.

Oppsummert ser vi at

- naturfag 1.-11. trinn har mange referansefag som skal representeres i ett enkelt skolefag
- naturfag 1.-11. trinn i norsk skole har få timer sammenliknet med andre land
- naturfag 1.-11. trinn har få timer sammenlignet med andre fag i norsk skole
- naturfag 1.-11. trinn har i dag i hovedsak et allmenndannende formål
- organiseringen av naturfag 1. – 11. trinn i liten grad fremmer et dybdeperspektiv

### **3.1.2 Omfang og dybde i læreplanen**

Bergem et al. skriver i sin rapport at læreplanen i naturfag preges av stofftrensning. Videre er det en utfordring at kompetansemålene i læreplanen er svært uensartet (Bergem, et al., 2014). Arbeidsgruppen støtter Bergem et al. i dette, og vi vil i det følgende gi noen eksempler på at kompetansemålene varierer i omfang og i hvor konkrete de er.

Noen kompetansemål er svært konkrete, for eksempel kompetansemål under *fenomener og stoffer* etter 2. trinn

- *beskrive og illustrere hvordan jorda, månen og sola beveger seg i forhold til hverandre, og fortelle om årstider, døgn og månefaser*

Andre mål er mer overordnet og mindre spesifikke, for eksempel dette målet under *mangfold i naturen* etter 4. trinn:

- *beskrive hva som kan gjøres for å ta vare på naturen i nærområdet, og argumentere for omsorgsfull framferd i naturen*

Noen av kompetansemålene er sammensatt av mange mål, for eksempel

- *forklare hvordan egen livsstil kan påvirke helsen, herunder slanking og spiseforstyrrelser, sammenligne informasjon fra ulike kilder, og diskutere hvordan helseskader kan forebygges*

under *kropp og helse* etter 10. trinn. Hvordan kompetansemålene skal operasjonaliseres, er opp til skolene og lærerne å tolke. Lærebokforfattere, utviklere av læringsressurser og de

som utarbeider eksamen og andre former for vurdering, må også gjøre slike tolkninger. Temaet progresjon behandles spesifikt for hvert fag i avsnittene 3.2.2, 3.3.2 og 3.4.3. Det er grunn til å tro at både tolkningen som kommer til uttrykk i lærebøker, og vurderingsformen i faget påvirker hvordan lærerne forholder seg til kompetansemålene. Skal lærerne legge til rette for elevenes dybdelæring i naturfag, trenger de tid til å gjøre det, gode læringsressurser til å gjøre det med, og veiledning i hvordan ressursene best kan brukes (Mork & Haug, Depth and progression. Primary teachers' experiences from teaching an integrated inquiry based science and literacy curriculum, 2015).

### **3.1.3 Naturfag på ulike læringsarenaer**

Naturfag har tradisjon for å ta i bruk andre læringsarenaer enn klasserommet. Ekskursjoner til skog eller vann er eksempler på det. Det finnes også andre tilbud og aktører som kan bidra til naturfagundervisningen, f.eks. Newtonrom, Vitensentre, museer og skolelaboratoriene ved universitetene. Skolelaboratoriet ved NTNU tilbyr seks ulike realfagsløyper (i fysikk, kjemi, biologi, energi, matematikk og koding) for elever fra 6. trinn t.o.m. Vg1 der ca. 3 500 elever deltar hvert år. (Skolelaboratoriet NTNU, 2015).

*Den naturlige skolesekken* og *Lektor2* er eksempler på nasjonale satsninger som tar i bruk alternative læringsarenaer (Naturfagsenteret, 2015). *Den naturlige skolesekken* legger vekt på å bruke nærmiljøet og lokale aktører utenfor skolen i flerfaglig undervisning med fokus på bærekraftig utvikling. I *Lektor2* samarbeider skole med lokalt næringsliv om å lage praksisnær og relevant undervisning i naturfagene og matematikk. Begge prosjektene er nylig evaluert av NIFU der konklusjonene er at begge prosjektene bidrar til å bedre naturfagundervisningen i skolen (Sjaastad, Carlsen, & Opheim, 2014). NIFU-rapporten peker på at fruktbare undervisningsopplegg i samarbeid med bedrifter krever høy grad av samarbeid mellom faglæreren og bedriften som tar imot elevene, og at det er basert på ildsjeler på skolen og i bedriften. Det rapporteres om stor variasjon i kvaliteten på undervisningsoppleggene. Aktiviteter i bedriftene der elevene får praktisere realfag, oppfattes som positivt. *Lektor2* ser ut til å ha bidratt til å opprettholde interessen for videre realfagsstudier for elever som var interessert i utgangspunktet, men ser ikke ut til å ha hatt noen virkning for resten av elevene. Det er viktig å merke seg at det i programfaget teknologi og forskningslære er spesifikke læreplanmål som krever samarbeid med næringslivet.

Flere læringsarenaer i naturfagundervisningen gir muligheter for å sette kunnskapen i relevante kontekster og anvende den til å gjøre noe som er nyttig. Samarbeid med eksterne aktører utenfor klasserommet gjør det mulig å trekke inn en annen kompetanse enn

lærernes for å gjøre undervisningen mer variert. Forskning tyder på at kombinasjonen av den fysiske, personlige og sosiale konteksten ved besøk på vitenskapsmuseer og vitensentre påvirker læringsutbyttet. (Falk & Dierking, 2000) (Remmen, 2014).

Praktisk arbeid er en tradisjonelt viktig del av naturfaget, og er understreket i læreplanens beskrivelse av formålet med faget. Blant annet påpekes det at praktisk arbeid både i laboratorier og i naturen kan bidra til «utvikling av kreativitet, kritisk evne, åpenhet og aktiv deltakelse i situasjoner der naturfaglig kunnskap og ekspertise inngår» (Udir, 2013). Ludvigsen-utvalget trekker spesielt fram at utforskende arbeidsmåter i undervisningen er godt egnet som ramme for praktisk arbeid. I forbindelse med praktisk og utforskende undervisning er et godt for- og etterarbeid viktig for elevenes læringsutbytte (Haug, 2014), og læring må bygge på empiri og elevenes hypoteser (Knain & Kolstø, 2011).

Men det er mer enn læringsutbyttet som må vurderes når man skal velge undervisningsaktiviteter i naturfag. En del praktiske forsøk som er vanlige i undervisningen har liten relevans og for høy sikkerhets- og miljørisiko. Et eksempel kan være test av reduserende sukkerarter med Fehlings væske. Det er neppe lovlig å gjennomføre dette forsøket i det integrerte naturfaget på grunn av bestemmelsene i arbeidsmiljøloven. Det er også vanskelig å legitimere bruken av forsøket i naturfaget ut fra læringsmålene. Likevel er forsøket en gjenganger i læreverkene (Skaugrud, 2010). Denne problemstillingen er også relevant for kjemifaget og blir nærmere omtalt i 4.7.5.

### **3.1.4 Teknologi i fellesfaget naturfag**

Teknologi og design er et eget hovedområde i læreplanen i naturfag fra 1. til 10. trinn. Dette hovedområdet skal være et gjennomgående emne gjennom hele grunnskolen. Læreplanmålene er av praktisk art og handler om å planlegge og å bygge fysiske innretninger.

På studieforberevende utdanningsprogram i videregående opplæring har teknologiområdet i naturfagplanen blitt noe mer spisset med betegnelsen *bioteknologi*, et emne som skiller seg fra teknologiemnene i grunnskolen ved å være vesentlig mer teoretisk orientert. Etikk og teknologi er også tydelig belyst i bioteknologiområdet på Vg1. For Vg2 og Vg3 i videregående opplæring er det et eget programfag med navnet teknologi og forskningslære. Dette blir omhandlet i et eget kapittel sammen med de andre programfagene. I tillegg er det opprettet to nye naturfaglige valgfag, teknologi i praksis og forskning i praksis, for 8. til 10. trinn.

I læreplanen er hovedområdet beskrevet slik:

«Emnet teknologi og design er et flerfaglig emne der naturfag, matematikk og kunst og håndverk samarbeider. Teknologi og design dreier seg om å planlegge, utvikle og framstille produkter til nytte i hverdagen. Samspillet mellom naturvitenskap og teknologi står sentralt i dette hovedområdet. Naturfaglige prinsipper vil være et grunnlag for å forstå teknologisk virksomhet.»

Læreplanen beskriver et fagområde som passer fint for tverrfaglig samarbeid. Bergem et al. drøfter implementeringen av teknologi i naturfaget og peker på utfordringer knyttet til å integrere fagbegreper fra naturfag og matematikk i teknologiprojektene (Bergem, et al., 2014) (Kunnskapsdepartementet, 2014).

Tall fra Samordna opptak viser at mer enn dobbelt så mange elever fra videregående opplæring starter på teknologiske studier som på realfaglige disiplinstudier (Kunnskapsdepartementet, 2015). For eksempel fikk 8781 søkere tilbud om studieplass i samlekategorien *tekno* (teknologiske fag, ingeniør, sivilingeniør, arkitekt, maritim/nautikk) i 2014, mot 3655 søkere som fikk tilbud i kategorien *realfag* (biologi, kjemi, fysikk, matematikk). Arbeidsgruppen mener teknologi har en svak posisjon i norsk skole sammenlignet med teknologiens rolle i dagliglivet, i allmenndannelsen og i yrkeslivet.

Teknologi kom inn som eget hovedområde i naturfag med Kunnskapsløftet i 2006. Det er derfor rom for å se på noen utfordringer og forbedringer ut fra de erfaringene vi har så langt. Bergem et al. skriver i sin rapport til Kunnskapsdepartementet at implementeringen av *teknologi og design* bør styrkes gjennom utviklingen av læringsressurser og kursing av lærere (Bergem, et al., 2014). De henviser til forskning som understreker behovet for flere og bedre læringsressurser og for kompetanseheving blant lærere. Arbeidsgruppen støtter dette og mener videre at dagens læreplaner gir uttrykk for et snevert syn på teknologi, nemlig som et område for anvendt naturvitenskap. Studier viser også at samspillet i skolen mellom teknologi og realfagene matematikk og naturfag er svak (Bungum, Esjeholm og Lysne, 2014)(Esjeholm 2013), og at teknologi ikke utgjør en stor del av naturfagundervisningen (Dundas, 2011).

Dersom teknologi skal integreres i naturfaget, må læreplanmålene henge tydelig sammen, slik disse to læreplanmålene fra 4. trinn er gode eksempler på:

- Fra fenomener og stoffer:  
*gjøre forsøk med vann og lys og samtale om observasjonene*

- Fra teknologi og design:

*lage gjenstander som bruker refleksjon av lys og samtale om hvordan de virker*  
Her kan den naturfaglige forklaringen kobles til teknologi i naturfagundervisningen.

Læreplanmål som omhandler teknologi i Kunnskapsløftet, er angitt i vedlegg A.

I videregående opplæring er *teknologi og forskningslære* et eget fag med *den unge ingeniøren* som et hovedområde.

### **Naturfag i tverrfaglig og flerfaglig sammenheng**

Naturfag er en sentral komponent i en rekke sammensatte temaer som er godt egnet for flerfaglig arbeid. Energi, helse og bærekraftig utvikling er tre eksempler på tema som omfatter naturfaglige, økonomiske og sosiale problemstillinger. Her kan naturfag inngå sammen med andre fag i skolen, for eksempel geografi, samfunnsfag og historie.

Teknologi og design gir også muligheter til flerfaglig arbeid, spesielt med matematikk og kunst og håndverk som har tilsvarende hovedområder i læreplanene. I tråd med Ludvigsen-utvalget ser vi store muligheter for flerfaglig samarbeid der naturfag inngår sammen med matematikk, siden matematikk er et redskapsfag for naturfag. Det er viktig at det er gode læringsressurser tilgjengelig for flerfaglig arbeid, for eksempel gjennom samarbeid mellom de nasjonale sentrene for matematikk, naturfag og kunst og håndverk .

#### **3.1.5 Valgfagene på ungdomstrinnet**

Valgfag ble innført på ungdomstrinnet fra høsten 2012. Hensikten var å gjøre skolen mer motiverende, praktisk og variert. Totalt har skolene mulighet til å tilby 14 forskjellige valgfag, derav tre fag som er basert på realfag: *teknologi i praksis* (TiP) og *forskning i praksis* (FiP), og *natur, miljø og friluftsliv* (NMF). Elevene kan velge det samme valgfaget i tre år selv om det er den samme læreplanen. I praksis betyr det at en valgfagsgruppe kan bestå av elever fra 8., 9. og 10. trinn, der noen kan ha faget for første gang og noen for andre og tredje gang. Hovedområder i lærerplanen for TiP er undersøkelser, idéutvikling og produksjon, mens idéutvikling og praktisk utforskning danner hovedområdene for FiP. Friluftsliv og miljø er de to hovedområdene som danner læreplanen i NMF.

Rapporten «Det tenner en gnist» gir en evaluering av valgfagene på ungdomstrinnet og antyder en positiv påvirkning på generell skolemotivasjon, men det er mer uklart hvorvidt fagene har overføringsverdi til andre skolefag (Dælen & Eriksen, 2015). Lærernes utdanning, lærernes interesse og elevenes ønsker har vært avgjørende for hvilke fag en skole tilbyr. Elevenes valg av fag styres av flere faktorer og er tydelig tradisjonelt



kjønnsdelte. Et eksempel kan være at 13 % av guttene valgte teknologi i praksis, mens bare 3 % av jentene valgte dette faget.

Tabell 3- 2: *Oppslutning om de realfaglige valgfagene 2013-2014*

Valgfag	Antall elever	Andel (%)
Teknologi i praksis, TiP	9638	8
Forskning i praksis, FiP	5629	5
Natur, miljø og friluftsliv, NMF	6501	5

Som det framgår av tabell Tabell 3- 2, er det 18 % av de ca. 122 000 elevene på ungdomstrinnet som valgte valgfag med naturfaglig tilknytning. Til sammenligning hadde det mest populære valgfaget, fysisk aktivitet og helse, 34 % av elevmassen. Naturfag var et av de fagene som fikk redusert årsramme da valgfagene ble innført. Det kan stilles spørsmål ved om valgfagene bidrar tilstrekkelig til naturfaget for å kompensere for det reduserte timetallet.

#### **Oppsummering:**

Det er vanskelig å trekke sikre konklusjoner på hvordan valgfagene har bidratt til å styrke naturfag og matematikk. Det er likevel tydelig at en relativt liten andel elever har valgfag knyttet til naturfag (18 % av elevene i 2013-2014). Innholdet i fagene varierer fra skole til skole, kjønnsrollemønstret ser ut til å opprettholdes, og elevene velger etter interesser og venners valg. Det er derfor tvilsomt om valgfagene bidrar til å styrke realfagene generelt. Valg etter interesse åpner for at de mest interesserte kan få en arena for ekstra utfordringer i realfag, noe som er positivt, og et tydelig tegn fra evalueringen er at valgfagene synes å gi elevene økt generell trivsel og motivasjon for skole.

#### **3.1.6 Naturfag i de internasjonale undersøkelsene**

Dette delkapittelet gir en kort forklaring på hva TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) og PISA (Programme for International Student Assessment) er, og hva de måler. Det blir også vist en del eksempler på norske elevers resultater i naturfag.

TIMSS er en internasjonal undersøkelse som måler elevers kompetanse i matematikk og naturfag på 4. og 8. trinn. Det testes om elevene har kunnskap i disse fagene, om de kan anvende denne kunnskapen i forskjellige kontekster, og om de kan resonnerer og knytte sammen kunnskap på tvers av de ulike fagfeltene. Rammeverket (som beskriver hva elevene skal testes i) er utarbeidet i konsensus med alle land som er med, og det er basert

på læreplanene i disse landene. Over 60 land fra alle verdensdeler deltar i TIMSS , de fleste land med elever både på 4. og 8. trinn.

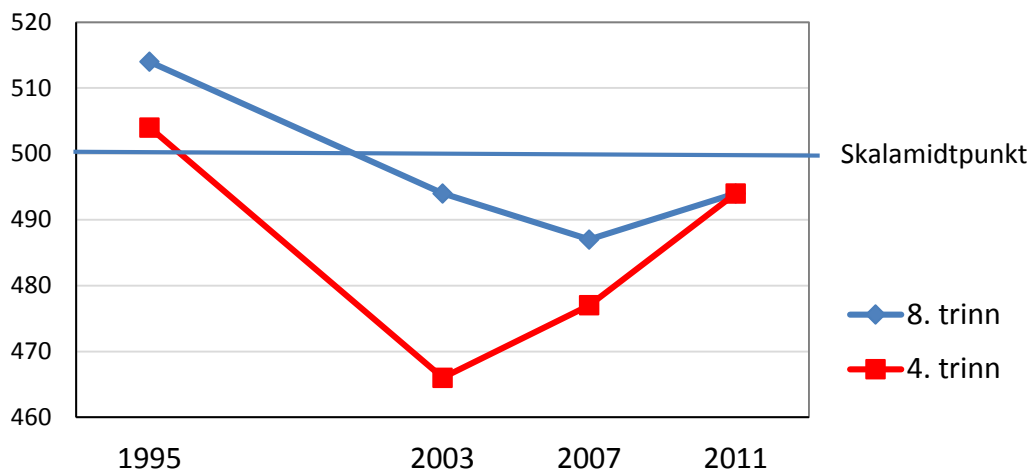
PISA måler 15-åringers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing. Rammeverket til PISA er utarbeidet av OECD. Undersøkelsen måler hvor godt forberedt elever er til videre studier og arbeidsliv, og om de vil være i stand til å være aktive, deltagende og reflekterte samfunnsborgere (OECD 2013a). Det legges spesielt vekt på om de kan ta i bruk kompetansene sine i forskjellige kontekster, og disse kontekstene er ofte knyttet til situasjoner fra arbeidsliv og hverdag.

### **TIMSS**

TIMSS ble gjennomført første gang i 1995. Studiene inneholder ankeroppgaver som blir gitt på nytt ved neste TIMSS undersøkelse, for å kunne måle endringer i landenes resultater over tid. I tillegg til oppgavene i naturfag og matematikk, som inneholder både flervalgsoppgaver og åpne oppgaver, inneholder studien spørreskjemaer rettet til elever, lærere og rektorer. Spørreskjemaene omhandler blant annet elevenes holdninger til matematikk og naturfag, lærernes undervisningsmetoder og skolens læringsmiljø. Naturfag i TIMSS består av kjemi, fysikk, geofag og biologi på 8. trinn, og tilsvarende på 4. trinn bortsett fra at fysikk og kjemi er slått sammen. I 2011 var det nesten 250 oppgaver i naturfag fordelt i flere hefter med delvis overlappende innhold.

Norge hadde gode resultater i naturfag i TIMSS 1995. Deretter opplevde vi en betydelig nedgang i de norske elevenes prestasjoner fra 1995 til 2003. I 2007 var det en oppgang i norske elevers naturfagprestasjoner for 4. trinn, og for både 4. og 8. trinn i 2011. Spesielt er oppgangen for 4. trinn stor fra 2003 til 2011 (Figur 3-1). Men vi ligger fortsatt langt under det nivået som norske elevers kunnskaper og kompetanse i naturfag lå på i TIMSS 1995.

## TIMSS: Resultater i naturfag over tid



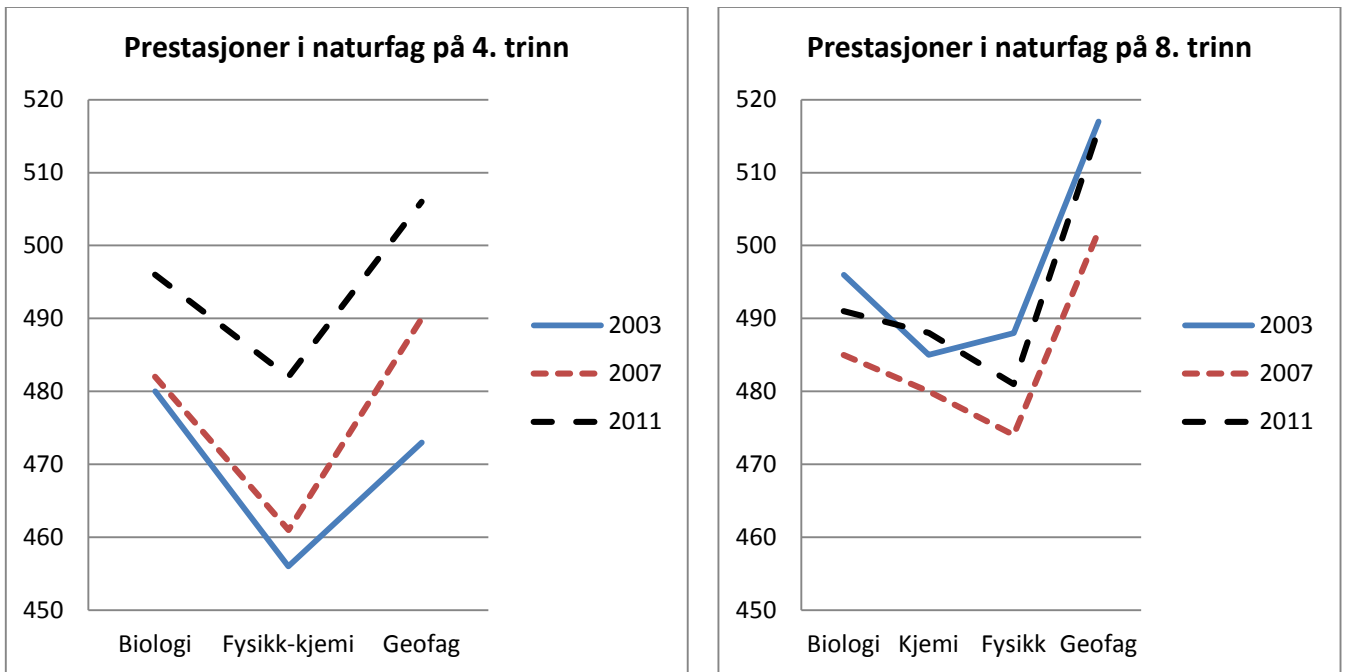
Figur 3- 1 Norske resultater i naturfag for 4. og 8. trinn i TIMSS fra 1995-2011<sup>4</sup>.

I 2011 var resultatet for norske elever både på 4. og 8. trinn 494 poeng, noe som er like under det internasjonale skalerte gjennomsnittet på 500 som ble fastsatt i 1995 (Grønmo, Onstad, Nilsen, Hole, Aslaksen, & Borge, Framgang, men langt fram, 2012). På 8. trinn var det en signifikant økning i elevenes prestasjoner i geofag, men ingen signifikant økning i fysikk, kjemi eller biologi. En stor andel av oppgavene i geofag er relatert til astronomi (for eksempel årsaker til årstider og sol og måne-formørkelser), og det er på disse oppgavene norske elever skårer spesielt godt.

Figur 3- 2 viser norske elevers prestasjoner på de ulike områdene i naturfag. Norske elever presterte gjennomgående best i geofag og svakest i fysikk (fysikk-kjemi på 4. trinn) på 4. og 8. trinn i TIMSS - alle år sett under ett.

---

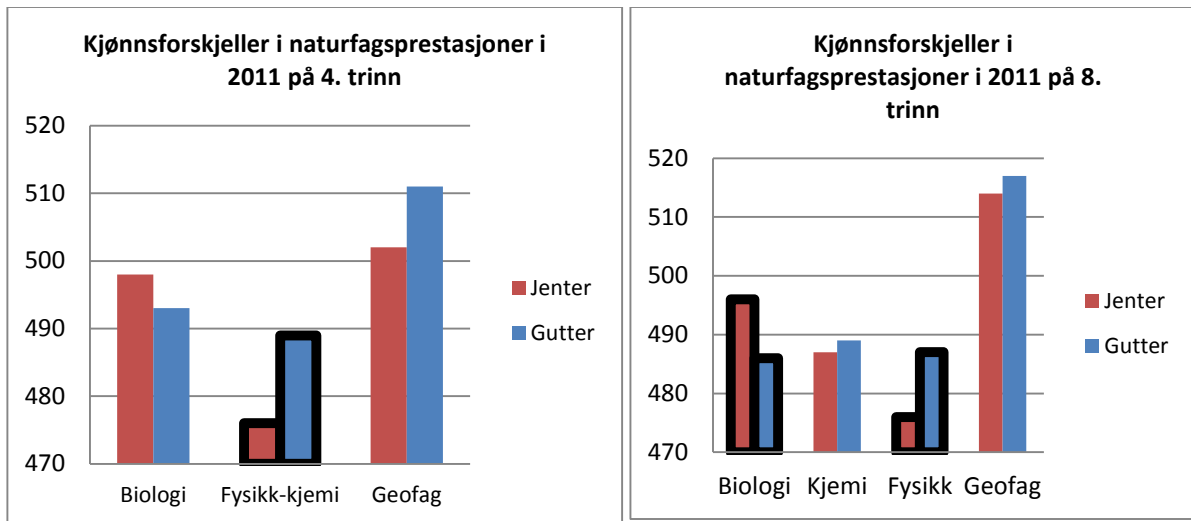
<sup>4</sup> NB: Verdier for 4. trinn kan ikke sammenliknes med verdier for 8. trinn



Figur 3- 2 Norske resultater for ulike fagområder i naturfag for 4. og 8. trinn i TIMSS fra 2008-2011.

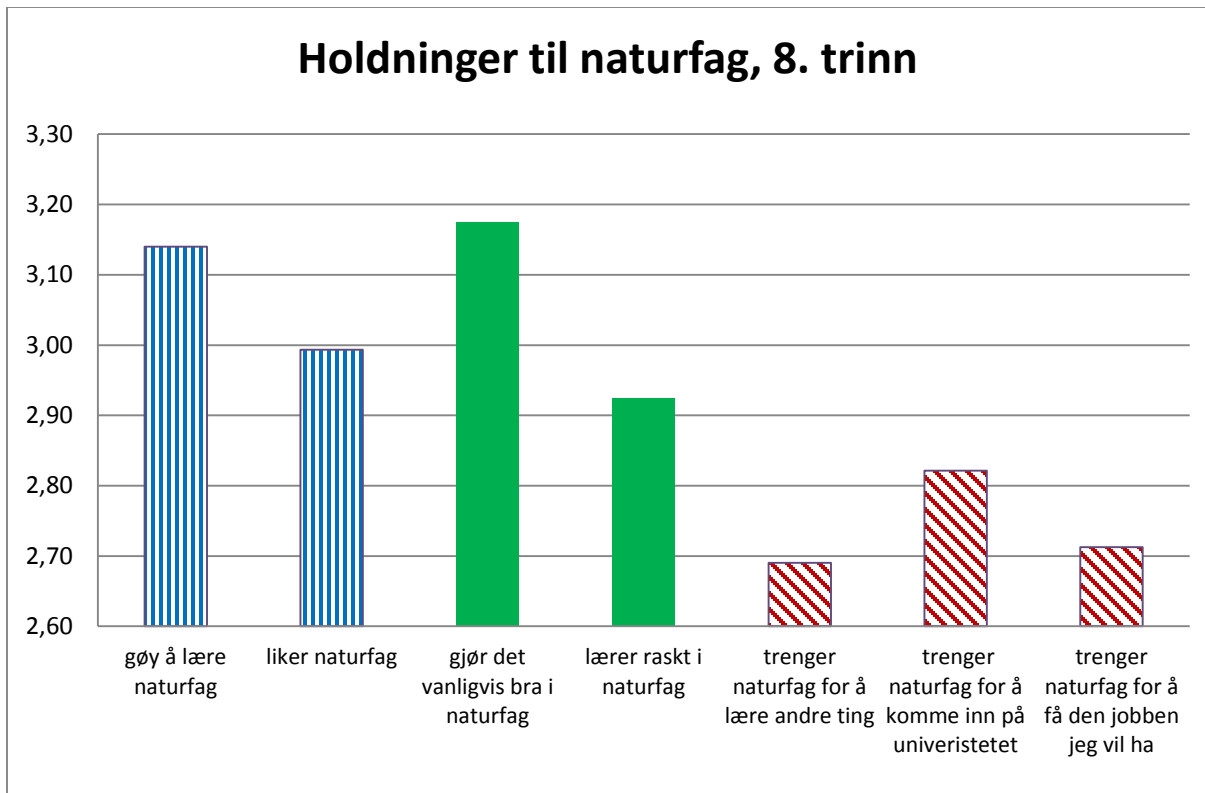
For den totale naturfagskåren er det ingen kjønnsforskjeller i elevers prestasjoner verken på 4. eller 8. trinn. Men gutter og jenter har forskjellig skår på de ulike områdene innenfor naturfag. På 4. trinn presterte norske gutter 13 poeng over jenter i fysikk-kjemi. Gutter skårer også bedre enn jenter internasjonalt på dette området, men denne forskjellen er større i Norge. På 8. trinn skåret norske jenter 11 poeng høyere enn gutter i biologi, mens gutter lå 11 poeng høyere enn jenter i fysikk. Alle de oppgitte forskjellene er statistisk signifikante.

Figur 3- 3 viser norske jenter og gutters prestasjoner på de forskjellige områdene i naturfag for 4. og 8. trinn (signifikante kjønnsforskjeller er markert med sort innramming).



Figur 3- 3 *Kjønnsforskjeller i resultatene for naturfag fordelt på fagområder i TIMSS-undersøkelsen i 2011*

Norske elever har positive holdninger til naturfag sett i et internasjonalt perspektiv, spesielt på 4. trinn (Mullis, Martin, Minnich, & Castle, 2012). Figur 3- 4 viser norske elevers holdninger til naturfag på 8. trinn på en skala fra 1 - 4. De blå vertikale-stripete søylene viser indre motivasjon (elevene liker naturfag og synes det er gøy), de grønne søylene viser selvtillit i naturfag, og de røde søylene med skrå striper viser ytre motivasjon (naturfag som inngangsport til utdanning og yrke). Grafen viser at utsagnene knyttet til indre motivasjon og selvtillit rangeres høyere enn utsagnene som er knyttet til ytre motivasjon. Dette gjelder også for 4. trinn. Sett i et internasjonalt perspektiv har norske elever høy selvtillit og stor indre motivasjon, men relativt lavere ytre motivasjon for naturfag enn elever i andre land. Dette gjelder begge trinn, men i større grad 4. trinn. Norske elever med høy motivasjon skårer bedre enn norske elever med lav motivasjon (Mullis, Martin, Minnich, & Castle, 2012).



Figur 3- 4 Norske elevers holdninger til naturfag på 8. trinn i TIMSS-undersøkelsen i 2011

Tabell 3- 3 viser korrelasjonen mellom elevenes holdninger og deres prestasjoner i naturfag. Alle korrelasjonene er statistisk signifikante, men forskjellen mellom prestasjoner og ytre motivasjon er mindre enn for spørsmålene som måler indre motivasjon.

Tabell 3- 3 Korrelasjon mellom holdninger og prestasjoner i naturfag i TIMSS 2011

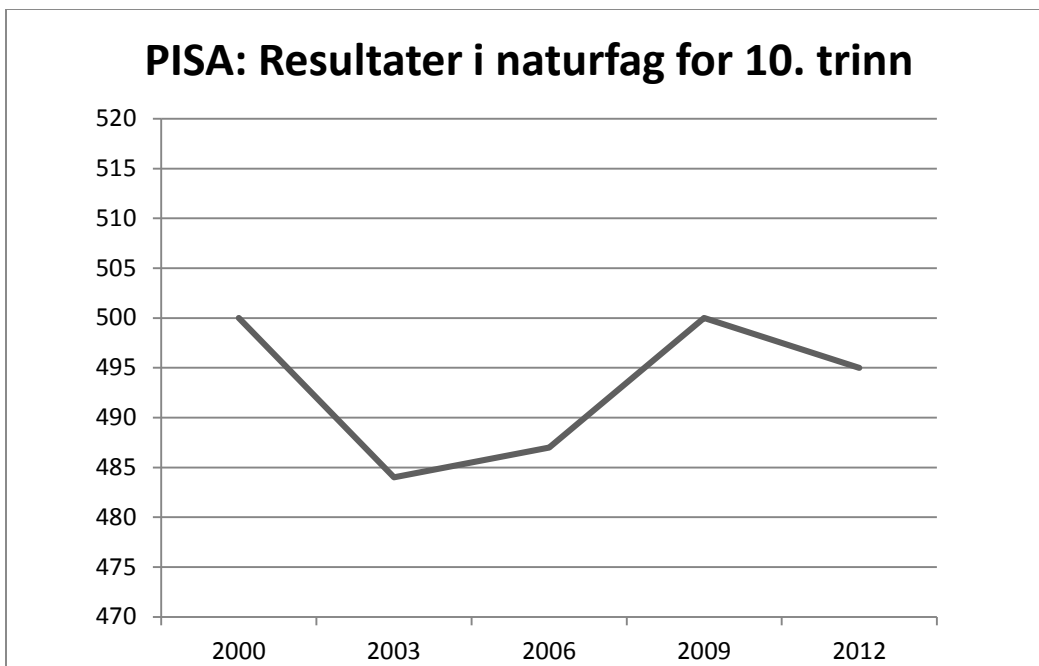
Korrelasjon med prestasjon i naturfag	
Gøy å lære naturfag	0,20
Liker naturfag	0,23
Gjør det vanligvis bra i naturfag	0,35
Lærer raskt i naturfag	0,27
Trenger naturfag for å lære andre ting	0,03
Trenger naturfag for å komme inn på universitetet	0,12
Trenger naturfag for å få den jobben jeg vil ha	0,09

## PISA

PISA gjennomføres hvert tredje år og ble gjennomført første gang i 2000. Ett av fagene, naturfag, matematikk eller lesing, er i fokus ved hver undersøkelse. Alle de tre fagområdene er likevel med hver gang. I 2000 var lesing hovedområde, i 2003 matematikk, i 2006 naturfag, før syklusen gjentok seg fra 2009 med lesing igjen som hovedområde. PISA bruker også mange av de samme oppgavene på nytt over flere år for å muliggjøre sammenlikning over tid. I tillegg til testen i naturfag, lesing og matematikk er det også spørsmål rettet til elever og rektorer.

Rammeverket til PISA 2015 anser «scientific literacy» som en nøkkelkompetanse for framtida, og definerer den som «the ability to engage with science-related issues, and with the ideas of science, as a reflective citizen.» (OECD, 2013)(s. 7). Dette forutsetter ifølge rammeverket kompetanse til å kunne forklare fenomener vitenskapelig: vurdere og designe naturvitenskapelige undersøkelser og tolke data og evidens på naturvitenskapelig måte. Både PISA-rammeverket og Ludvigsen-utvalget trekker særlig fram at elevene bør tilegne seg kompetanse til å bidra til bærekraftig utvikling (Ludvigsen-utvalget, 2014). Ludvigsen-utvalget foreslår i rapportens kapittel 3 at *bærekraftig utvikling bør styrkes i læreplanverket og integreres i flere fag, spesielt i naturfagene.*

I 2012 skåret de norske elevene rett under gjennomsnittet for OECD-landene (495 poeng). Etter en utvikling med en liten oppgang i de to foregående undersøkelsene var resultatet i 2012 et lite steg tilbake. Se Figur 3- 5. Det var ingen kjønnsforskjeller i naturfagsprestasjoner i 2012. Norske elever presterer relativt svakere på oppgaver hvor de skal drøfte og trekke konklusjoner, sammenlignet med elever i andre land (Kjærnsli M., 2013). Ludvigsen-utvalget trekker fram naturfagets rolle i det brede og sammensatte kompetansebegrepet nettopp knyttet til denne typen kompetanser.



Figur 3- 5 Figuren viser norske elevers skår (y-aksen) på PISA testen i tidsrommet mellom 2000 og 2012 (x-aksen).

Bergem et al. oppsummerte norske elevers holdninger til naturfag basert på TIMSS, PISA og ROSE-undersøkelsen. De skriver at norske elevers interesse for naturfag lå litt under gjennomsnittet i OECD i PISA 2006, mens mestringsforventning og selvvurdering lå på gjennomsnittet. Generelt uttrykker norske ungdommer at de ser verdien av naturfag for samfunnet, men at de i mindre grad synes det er viktig for dem personlig. Relativt få ser for seg en naturfaglig jobb i framtida. Både ROSE og PISA 2006 fant kjønnsforskjeller i elevers naturfaginteresser, der flere gutter uttrykte interesse for teknologi, fysikk og kjemi, mens flere jenter var interessert i biologi, kropp og helse. Også i PISA 2006 korrelerte mål på interesse, motivasjon, selvvurdering og mestringsforventning i naturfag med skår på naturfagstesten.

### 3.2 utfordringer for fellesfaget naturfag i grunnskolen

Det er et generelt problem for naturfag 1.-10. trinn at faget er lavt prioritert med hensyn til flere innsatsfaktorer. Det vekker også bekymring i arbeidsgruppen at satsing på realfag i stor grad ser ut til å bety satsing på matematikk.

#### 3.2.1 Timetall, vektlegging og læringsressurser

Arbeidsgruppen mener en økning av timetallet i naturfag og en styrking av lærernes kompetanse er de viktigste tiltakene som kan gjøres for å bedre undervisningskvaliteten i



naturfaget i grunnskolen. Bergem et al. viste til OECDs «Education at a glance» og påpekte at andelen av undervisningstida som brukes til naturfag i Norge, er blant de laveste i OECD, og utgjør 6 % av samlet undervisningstid på barnetrinnet og 11 % ungdomstrinnet (OECD, 2013). I løpet av grunnskolen skal norske elever ha 577 timer naturfag. Norsk, matematikk, kroppsøving, samfunnsfag, kunst og håndverk, engelsk, og RLE har alle flere timer enn naturfag i grunnskolen. Kvaliteten på naturfagopplæringen avhenger av flere faktorer enn timetallet. Kombinasjonen av få timer i faget og et stort omfang av kompetansemål vanskeliggjør dybdelæring. Kvaliteten på undervisningen er selvsagt også viktig, og her står lærernes kompetanse og kvaliteten på læringsressursene sentralt. Arbeidsgruppen vil spesielt peke på etter- og videreutdanningstilbudet til naturfaglærere, og kvalitetssikring av læringsressurser på nasjonalt nivå. Det er også behov for å styrke naturfag i grunntidningen for lærere. Naturfag er ikke et obligatorisk fag i lærerutdanningen. Det er viktig at alt dette ses i sammenheng for at naturfag, spesielt på trinn 1-7, skal få et løft.

Realfagene er representert med én karakter i hvert av fagene matematikk og naturfag på vitnemålet fra grunnskolen. Til sammenligning er mer enn halvparten av de totalt 18 karakterene på ungdomstrinnet gitt i språk (inkludert norsk) og samfunnsfag, mens praktisk-estetiske fag har fire karakterer. (Antall karakterer i de ulike fagene varierer noe, avhengig av hvilke fag eleven trekkes ut i til eksamen.) Det er mulig å vektlegge naturfag sterkere på vitnemålet, for eksempel ved å innføre to karakterer i faget.

### **3.2.2 Progresjon i naturfag 1.-10. trinn**

I en evaluering av Kunnskapsløftet ble det påpekt at læreplanen har uklar progresjon i sine målformuleringer (Dale, Engelsen, & Karseth, 2011). Ifølge utredningen «Taking science to school» fra det amerikanske *National Research Council* er læringsprogresjon *beskrivelser av suksessivt mer sofistikerte måter å tenke om et emne på, som kan etterfølge hverandre etter som barn lærer om og utforsker et emne over et bredt tidsrom*. (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007)(s. 219, vår oversettelse) Forskning på læring og barns utvikling har ført til satsinger på å legge til rette for læringsprogresjoner i barns læring (Duschl & Maeng, 2011). I en læreplan som er bygd opp med god progresjon, vil det elevene lærer på ulike klassetrinn i for eksempel naturfag bygge på hverandre (vertikalt), og det vil være en sammenheng mellom det de lærer innenfor de ulike nivåene (horisontalt). Bergem et al. pekte på at naturfaglæreplanen i LK06 består av et stort antall emner med liten sammenheng, og med til dels uklar progresjon. Vår gjennomgang av læreplanen underbygger dette utsagnet, og vi vil i det følgende oppsummere og gi noen eksempler som illustrerer en slik manglende progresjon.

Læreplanmålene i naturfag 1-11 er ikke spesifisert for hvert årstrinn, men for 2., 4., 7. og 10. trinn og for Vg1. Dette kan i seg selv gjøre det vanskeligere for en lærer å legge til rette for god progresjon.

F.eks. skal eleven etter 7. trinn kunne

- *beskrive sentrale egenskaper ved gasser, væsker, faste stoffer og faseoverganger ved hjelp av partikkelmodellen*

og etter 10. trinn kunne

- *vurdere egenskaper til grunnstoffer og forbindelser ved bruk av periodesystemet*

Dersom en elev blir undervist i det første målet på 7. trinn og det andre på 8. trinn, er det bedre muligheter til å se sammenhengen mellom de to kompetansemålene enn om denne undervisningen skjer med fem års mellomrom (på 5. og 10. trinn), slik læreplanen også åpner for.

Et annet moment er utydelige og implisitte kompetansemål. For eksempel er det ingen mål i naturfagplanen som tydelig introduserer begrepet energi. Men siden elever på 7. trinn skal kunne

- *gjøre rede for bruken av noen energikilder før og nå, og innhente informasjon og statistikk fra ulike kilder for å beskrive og diskutere mulige konsekvenser av energibruken for miljøet lokalt og globalt*

ligger det inne som et ikke uttrykt mål at elevene må vite noe om hva energi er.

Det finnes nå veiledning til læreplanen i naturfag, men veiledningene kom først i 2011 og nevner ikke progresjon spesifikt (Udir, 2011). *Forskerføtter og leserøtter* er et prosjekt med eksempler på hvordan progresjon kan bygges opp i naturfag, og lærerveiledningene som følger disse undervisningsmodulene, inneholder beskrivelser av hvordan progresjonen er innebygd, både når det gjelder elevenes læring av faglige begreper og utvikling av grunnleggende ferdigheter (Naturfagsenteret, 2015).

På et seminar i *Den naturlige skolesekken* presenterte Bjønnes forskning og eksempler knyttet til progresjon i naturfagundervisningen (Bjønnes, 2015), der det med henvisning til Corcoran, Mosher og Rogat (Corvoran, Mosher, & Rogat, 2009) ble argumentert for å

- *beskrive progresjon innenfor sentrale naturfaglige temaer (for eksempel energi, evolusjon) og prosesser (for eksempel argumentasjon, analysere og tolke data)*

- være forankret i et nedre startnivå og et øvre sluttnivå
- gi støtte til utvikling av læreplaner, undervisningsopplegg og vurdering

Det nye amerikanske rammeverket for naturfag, *Next generation science standards*, er bygd opp med tanke på progresjon både innad i emner og i sammenheng mellom emner (Next Generation Science Standards, 2014). I tillegg til konkrete beskrivelser av hva elevene skal kunne ved avslutningen av hvert trinn, inneholder planen avgrensninger som gir eksempler på hva som *ikke* skal kreves av elevene på det trinnet. Det amerikanske rammeverket kan være et dokument å lære fra hvis det skal lages nye læreplaner med tydelig progresjon, men også hvis det skal utarbeides veiledninger for å hjelpe lærerne med å sette opp progresjon ut fra dagens læreplaner.

Progresjon er en utfordring i naturfaglæreplanen, men den kan bedres ved at det utvikles støtteverktøy til lærere, at det vektlegges i lærerutdanningen og/eller at læreplanen blir revidert. Et framtidig arbeid med naturfaglæreplanene bør se på progresjonen i det faglige innholdet, i naturvitenskapens egenart og prosesser, i grunnleggende ferdigheter m.m., og se dette i sammenheng med barns utvikling og læringspsykologi. Ludvigsen-utvalget foreslår i sitt utkast til utredning 9. mars 2015 at fag fornyes i tett samarbeid mellom læringspsykologi og fagdidaktikk.

### **3.3 Utfordringer for naturfag Vg1 studieforbereende utdanningsprogram**

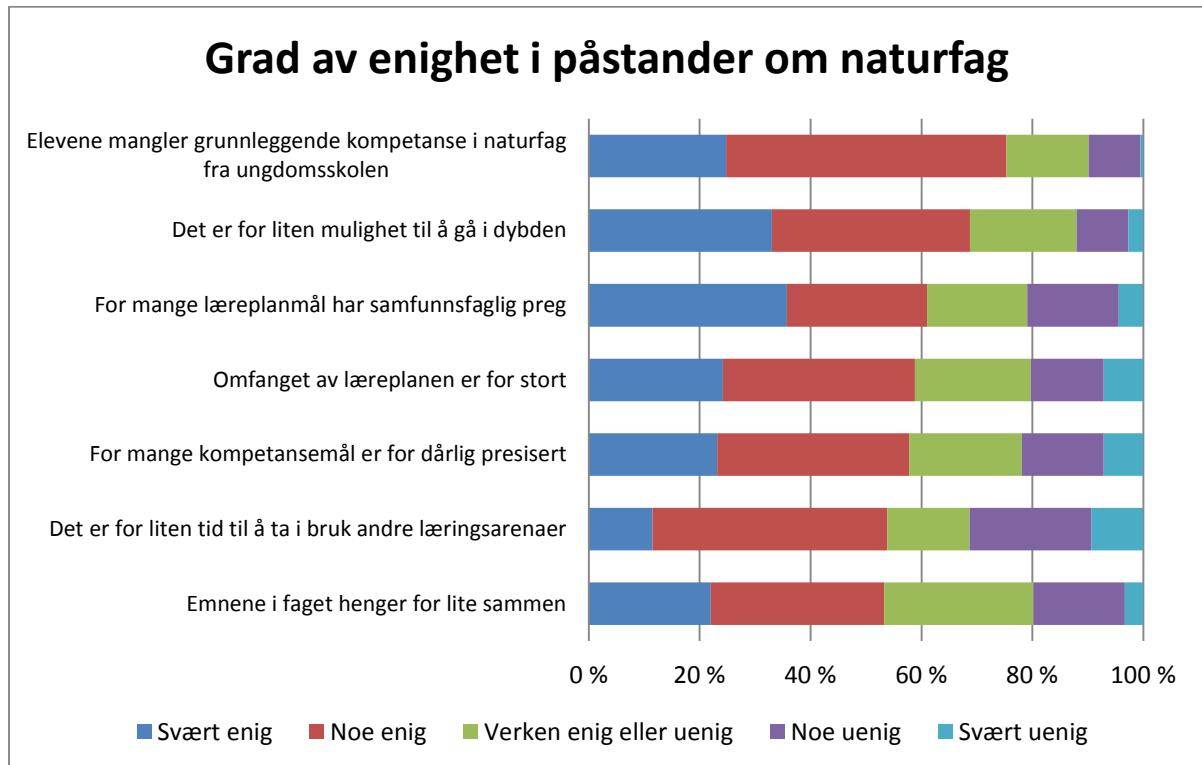
#### **3.3.1 Hovedutfordringer**

Naturfag er et obligatorisk fellesfag i videregående opplæring. Kompetansemålene vektlegger et allmennfaglig innhold, samtidig som de gir eksempler på tema fra de realfaglige programfagene. Arbeidsgruppen ønsker at naturfag i Vg1 skal legge bedre til rette for progresjon inn mot det realfaglige programfagene på Vg2 og Vg3. Dette utdypes i avsnitt 3.3.2. Det er en hovedutfordring å oppnå god progresjon i overgangen fra fellesfaget til programfagene, samtidig som det allmennfaglige formålet ivaretas.

#### **3.3.2 Omfang og progresjon**

Hovedområdene *bærekraftig utvikling, ernæring og helse, stråling og radioaktivitet og energi for fremtiden* i naturfag omhandler relativt avanserte emner, men emnene har i liten grad sammenheng med hverandre. Resultatet kan bli liten sammenheng i opplæringen, siden elevene stadig blir introdusert for nye emner. Figur 3-1 viser en oversikt over påstander i spørreundersøkelsen (vedlegg C) der over 50 % av lærerne har sagt seg noe enig eller svært enig. Flertallet av lærerne mener det er liten mulighet til å gå i dybden i faget, at

omfanget er for stort, og at emnene henger for lite sammen. Over 70 % er enige i at elevene mangler grunnleggende kompetanse i naturfag fra ungdomstrinnet. Dette kan tyde på at progresjonen mellom ungdomstrinnet og Vg1 ikke er god nok.



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 3- 6 Påstander om utfordringer i naturfag Vg1 studiespesialisering sortert etter enighet blant lærerne (N = 182)

Eksempel på manglende progresjon mellom 10. trinn og Vg1:

elevene skal etter 10. trinn kunne

- *forklare hvordan egen livsstil kan påvirke helsen, herunder slanking og spiseforstyrrelser, sammenligne informasjon fra ulike kilder, og diskutere hvordan helseskader kan forebygges*

mens de etter naturfag Vg1 skal kunne

- *drøfte spørsmål knyttet til slanking, spiseforstyrrelser og trening, og til hvordan livsstil påvirker helsen*

Dette er tilnærmet det samme kompetansemålet, og det legger i liten grad opp til dypere læring av tidligere berørte emner.

Andre emner innen kjemi og fysikk har for ambisiøse forventninger til elevenes forkunnskaper. Dette kan illustreres med følgende kompetansemål i Vg1:

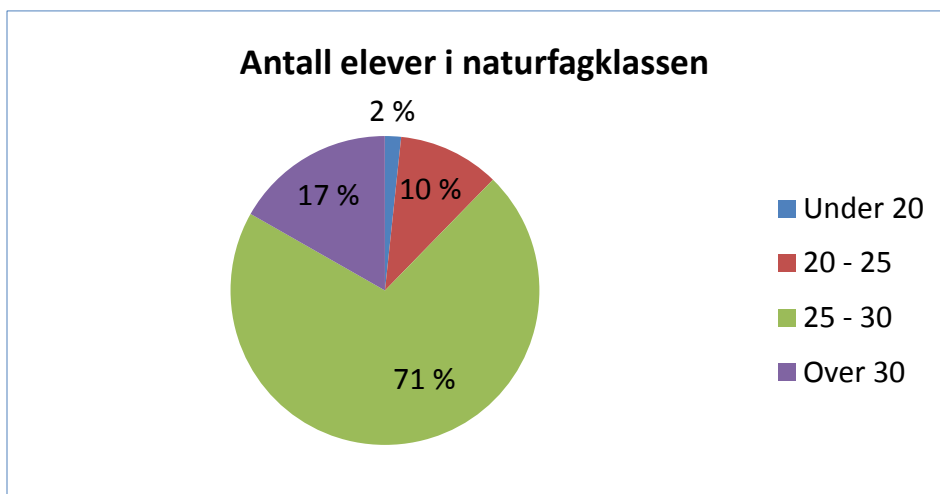
eleven skal kunne

- *forklare hva redoksreaksjoner er, gjøre forsøk med forbrenning, galvanisk element og elektrolyse og gjøre greie for resultatene*

Dette forutsetter at elevene har kunnskap om kjemiske forbindelser og reaksjoner på et høyere nivå enn det som er realistisk å forvente ut fra kompetansemålene på 10. trinn.

Progresjonen fra naturfag Vg1 til programfagene er drøftet i kap.4.

I noen tilfeller er det krevende å tolke hva som er det reelle innholdet i et læreplanmål. Hva innebærer det for eksempel å *forklare hovedtrekk i virkemåten til solceller*? Inngår for eksempel halvlederteknologi og potensialbarrierer? Eller kan hovedtrekkene forklares enklere? Hva skal til for å *beregne virkningsgraden til solfangere og varmepumper*? Naturfag er obligatorisk og undervises ofte i store klasser. Dette gjør det ekstra utfordrende å tolke slike læreplanmål, siden det må forventes store forskjeller i evnenivå og motivasjon hos elevene. I spørreundersøkelsen (vedlegg C) framgår det at 88 % av klassene har flere enn 25 elever.

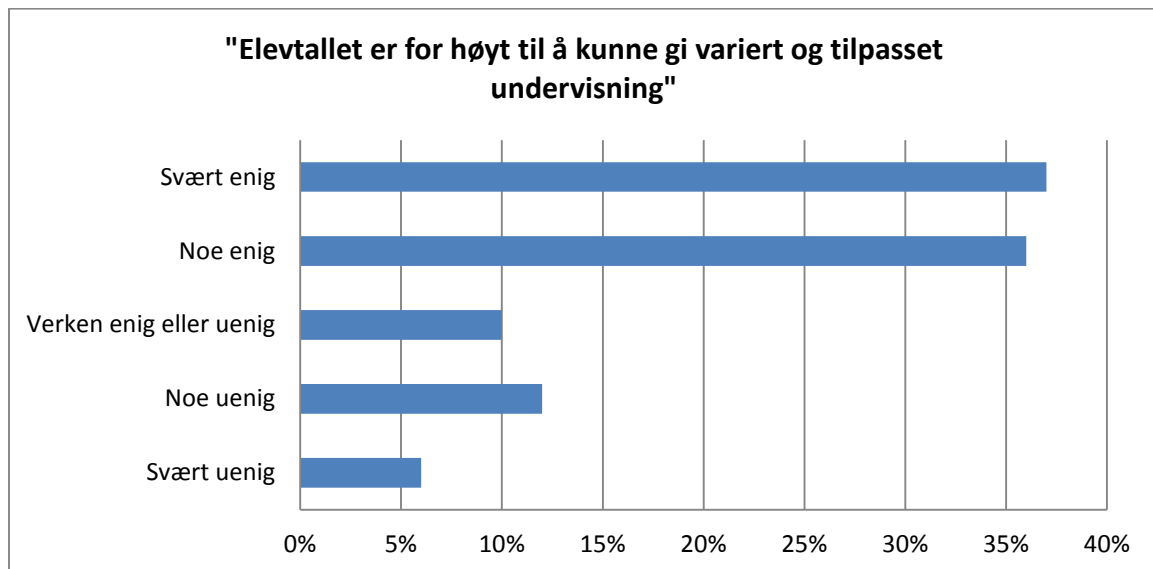


Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 3- 7 Elevtall i naturfagklassene på Vg1 studiespesialisering

Lærerne selv mener at stor klassestørrelse gjør det vanskeligere å gi variert og tilpasset undervisning (se Figur 3- 8). Forskingen på hvilken effekt klassestørrelsen har på elevs læring, er sprikende. Review- og metastudier tyder på at effekten varierer med elevs

alder, hjemmebakgrunn og prestasjonsnivå (Hattie, 2009) (Schanzenbach, 2014) (Utdanningsforbundet, 2011) I tillegg til at de opplever klassestørrelsen som en utfordring, oppgir en stor andel av lærerne at de mangler god kompetanse i minst ett av fagene. Dette problemet ser ut til å være størst i fysikk (se 3.5.2). Problemstillinger knyttet til lærernes kompetanse er grundigere drøftet i avsnitt 3.5.



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 3- 8 Grad av enighet blant naturfaglærere på Vg1 studiespesialisering om stort elevtall er til hinder for å kunne gi variert og tilpasset undervisning (N = 182)

Oppsummert:

Fellesfaget naturfag har et stort forbedringspotensial for å kunne gi et bedre faglig grunnlag for programfagene. En grunn til dette er at kompetansemål som tar for seg basiskunnskap, enten mangler, eller de kommer for tidlig og/eller har et så stort omfang at de bare kan behandles overflatisk med tiden som er til rådighet. I noen tilfeller stemmer kompetansemålene i naturfag dårlig med elevenes basiskunnskap fra tidligere kompetansemål. Arbeidsgruppen mener dette er uheldig siden det legger dårlig til rette for dybdelæring, spesielt når tida som er tilgjengelig for undervisning, er knapp. Dette forsterkes ytterligere hvis læreren mangler tilstrekkelig kompetanse i det aktuelle temaet. Utvidet timetall kan øke mulighetene til å lære grunnleggende begreper og ferdigheter.

### **3.3.3 Studiespesialisering og allmenndannelse**

Læreplanen for Vg1 inneholder mange og store temaer med sterk samfunnsrelevans. Læreplanmålene kan tolkes til å innebære ulik grad av detaljforklaringer innenfor for eksempel fysikk og kjemi (som varmpumper og brenselceller), men det store omfanget kan gjøre det vanskelig å gå i dybden og vektlegge grunnleggende mekanismer i detalj. På den måten kan faget gi et for svakt grunnlag for programfagene.

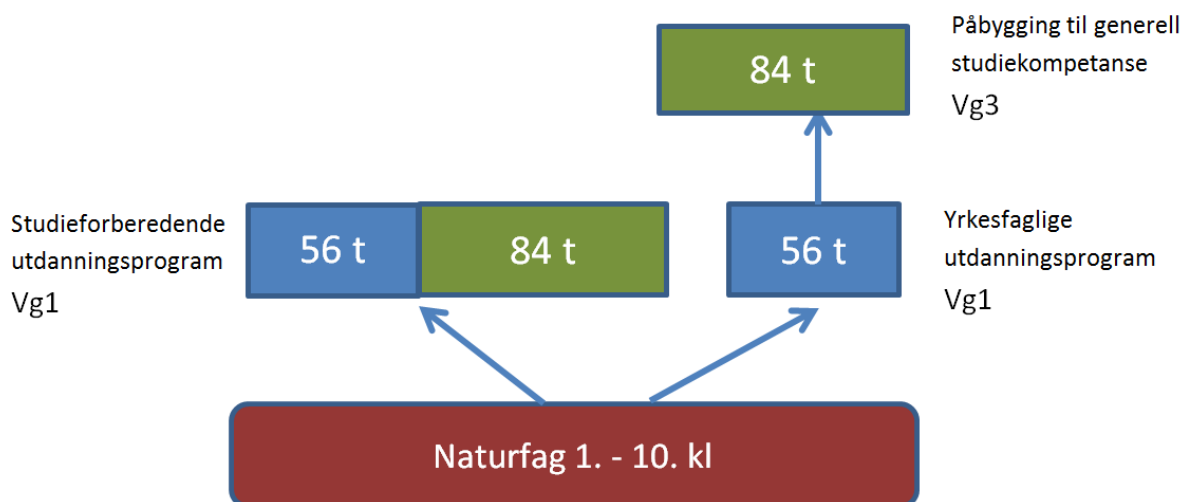
Samfunnsrelevans er opplagt viktig også for studieforbereidelse. Samfunnet trenger yrkesutøvere med kompetanse i naturfagene og teknologi for å løse sentrale utfordringer på områder som for eksempel energiforsyning og bærekraft. Derfor er det viktig med samfunnsrelevante kontekster også av studieforbereidende hensyn. Dette understreker betydningen av fagene, motiverer til læring og viser mulige karriereveier. Ludvigsen-utvalget understreker dessuten at flerfagligheten som ligger i elevens arbeid med samfunnsutfordringer som bærekraft, kan bidra til dybdelæring gjennom at det styrker forståelse av sammenhenger (Ludvigsen-utvalget, 2015). Det at naturfaget er et obligatorisk og integrert fag til og med Vg1, gir et felles grunnlag for alle, og det sikrer en viss ballast i naturfag også for framtidige jurister, samfunnsøkonomer, politikere og journalister, selv om de ikke fullfører et naturfaglig programfag.

For elever som skal fortsette med naturfaglige programfag, er det ønskelig med en progresjon som gjør at naturfaget i Vg1 innrettes mot å gi et grunnlag for programfagene. Det er derfor en viss interessekonflikt mellom hensynet til allmenndannelse og hensynet til at naturfag skal gi et faglig grunnlag for programfagene i realfag. På slutten av dette kapitlet vil vi fremme forslag som kan imøtekomme begge disse hensynene.

## **3.4 Utfordringer for naturfag Vg1 yrkesfaglige utdanningsprogram**

### **3.4.1 Timetall og organisering**

Figur 3- 9 viser strukturen for naturfaget i videregående opplæring. Elever som velger yrkesfaglige løp som skal gi studiekompetanse, skal ha 140 timer naturfag. Elever som velger ordinære yrkesfaglige løp, skal ha 2/5 av kompetansemålene i læreplanen for studieforbereidende utdanningsprogram (56 timer). Elever som velger påbygging til generell studiekompetanse, skal ha de resterende 3/5 av kompetansemålene i læreplanen i naturfag (84 timer). Dette innebærer at alle elever som går ut fra videregående opplæring med studiekompetanse i naturfag, har vært gjennom de samme hovedområdene og kompetansemålene. Vi mener dette betyr at læreplanen i naturfag ikke er tilpasset behovene til de ulike yrkesfaglige utdanningsprogrammene.



Figur 3- 9 Struktur for naturfaget i videregående opplæring

### Hvor blir det av elevene på yrkesfaglige utdanningsprogram?

I årene 2005 – 2011 startet ca. 31 000 elever på yrkesfaglige utdanningsprogram per år. Antallet elever fra yrkesfag som velger å ta påbygging til generell studiekompetanse, har i samme tidsrom økt fra ca. 8000 elever til 13 900 elever (Bjørkeng, 2013). Skoleåret 2013-2014 valgte omtrent 52 % av elevene yrkesfaglige utdanningsprogram på Vg1 (Skoleporten 2014), men av disse elevene er det få som ender opp med yrkeskompetanse.

Tabell 3- 4 Gjennomstrømming av elever på yrkesfaglige utdanningsprogram, 5 år etter påbegynt Vg1 (SSB 2015 Tabell 0877).

	2006 - 2011	2007 - 2012	2008 - 2013
Antall elever som startet på yrkesfaglige løp	30510	31043	31102
Yrkeskompetanse med oppnådd fagbrev	29 %	28 %	29 %
Yrkeskompetanse med vitnemål	3 %	3 %	3 %
Studiekompetanse	24 %	24 %	26 %
Fortsatt i videregående opplæring	9 %	10 %	9 %
Fullført, ikke bestått	7 %	8 %	8 %
Sluttet underveis	28 %	27 %	26 %



Tabell 3- 4 viser at rundt 30 % av elevene som starter på et yrkesfaglig løp, fullfører med yrkeskompetanse i løpet av 5 år. Dette innebærer at det utdannes for få fagarbeidere fra hvert kull, og det kan bli et stadig større underskudd av faglærte i arbeidslivet.

Som vi ser av tabellen, går 26 % av elevene som starter på yrkesfaglig løp, videre med påbygging til studiekompetanse. Service og samferdsel og helse og sosialfag er de programområdene der den høyeste andelen velger påbygging til studiekompetanse etter Vg2. I elevenes tredje år etter påbegynt Vg1 er det flest lærlinger innenfor de tradisjonelle programområdene: bygg og anleggsteknikk, teknikk og industriell produksjon og elektrofag. I naturbruk er få av elevene lærlinger, og på medier og kommunikasjon er det nesten ingen. Det kan skyldes at det i begge disse utdanningsløpene er egne løp som gir generell studiekompetanse (Udir, 2013).

Hele 26 % av elevene som startet på yrkesfaglig utdanning i 2008, sluttet underveis i utdanningsløpet uten å fullføre. Trøndelag Forskning og Utvikling har gjennomført en klasseromsstudie i yrkesfagsklasser, og har funnet at elevers mestringsforventninger kan ha positiv effekt på gjennomføringen. De beskriver årsaksrekken slik:

yrkesretting og relevans → mestringsforventninger → økt indre motivasjon  
(Iversen, 2014)

Dette kan tyde på at yrkesretting eller annen tilpasset opplæring kan bidra til å gjøre naturfaget mer interessant for elevene.

### 3.4.2 Omfang av læreplanen

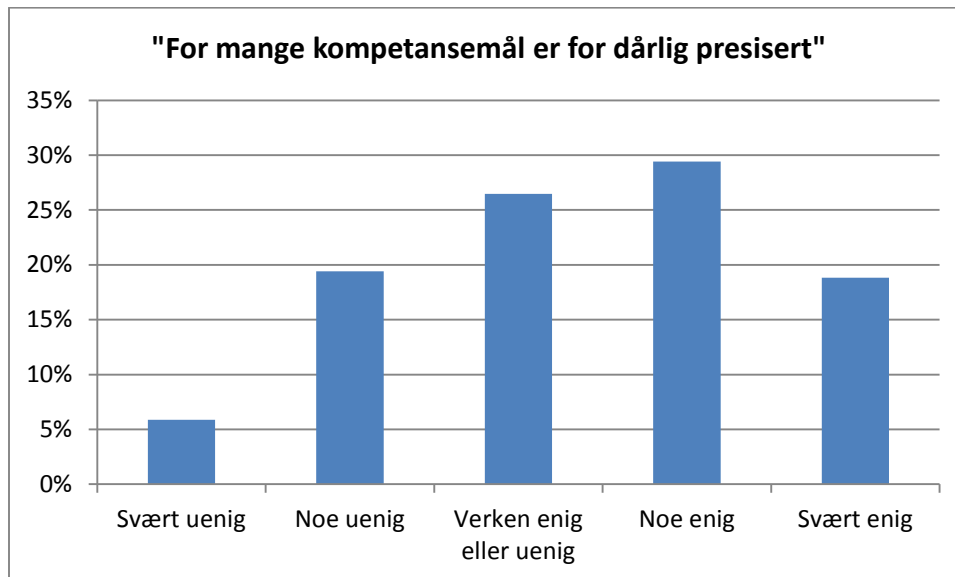
Elevene på yrkesfaglige programområder har 56 timer naturfag i løpet av skoleåret. En vanlig organisering av disse timene er 1,5 t hver uke i 37 uker. På denne tiden skal de ha utviklet kompetanse og blitt vurdert innenfor følgende hovedområder:

- Forskerspiren
- Bærekraftig utvikling
- Energi for framtiden
- Helse og ernæring

Hovedområdet *forskerspiren* har som formål å ivareta naturvitenskapens særpreg både som produkt og prosess, og det skal integreres i de andre hovedområdene.

Innenfor de andre tre hovedområdene, *bærekraftig utvikling*, *energi for framtiden* og *ernæring og helse* er kompetansemålene både kvantitative og kvalitative. Mange av kompetansemålene er formulert forholdsvis åpne og lite spesifikke slik at handlingsrommet

til skolen/læreren er forholdsvis stort. Dette innebærer at det er opp til læreren/skolen hvor stort omfang målet skal ha, hvor det faglige nivået skal legges, og dermed hvor stor dybdeforståelse elevene kan oppnå. Dette oppfattes av mange lærere som en utfordring med dagens læreplan, se Figur 3- 10.



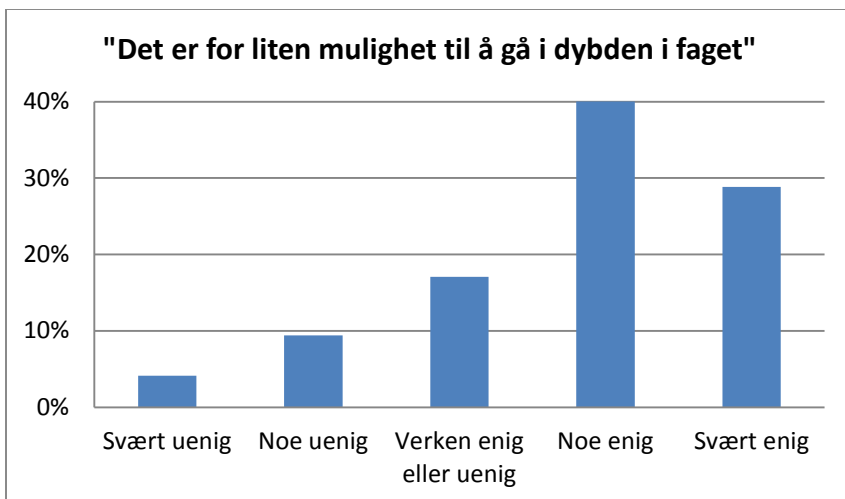
Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 3- 10 Læreres grad av enighet i påstander om mangelfull presisjon i kompetansemål for naturfag Vg1 YF (N = 170)

Flere av kompetansemålene er formulert slik at mestring av målene innebærer kompetanse på høyt taksonomisk nivå, og de vil kreve mye tid. Det gjelder for eksempel

- *undersøke en global interessekonflikt knyttet til miljøspørsmål og drøfte kvaliteten på argumenter og konklusjoner i debattinnlegg*
- *drøfte spørsmål knyttet til slanking, spiseforstyrrelser og trening, og til hvordan livsstil påvirker helsen*

Naturfag for yrkesfag har et årstimetall på 56 timer og omfatter 13 kompetansemål fra fire hovedområder. Flere av kompetansemålene i læreplanen er kvalitative og krever kompetanse på høyt taksonomisk nivå, noe som krever tid til dybdelæring. Dette er det ikke rom for i dagens læreplan, noe som blir bekreftet av naturfaglærernes svar på spørsmål om mulighet for dybdelæring, se Figur 3- 11.



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 3- 11 Læreres svar på om tiden strekker til for å gå i dybden i fagstoffet i naturfag Vg1 YF (N = 170)

### 3.4.3 Progresjon

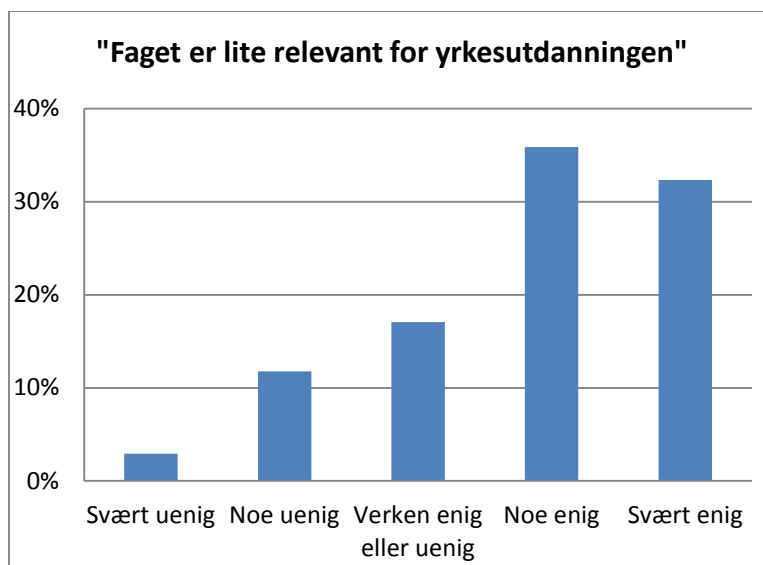
Mange av utfordringene knyttet til progresjon i naturfagsopplæringen for Vg1 yrkesfag er de samme som ble drøftet for Vg1 studiespesialisering i avsnitt 3.3.2. I arbeidsgruppens spørreundersøkelse (vedlegg C) mener 80 % av lærerne at elevene mangler grunnleggende kompetanse i naturfag fra ungdomstrinnet, og nesten 70 % mener det er for liten mulighet for å gå i dybden i faget.

### 3.4.4 Relevans

Ifølge Hilde Hiim (2013) opplever elever på yrkesfag fellesfagene som lite meningsfylte og motiverende. Elevene opplever liten sammenheng mellom fellesfagene og programfagene, og mener innholdet i fellesfagene er lite relevant for yrket. Samtidig mener de at de trenger kompetanse i blant annet naturfag for å bli tilstrekkelig gode yrkesutøvere. Hiim konkluderer med at elevenes behov for kunnskap i yrket de har valgt, bør legge premissene for det faglige innholdet, og at det er behov for å utvikle nye læreplaner relatert til det enkelte yrkesfaglige utdanningsprogrammet.

De ni ulike yrkesfaglige programområdene har en stor faglig bredde. Innholdet i naturfagplanen er i dag likt for alle disse programområdene. Dette betyr at det kan være svært utfordrende å yrkesrette fellesfaget naturfag, slik at det kan fungere som et støttefag for alle de ulike yrkesfaglige programfagene.

Sju av de ni ulike faglige rådene har uttalt seg om hva slags naturfaglig kompetanse som er viktig i yrkesopplæringa, og om disse kompetansene er å finne i dagens læreplan. Det har kommet uttalelser fra faglig råd i bygg og anleggsteknikk (BA), restaurant og matfag (RM), elektrofag (EL), naturbruk (NA), design og håndverk (DH), helse- og oppvekstfag (HO) og service og samferdsel (SS). Faglig råd for bygg og anleggsteknikk mener at læreplanen i naturfag Vg1-Y i stor grad dekker behovet for naturfaglig kompetanse, men at utfordringene heller ligger i mangel på samarbeid mellom programfaglærere og fellesfaglærere, og mangel på kultur for tverrfaglighet og yrkesretting. De øvrige av rådene som har uttalt seg, mener læreplanen i naturfag i liten eller ingen grad dekker behovene for naturfaglig kompetanse i programfagene. (Se vedlegg B.)



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 3- 12 Lærernes svar på om hvor relevant læreplanen i naturfag er for yrkesutdanningene (N = 170)

Arbeidsgruppen mener relevansen av naturfaget for yrkesutdanningen er svekket med de endringene som har skjedd fra 1976 til i dag. Læreplanen i naturfag endret seg fra et fag som skulle styrke elevens utvikling av yrkeskunnskap, til et dannelsesfag som skal gi grunnlag for og mulighet til studiekompetanse. Innføringen av Kunnskapsløftet videreførte tanken om at naturfaget skal være et grunnlag for videre studier og et fag for allmenndannelse. I Stortingsmelding 20 (2012-2013) ble det innført krav om yrkesretting uten endringer av innholdet i læreplanen. Arbeidsgruppen mener naturfag bør bli et støttefag for yrkesfagene som i større grad er med på å skape bedre yrkesutøvere. Dette kan skje ved å gi naturfaget et innhold som er bedre knyttet til de ulike

utdanningsprogrammene, og som dermed blir mer relevant og mer interessant for elevene. Dette bør i seg selv ikke hindre at yrkesfagelever kan få mulighet til å ta valg som fører til generell studiekompetanse.

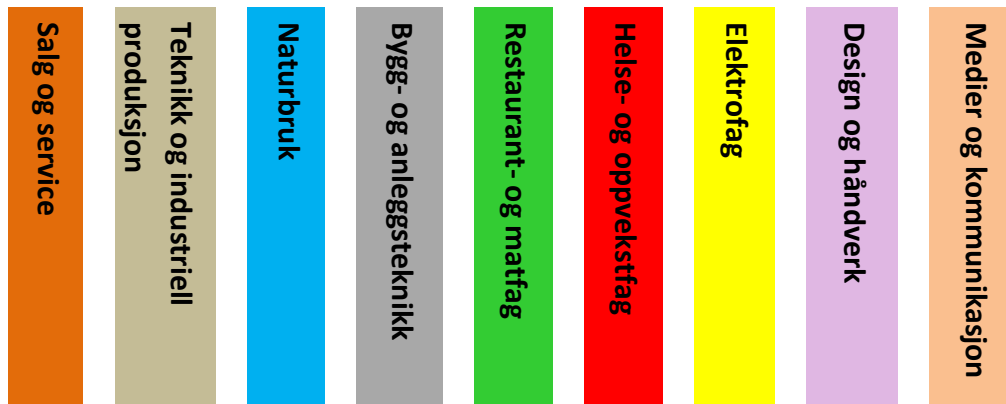
### 3.4.5 Seks mulige modeller for læreplaner for Vg1 yrkesfag

Yrkesutdanningen har som mål å skape best mulig fagarbeidere. Et yrkesrettet naturfag kan bidra til å nå målet gjennom å bli et støttefag for de ulike yrkesfagene. Modellene 1, 2, 3, 4 og 6 (vist under) tar alle utgangspunkt i yrkesfagets behov for innhold av naturfag. Modell 6 vil medføre at fellesfaget naturfag forsvinner, og at de ulike yrkesfagene definerer hva og hvor mye naturfag det er behov for. Dette vil kreve forholdsvis store organisatoriske endringer. Modell 3 kan gi utfordringer, da lokale tolkninger kan gi store ulikheter i innhold og faglig nivå, mens modell 1, 2 og 4 krever nye nasjonale, yrkesrettede kompetansemål. Modell 2 forutsetter en felles del som bør være relevant for elever på alle programområdene. En slik felles del kunne være naturvitenskapelige arbeidsmetoder, noe som leder oss til modell 4.

Arbeidsgruppen anbefaler å gå videre med modell 1, 4 og 6.

#### Modell 1

En yrkesrettet læreplan for hvert programområde, 9 ulike læreplaner.



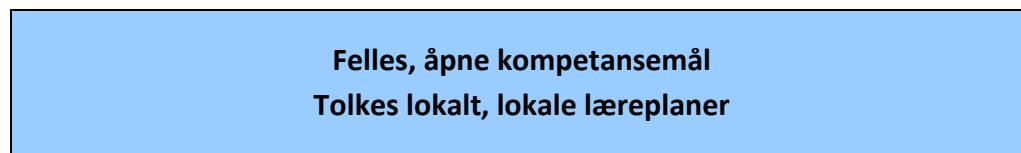
## Modell 2

En læreplan som inneholder en felles del for alle programområdene, og en yrkesrettet del tilpasset hvert programområde.



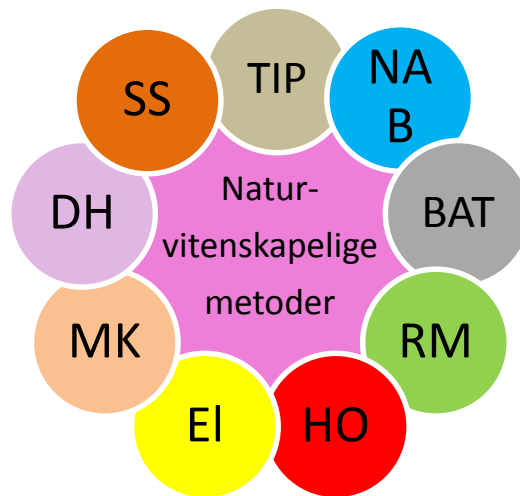
## Modell 3

En åpent formulert læreplanen i naturfag. Læreplanen må tolkes ut fra behovene fra hvert programområde. Det må utarbeides forslag/veiledning til de ulike yrkesrettede planene.



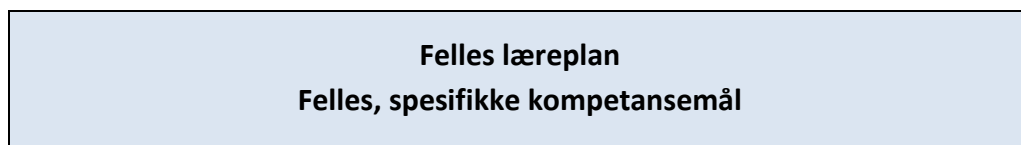
#### Modell 4

Arbeidsmetoden i læreplanene er felles. Naturvitenskapelige metoder står sentralt. Det skal jobbes med relevante/yrkesrettede temaer på alle programområdene, og det skal benyttes naturvitenskapelige metoder. De yrkesrettede planene utarbeides sentralt, men kan være åpent utformet og tolkes ut fra lokale forhold. Et minimum er at det utarbeides forslag/veiledning til de yrkesrettede planene.



#### Modell 5

Uendret læreplan for Vg1-Y. Alle elever arbeider etter samme læreplan med like kompetansemål for alle programområdene.



#### Modell 6

Naturfag blir ikke et fellesfag på Vg1-Y, men legges til som en integrert del av programfagene der det er behov.

### **Utfordringer med yrkesrettede læreplaner (modell 1, 2 og 4)**

- Noen av programområdene har veldig brede utganger fra Vg1, for eksempel design og håndverk. Da kan det være krevende å skreddersy en undervisning som er yrkesrelevant for alle elevene.
- Noen av programområdene har programfag der innslaget av naturfag er veldig lite, eller det mangler fullstendig (for eksempel service- og samferdsel). Hva vil være yrkesrelevant for disse elevene?
- På noen av programområdene vil det være behov for spesiell fysisk, kjemisk, eller bioteknologisk kompetanse (vedlegg B Uttalelse fra faglig råd for yrkesopplæringen) som få av naturfaglærerne har kompetanse i. Dette må eventuelt utløse muligheter for relevant etter- og videreutdanning for lærerne.
- Medier og kommunikasjon (MK) er et av utdanningsprogrammene som ikke har naturfaglig innhold i sine læreplaner i programfagene. (Det er foreslått å flytte MK til studieforberedende utdanningsprogram.)
- De allmenndannende sidene ved naturfaget kan helt eller delvis forsvinne.
- Yrkesrettede læreplaner vil gi utfordringer for de små skolene. Utdanningsprogrammene vil ha ulike kompetansemål, noe som gjør det vanskelig å slå sammen klasser.

### **Utfordringer med felles, åpne kompetansemål som skal tolkes lokalt (modell 3 og 4)**

- Tolkning og operasjonalisering av åpne kompetansemål i et yrkesrettet naturfag vil kreve solide fagkunnskaper i fysikk, kjemi og biologi, og også i yrkesfagene/programfagene som naturfaget skal være støttefag for. Dette vil kreve videre- og etterutdanning av lærerne, og det vil bli nødvendig med stabile fagteam, slik at lærerne kan konsentrere seg om noen få yrkesfagsområder og bli spesialister på yrkesretting innen disse.
- Stor lokal frihet innen tolkning av kompetansemål kan gi store ulikheter både i omfang og faglig nivå.

### **Utfordringer med modell 6, naturfaget integreres i programfagene der det er behov (modell 6)**

- Faget vil stå i fare for å miste det allmenndannende aspektet.
- Det kan bli et spørsmål om hvem som har kompetanse til å undervise i f.eks. fysikk for elektrofag, eller kjemi for TIP, og hvordan dette kan organiseres på skolene.



## 3.5 Kompetansen hos naturfaglærere

### 3.5.1 Lærernes utdanning

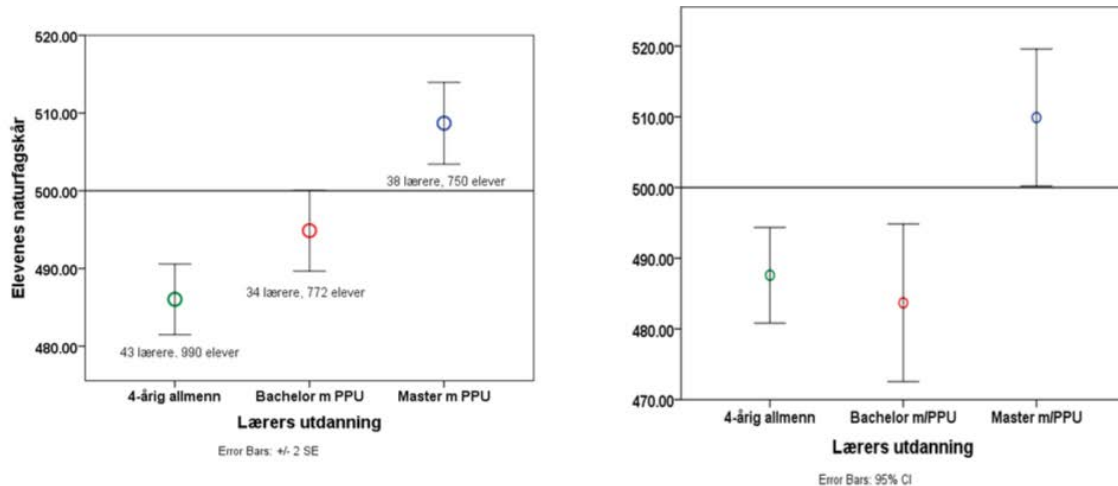
Naturfag er ikke et obligatorisk fag i lærerutdanningen, noe som betyr at mange lærere ikke har naturfag i fagkretsen sin. I underkant av 40 % av lærerne på 1.–4. trinn har ingen formell kompetanse i naturfag, mens rundt 20 % har under 30 studiepoeng naturfag. I underkant av 30 % av lærerne på 5.-7. trinn har ingen formell kompetanse i naturfag, mens 15 % har under 30 studiepoeng naturfag. (Lagerstrøm, 2014) I videregående opplæring har naturfaglærere gjennomgående mer faglig formell kompetanse enn i grunnskolen. Her er lærerne i mye større grad faglærere, med minimum en årsenhet i et disiplin fag fra universitetet. Få lærere har fagbakgrunn som dekker hele naturfaget (dvs. alle fagdisiplinene biologi, fysikk, geofag, kjemi og teknologi). Med svak kompetanse i naturfag er lærerne dårlig rustet til å gi undervisningsvurdering og tilbakemeldinger som fremmer elevenes forståelse (Harlen & Qualter, *The Teaching of Science in Primary Schools*, 2009).

En undersøkelse viser at lærerne på barnetrinnet (1.–7. trinn) i stor grad er allmennlærere, og i liten grad ser på seg selv som naturfaglærere (Mork, upublisert), noe som kan påvirke i hvor stor grad de etterspør etter- og videreutdanning i naturfag. Svak faglig og fagdidaktisk trygghet fører sannsynligvis også til at læreboka kan bli styrende for undervisningen. I en undersøkelse fra 2013 svarte totalt 466 naturfaglærere på et spørreskjema om sin naturfagundervisning. I undersøkelsen kom det fram at lærebokstyrte aktiviteter var ekstra utbredt på 1.–7. trinn (ibid). Dette kan tyde på at mange lærere blir ekstra avhengige av lærebøker og andre læringsressurser, både når det gjelder fag og fagdidaktikk. Det blir dermed viktig at læremidlene er av god kvalitet, og at det tilbys gode lærerveiledninger til læreplanen og til læringsressurser og læringsmateriell. Etterutdanningskursene *Nøkler til naturfag* for 5.-7. trinn erfarer at lærerne synes gode lærerveiledninger er til stor hjelp, spesielt lærere uten naturfagbakgrunn (Mork, 2015).

Forskningsresultatene spriker når det gjelder om lærernes fagspesifikke kompetanse har effekt på elevenes læringsutbytte .

Resultater fra TIMSS viser en viss korrelasjon mellom lærernes formelle kompetanse og elevenes resultater. En analyse av TIMSS 2011 for 4. trinn i de nordiske landene tyder imidlertid på at betydningen av lærernes utdanningsomfang for elevenes resultater er vanskelig å måle, fordi det er liten variasjon i typen lærerutdanning i samme land, særlig for barnetrinnene. Kvaliteten i lærerutdanningen vil også variere mellom ulike land og ulike læresteder. Lærere på 4. trinn med utdanning på bachelornivå i Finland, har bedre

resultater for sine elever enn norske allmennlærere med 4-års utdanning (Caspersen, Gustafsson og van Daal 2015, upublisert). Undersøkelsen fra TIMSS i Norge som er gjengitt i Figur 3- 13, viser en positiv sammenheng mellom utdanningsnivå og elevenes prestasjoner.

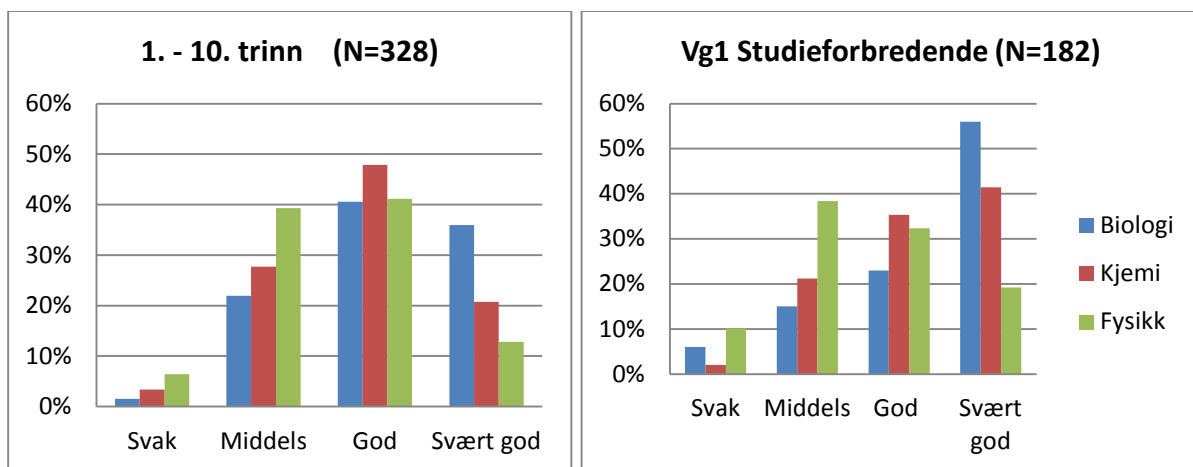


Figur 3- 13 Elever i 8. trinn ser ut til å score mye bedre på TIMSS-testen hvis læreren har masterutdanning i naturfag. Tabellen til venstre viser resultatet for alle lærere, mens tabellen til høyre viser resultatet for nyutdannede lærere. De best utdannede lærerne ser ut til å gi en skår-økning i størrelsesorden 20 poeng.

Bergem et al. understreker i sin rapport behovet for å støtte lærende fellesskap på skolene, der lærere samarbeider faglig og fagdidaktisk på en måte som skoleledelsen legger til rette for (Bergem, et al., 2014). Dette inntrykket støttes av erfaringer med læreres kompetanseutvikling i det tyske SINUS-prosjektet (Ostermeier, Prenzel, & Duit, 2010) og det norske etterutdanningsprogrammet *Nøkler til naturfag* for 5.-7. trinn (Mork & Haug, Depth and progression. Primary teachers' experiences from teaching an integrated inquiry based science and literacy curriculum, 2015).

### 3.5.2 Lærernes vurdering av egen kompetanse

I arbeidsgruppens spørreundersøkelse (vedlegg C) vurderte naturfaglærerne selv at de hadde høyest kompetanse i biologi og lavest i fysikk. Dette var et gjennomgående trekk for barnetrinnet, ungdomstrinnet og for Vg1. Se Figur 3- 14. Dette kan tyde på at behovet for etter- og videreutdanning av naturfaglærere er størst for fysikkdelen av faget.



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 3- 14 *Naturfaglærere på 1.—10. trinn og videregående trinn og deres vurdering av egen kompetanse på ulike fagområder*

### 3.5.3 Hva menes med formell kompetanse i naturfagene?

Lærernes kompetanse oppgis i antall studiepoeng eller som avlagt grad ved universitet eller høgskole. Et studiepoeng er ikke definert ut fra innholdet i studiet, men ut fra arbeidsmengden, slik at 60 studiepoeng tilsvarer ett års studiearbeid. Ett studiepoeng skal tilsvare 25-30 timers studiearbeid.

En lærer med 60 studiepoeng spesialisering innenfor naturfag fra allmennlærerutdanningen har dekket både fag og fagdidaktikk i alle naturfagene innenfor rammen av ett arbeidsår. Omfanget av hvert enkelt fagområde (biologi, geofag, fysikk og kjemi) er etter arbeidsgruppens vurdering ofte mindre enn det som tilsvarer full fordypning i videregående opplæring. Dette er vurdert ut fra pensum som er oppgitt på nettsidene til de ulike lærerutdanningsinstitusjonene. Full fordypning i naturfagene fra videregående opplæring gir ingen studiepoeng, mens en lærer med naturfag 1 og 2 fra lærerutdanningen har til sammenligning 60 studiepoeng. Dette systemet gjør at det vanskelig å vurdere både fagkompetanse og fagdidaktisk kompetanse, og det er behov for å enklargjøring. Et bedre system for klassifisering av kompetanse vil både gi mer informasjon til skoleeier ved ansettelser og i tillegg gjøre det enklere å forske på betydningen av lærernes utdanning for kvaliteten på undervisningen de utfører. Sammenligningen mellom de to utdanningene i dette eksempelet gjelder bare rent fagstoff og blir derfor skjønnsmessig, siden lærerutdanningen inneholder fagdidaktikk i tillegg.

### 3.5.4 Progresjon i utdanningsløpet inkludert overgangen til universitets- og høyskolestudier

I *Kultur for læring* (Stortingsmelding 30 2003- 2004) heter det: *For å synliggjøre og legge til rette for progresjon og sammenheng mellom grunnskole og videregående opplæring skal læreplanene for fag være gjennomgående for hele grunnopplæringen der dette er mulig* (Kunnskapsdepartementet, 2004). Arbeidsgruppen påpeker tydelige svakheter og misforhold i læreplanverket når det gjelder sammenheng og progresjon, noe som er synlig både i naturfag 1.-11. trinn og i de naturfaglige programfagene. Arbeidsgruppen mener det er riktig å utvide prinsippet om progresjon og sammenheng slik at det også dekker overgangen fra videregående opplæring til høyere utdanning. Dette kan påvirke kompetansen til naturfaglærere og har derfor betydning utover virkningen for den enkelte elev/student.

#### Eksempel fra kjemistudiet

Det er normalt ingen krav om faglig fordypning i kjemi fra videregående opplæring for opptak til kjemistudier i høyere utdanning. Undervisningspersonalet både i videregående opplæring og i høyere utdanning har normalt universitetsbakgrunn i faget. Kjemi fra videregående opplæring gir ingen formell kompetanse i form av studiepoeng<sup>5</sup>, mens det første kurset ved universitetet (generell kjemi) gir fra 7,5 til 15 studiepoeng i Norge. Mangelen på opptakskrav gjør at det blir et betydelig overlapp mellom kjemifaget i videregående opplæring og førsteårsstudiene i UH-sektoren. Dette kan være uheldig av minst to årsaker:

- Universiteter og høyskoler (og dermed staten) bruker store ressurser på å gi den samme utdanningen som allerede er finansiert, og som tilbys i videregående opplæring.
- Det er ingen hindringer for at universiteter og høyskoler kan tilby kjemikurs som i realiteten har samme eller til og med lavere faglige krav enn det som inngår i videregående opplæring (kjemi1 og kjemi 2). Likevel vil et slikt kurs framstå som en kvalifikasjon på høyere nivå enn fagene i videregående opplæring.

I realfaglige studier er progresjonen fra videregående til universitets- og høyskolestudier for krevende for nye studenter. Opptakskravene er i mange tilfeller høye, og studentene er dermed blant dem som har prestert best i videregående opplæring. Likevel er frafall og gjennomstrømningshastighet et problem. Dette gjelder for eksempel teknologiske studier ved universitet og høyskoler (Rattsø 2015).

---

<sup>5</sup> Studiepoeng angir kun omfanget av studiet og sier ingen ting om nivået

Nasjonalt senter for realfagsrekruttering og Universitets- og høyskolerådet samarbeider om å ta tak i problemstillinger knyttet til overgangen fra videregående opplæring til UH-studier gjennom MNT-konferansen (MNT-konferansen, 2015). Et formål med dette samarbeidet er å redusere frafall for de studentene som allerede er rekruttert inn i realfagstudier, og å øke gjennomstrømmingen ved å fokusere på undervisningskvalitet og utdanningsledelse. Tiltak som bedrer progresjonen i overgangen mellom videregående utdanning og UH-sektoren, vil kunne bidra til å redusere dette frafallet.

### 3.6 Arbeidsgruppens forslag under kapittel 3

#### Generelt for naturfag 1-11

- 3a Naturfag bør styrkes gjennom økt timetall i grunnskolen, i det minste til gjennomsnittsnivået i OECD. I tillegg må det vurderes å styrke faget på andre måter, f.eks. å øke antall karakterer faget gir på vitnemålet.

Begrunnelse:

Et utvidet timetall vil gi muligheter til større fordyping selv uten revisjon av læreplanene. Naturfagets sentrale rolle for samfunnsutviklingen gjør at undervisningstiden bør økes og fagets status heves. Utvidelsen av undervisningstiden må brukes for å oppnå dybdelæring, ikke for å dekke flere kompetansemål.

- 3b Det utarbeides tiltak for å opprettholde læringstrykket og sikre dybdelæring.

Begrunnelse:

Selv om det forventes økt læring som resultat av økt timetall, ser arbeidsgruppen ingen automatikk i dette og anbefaler målretting gjennom vurderingsordningen for å opprettholde læringstrykket. Forslaget må ses i sammenheng med forslag 3a.

- 3c Naturfagets rolle som grunnlag for de naturfaglige programfagene bør uttrykkes i formålet i læreplanen for naturfag Vg1, studieforberedende utdanningsprogram, og komme bedre til uttrykk i læreplanmålene.

Begrunnelse:

Vg1 er første trinn av studiespesialiserende utdanningsprogram. Dette bør gjenspeiles ved at fellesfagene i større grad får en rolle som fundament for programfagene.

- 3d Læreplanen i naturfag 1.-11. trinn gjennomgås for å sikre en tydelig progresjon i faget.

Begrunnelse:

Det er viktig at et gjennomgående fag som skal danne fundament for videre læring, har en gjennomtenkt og tilpasset progresjon som også tar hensyn til elevenes kognitive nivå på ulike stadier i opplæringen.

3e Det bør settes inn tiltak for å fremme fornyelse av læreverkene og andre læringsressurser i tråd med etablert kunnskap i naturfagene og i naturfagdidaktikk. Dette kan gjøres ved å innføre en kvalitetssikringsordning for læreverk.

Begrunnelse:

De er ønskelig å sikre oppdatert fagstoff og at de beste fagdidaktiske modellene tas i bruk i naturfagundervisningen. Mange av læreverkene i naturfag inneholder gale eller uheldige framstillinger (se avsnitt 4.7.4). Etablerte misoppfatninger kan skape problemer for videre læring, og det er derfor viktig at slike i størst mulig grad lukes bort.

3f Det må avklares om «substitusjonsplikten», slik den er beskrevet av Miljødirektoratet, også omfatter naturfagopplæringen.

Begrunnelse: Se punkt 4.7.5.

3g Det bør være retningslinjer for hvor mange elever som kan utføre praktiske forsøk samtidig (noe som kan medføre delingstimer), i de tilfellene dette er nødvendig av sikkerhetsmessige eller andre grunner.

3h Det settes ned et utvalg som skal vurdere nye løsninger for å styrke teknologi i grunnopplæringen.

### **Lærerne, naturfag 1.-11. trinn**

3i Videreutdanning i naturfaget bør prioriteres i Lærerløftet.

Begrunnelse:

I arbeidsgruppens spørreundersøkelse har mange lærere i grunnskolen ytret behov for videreutdanning. Det er også kjent fra andre hold at kompetansen i naturfag, og spesielt fysikk, er lav på barne- og ungdomstrinnet.

3j Det bør vurderes om kompetansekrav til lærere som skal undervise i naturfag på ungdomstrinnet, økes til 60 studiepoeng.

Begrunnelse:

Naturfag er et vidt fag som setter store krav til kompetanse hos læreren . Dette bør gjenspeiles i kravene som stilles til kompetanse for lærere som skal undervise i faget.

- 3k Kompleksiteten i naturfaget gjør at det bør vurderes å gi lærerne i naturfag bedre uttelling i leseplikten.

Begrunnelse:

Per i dag har lærere høyere leseplikt i naturfag sammenlignet med fag som matematikk og norsk. Naturfag er et vidt sammensatt fag der det settes store krav både til teoretisk og praktisk for- og etterarbeid av læreren. Dette bør gjenspeiles i leseplikten.

- 3l Det må settes inn tiltak som styrker lærerutdanningene slik at de kan gi god etter- og videreutdanning i naturfag for lærere. Det bør sikres at en tilstrekkelig andel lærerutdannere har førstekompetanse, og forskningsaktiviteten i naturfagdidaktikk bør styrkes.

Begrunnelse:

Satsingen på videreutdanning i naturfag for lærere krever god kompetanse hos aktører som skal stå for denne videreutdanningen. Forslaget er i tråd med anbefalingen fra ekspertgruppen for realfagene og kan innebære satsing på forskerskoler, Phd-programmer og stipendiatstillinger i naturfagdidaktikk (Bergem, et al., 2014)(s. 72).

### **Naturfag 1.–10. trinn**

- 3m Kompetansemålene i læreplanen i naturfag spesifiseres for de enkelte årstrinnene, og ikke bare etter 2., 4., 7. og 10. trinn slik som i dag.

Begrunnelse:

Læreplaner spesifisert for hvert årstrinn vil gjøre det enklere å legge til rette for god progresjon. Tiltaket vil også redusere de ulempene som dagens ordning medfører for elever som bytter skole/klasse.

### **Naturfag vg1 YF**

- 3n Det innføres nye læreplaner i naturfag for yrkesfaglige programområder.



Begrunnelse:

Dagens læreplan i naturfag er ikke tilpasset yrkesfaglig utdanning.

3o Yrkesfagsprogrammene bør få egne læreplaner tilpasset sitt program.

Begrunnelse:

Egne læreplaner for hvert programområde i naturfag for yrkesfag kan gi faget et innhold som er tydelig knyttet til de ulike utdanningsprogrammene, og dermed relevant og interessant for elevene. Naturfag kan bli et støttefag for yrkesfagene for å utdanne bedre yrkesutøvere.

3p Det må vurderes hvilke tiltak som kan gjøres for å unngå at en linjespesifikk naturfaglæreplan fører til for store ressursmessige ulemper med hensyn til oppdelingen av naturfag i yrkesutdanningen.

Arbeidsgruppen anbefaler å utrede modellene 1, 4 og 6, slik de er beskrevet i avsnitt 3.4.5.

3q Generell studiekompetanse gis fortsatt etter egne påbyggingsfag. Påbyggingsfaget skal være en selvstendig enhet, uavhengig av naturfaget i Vg1.

Begrunnelse:

En linjespesifikk naturfaglæreplan vil øke relevansen for yrkesfagselevne, noe som også kan bedre motivasjonen. De foreslåtte tiltakene kan innebære at kandidatene får ulik kompetanse, men økt dybde innenfor eget fagfelt kan føre til en bedre naturfaglig kompetanse totalt enn med dagens modell.

### **Vg1 studiespesialisering**

3r Læreplanen i naturfag Vg1 revideres for å kunne gi et bedre fundament for programfagene i videregående opplæring.

Begrunnelse:

Et revidert naturfag i Vg1 kan utgjøre et bedre grunnlag for videre naturfaglig utdanning, og både innhold og progresjon bør ses i sammenheng med de naturfaglige programfagene.

3s Timetallet i de studieforbereende programmene utvides med 140 timer på Vg1, slik at timetallet på de studiespesialiserende linjene kommer på nivå med de andre utdanningstilbudene i videregående opplæring. (Se avsnitt 4.3)

Begrunnelse:

Arbeidsgruppen ser gode anvendelsesmuligheter for ekstra undervisningstid (se for eksempel forslag 3t), og ser ingen argument for at studiespesialiserende utdanningsprogrammer skal ha lavere timetall enn andre utdanningsprogrammer.

- 3t Et nytt fag, *naturvitenskap (NVS)*, innføres som et felles obligatorisk fag for alle elever på programområdet for realfag. Faget skal ha 140 timer hvert år i Vg1, 2 og 3.

Begrunnelse:

Faget skal utfylle de tradisjonelle realfagene for å ivareta de overbyggende kompetansene:

- kompetanse i å lære
- kompetanse i kommunikasjon, samhandling og deltakelse
- kompetanser i å utforske og skape

Dette forslaget må ses i sammenheng med kapitlet om fagstruktur, utfordringene i de naturlige programfagene generelt og teknologi og forskningslære spesielt.

### **3u For naturfag på Vg1 har arbeidsgruppen to alternative forslag:**

#### **Tiltak for naturfag Vg1, alternativ 1**

3u-1:

De 140 timene som i dag er satt av til naturfag i Vg1, omdisponeres for elever på realfaglige løp. For elever som velger realfaglig spesialisering, erstattes dette faget med et nytt fag - realfaglig naturfag (NAR). Arbeidsgruppen ser det som en fordel om elevene har en viss frihet til å endre fagvalget i naturfag det første semesteret i Vg1, slik praksis er for matematikkfaget (1T og 1P) i dag.

Begrunnelse:

Realfaglig naturfag kan gi bedre begynnende opplæring i de naturfaglige programfagene. Arbeidsgruppen mener naturfag fortsatt bør være obligatorisk i generell studiekompetanse. For andre programområder tilbys samfunnsfaglig naturfag (NAS), som i større grad enn i dag ivaretar et allmenndanningsperspektiv for elever i andre utdanningsprogrammer.

#### **Tiltak for naturfag Vg1, alternativ 2:**

3u-2:

Felles naturfag beholdes, men hensynet til progresjon opp mot programfagene sikres med det nye faget NVS.

Begrunnelse:

NVS i kombinasjon med en bedret progresjon i naturfag 1-10 vil kunne redusere behovet for å innføre to typer naturfag i Vg1. NVS i Vg1 bør ha en studieforberevende funksjon i forhold til programfagene i Vg2.

### **Annet**

- 3v Elever som skal velge realfaglige programmer, må velge realfaglig matematikk i Vg1, dvs. matematikk 1T i dagens ordning.

Begrunnelse:

Arbeidsgruppen mener matematikk 1P ikke gir et tilstrekkelig grunnlag for videre realfaglige utdanningsløp.

## 4 De naturfaglige programfagene

Dette kapittelet gjør grundigere rede for hvert enkelt programfag innen utdanningsprogram for studiespesialisering, programområdet for realfag. Det omhandler fagstruktur, hvilke kompetanser som er nødvendige, og hvilke utfordringer som møtes i disse fagene. Avslutningsvis lanseres forslag om mulige tiltak og endringer.

### 4.1 Felles kompetanser i programfagene

Naturvitenskapelige metoder står sentralt både i fellesfaget naturfag og i de naturfaglige programfagene. Vesentlige kompetanser er å undre seg og stille spørsmål, ha fantasi og tenke kreativt, både for å lage hypoteser og for å lage gode eksperimenter, observere, tolke resultatene, formidle til andre, få kvalifisert tilbakemelding og kritikk, for så å revurdere hypotese, eksperiment, eller tolkningen av resultatene. Disse kompetansene har ulike tradisjoner i hvert enkelt programfag, men står spesielt sterkt i det nyetablerte faget teknologi og forskningslære.

Læreplanene beskriver hvordan de fem definerte grunnleggende ferdighetene kommer til uttrykk i hvert enkelt fag. Å formulere seg presist skriftlig og muntlig er en viktig ferdighet i alle naturfagene. Å argumentere for sammenhenger og formidle holdbare resonnementer er vesentlig for å utvikle ny kunnskap i samarbeid med andre. Mange begreper har ulik betydning i hverdagsspråket og i faglig sammenheng. Begreper som kraft og varme kan for eksempel bety vidt forskjellige ting i forskjellige kontekster. Det er også spesielle utfordringer knyttet til å lese og å regne i naturfag. Samme problemstilling kan uttrykkes på mange ulike måter, for eksempel i form av tekst, bilder og matematiske representasjoner, og det kan være krevende å se sammenhengen mellom disse og hvilken informasjon de kan gi. Å bruke utstyr og verktøy, inkludert digitale verktøy, er viktig i eksperimentelle fag for å finne både kvalitative og kvantitative sammenhenger. Dette setter krav til praktiske ferdigheter og til kunnskap om verktøyene og hvordan de kan utnyttes.

### 4.2 Fagovergripende begreper og kompetanser

Mange størrelser og begreper i naturfagene inngår i flere fag og i ulike sammenhenger. Noen eksempler på dette er begrepene energi, lys, temperatur og faseoverganger. Disse temaene er sentrale i fysikk, biologi, geofag og kjemi, men de behandles delvis svært forskjellig fra fag til fag. Å jobbe med de samme begrepene i ulike kontekster, men med ulik innfallsvinkel, kan bidra til å gi eleven mulighet for å se nye sammenhenger og utvikle

dypere forståelse i faget (Frøyland, 2010). Mange tema tilhører ikke bare ett av programfagene, men flere. Kjemi og biologi møtes i biokjemi, mens fysikk og geofag møtes i geofysikk, som er læren om jordens fysikk. Bioteknologi, atomer og elementærpartikler, klima og miljøkunnskap er andre sentrale temaer som det er naturlig å behandle på tvers av fag.

### **4.3 Felles utfordringer for de naturfaglige programfagene**

I boken *Mange erfaringer i mange rom* har Merethe Frøyland beskrevet metoder for å oppnå dybdekunnskap, forståelse og praktiske ferdigheter ved at hvert enkelt kompetansemål belyses fra flere angrepsvinkler, gjerne ved å kombinere teori, praktiske aktiviteter, ulike arbeidsmåter og ulike læringsarenaer (ibid). Tidspress vanskeliggjør en slik tilnærming og fører til en mindre variert undervisning for å «komme gjennom pensum» (Angell, Bungum, & Henriksen, 2011).

I videregående opplæring har elever som velger studiespesialiserende utdanningsprogram, et samlet timetall over tre år som er lavere enn de andre studieforbereende tilbudene. Musikk, dans og drama, idrettsfag og formgivingsfag har alle 2943 timer over tre år, mens studiespesialiserende utdanningsprogram (real FAG, språk, samfunnsfag og økonomi) har 2523 timer over tre år. Arbeidsgruppen ser det som uheldig at studiespesialiserende utdanningsprogram har redusert timetall i forhold til andre studietilbud. I programområdet for realfag kan økt timetall brukes til å gjøre plass til en bredere kunnskapstilnærming. Det er også ønskelig å redusere omfanget av læreplanen i flere av de naturfaglige programfagene for å gi rom for bedre dybdelæring. Dette gjelder først og fremst fagene på det høyeste kompetansenivået («2-fagene»).

Med dagens fagtilbud er det umulig for mange små videregående skoler å tilby alle de realfaglige programfagene. Arbeidsgruppen vil derfor foreslå at valgfriheten for realfagselevne reduseres. For å legge bedre til rette for progresjon ønsker arbeidsgruppen at alle de realfaglige programfagene organiseres slik at fag 2 bygger på fag 1.

#### **4.3.1 Arbeidsformer i de naturfaglige programfagene**

Metodefrihet er en sentral føring i LK06, og arbeidsformer er i liten grad spesifisert i læreplanene. Målene i læreplanen er gitt som kompetansemål, og læreren har full frihet til å velge metoder i opplæringen. Likevel er læreplanene i alle de naturfaglige programfagene tydelige på at praktisk arbeid og naturvitenskapelig arbeidsmetode er en sentral del av fagene. I *Next Generation Science Standards* i USA er det innført en læreplan som deler

faget i tre dimensjoner. (Dette prosjektet er også omtalt i avsnitt 6.4.) Her løftes arbeidsformene i faget fram i en egen dimensjon som kalles *Science and Engineering Practices*. Alle standardene har ikke bare faglig innhold, men i tillegg definerte praksisformer for *hvordan* elevene kan oppnå kunnskap, eksempelvis det «å kunne stille spørsmål og identifisere problemstillinger» eller «analysere og tolke data». Det er ikke «Den naturvitenskapelige metoden» som beskrives. I stedet er det beskrivelser av kompetanser som er viktige i alle former for vitenskapelig arbeid. Arbeidsgruppen mener lærernes metodefrihet ikke står i motsetning til en innføring av spesifikke arbeidsformer i enkelte kompetansemål. Alle de naturfaglige programfagene har egne hovedområder som følger opp *forskerspiren* fra fellesfaget naturfag. (*Den unge biologen* i biologi, *den unge forskeren* i fysikk, *geoforskning* i geofag, *metoder og forsøk* i kjemi og *den unge ingeniøren* i teknologi og forskningslære.) Arbeidsformer som inkluderer det å stille spørsmål og drive utforskende aktiviteter, er begrunnet både i den generelle delen av læreplanen og i formålet for fagene. En presisering av arbeidsformer i faget kan tydeliggjøre hvordan grunnleggende ferdigheter kommer til uttrykk, slik kompetansemålet i biologi vist under er et eksempel på:

- *planleggje og gjennomføre undersøkingar i laboratorium frå alle hovudområda, rapportere frå arbeida med og utan digitale verktøy og peike på feilkjelder i undersøkingane*

Alle de andre naturfaglige programfagene inneholder tilsvarende kompetansemål som presiserer krav til skrijving, regning eller digitale ferdigheter.

Selv om de norske læreplanene er eksplisitte når det gjelder krav til praktisk arbeid, sier de ingenting om omfanget av det. Mange lærere med store elevgrupper opplever at det er vanskelig å gjennomføre praktisk arbeid på grunn av gruppestørrelsen. I arbeidsgruppens spørreundersøkelse (se vedlegg C) svarer hhv. 49 % og 36 % av lærerne i biologi 1 og 2 at de er svært eller noe enig i at elevgruppen er for stor til mye praktisk arbeid. Læreplanene i biologi og geofag inneholder kompetansemål som tydelig krever feltarbeid, mens læreplanen i teknologi og forskningslære er den eneste som krever bruk av alternative læringsarenaer.

Arbeidsgruppen mener feltarbeid har sin berettigelse i tråd med begrunnelsene til Kind for varierte arbeidsmåter i fagene (Kind, 2003). Han begrunner praktisk arbeid i naturfagene med at elevene skal

- bli kjent med og få erfaring med naturfenomener, og lære begreper/teorier/modeller som beskriver og forklarer disse

- lære *om* naturvitenskap, og hvordan naturvitenskapelig kunnskap skapes og etableres
- lære å utøve naturvitenskap, dvs. selv kunne anvende metoder og argumentasjonsformer som er særegne for naturvitenskapen
- utvikle interesse og motivasjon for naturfag

Van Marion angir også at elevenes mulighet til påvirkning er viktig for å gi meningsfulle praktiske aktiviteter (van Marion, Praktisk arbeid i biologi, 2008). Elevene må ha en viss frihet til å utforme aktiviteten samtidig som læreren må gi tydelige rammer og støttestrukturer. For å oppnå bedre læring slik det er skissert av Kind og van Marion, bør læreplanmålene formuleres slik at praktisk arbeid og varierte tilnæringsmetoder blir tydelig integrert i undervisningen. En undersøkelse blant biologilærerne gjennomført av Skolelaboratoriet for biologi, UiO,<sup>6</sup> viste at noen aldri gjør feltarbeid (hhv. 3,7 % og 2,3 % for biologi 1 og biologi 2), mens 21,6 % for biologi 1 og 7,9 % for biologi 2 har feltarbeid på mellom en halv og en dags varighet. Ca. 70 % svarer at elevene gjennomfører feltarbeid 1-3 dager i løpet av et år. Vi ser altså at det er variasjon i hvor mye felterfaring elevene får.

## 4.4 Biologi

### 4.4.1 Byggesteiner

Biologi betyr læren om livet og dekker alt fra teorier om livets begynnelse til studier av struktur og funksjon til et enkelt protein, og hva det betyr for en celle. Den tar for seg hvordan økosystemene fungerer, hvordan de og hele biosfæren blir påvirket av menneskeskapte påvirkninger, hvordan vi selv og andre organismer er blitt til og fungerer, samt hvordan organismene reagerer på påvirkning utenfra. Videre gir biologien oss kunnskap om hvordan vi skal klassifisere og ta vare på hele det biologiske mangfoldet.

### 4.4.2 Fagspesifikke kompetanser

God kompetanse i biologi krever evne til å sette seg inn i detaljerte emner og samtidig ha et overordnet perspektiv. Det krever kompetanse i å forstå og beherske en stor mengde begreper. Samtidig må disse begrepene settes i sammenheng og anvendes i å beskrive og forklare prosesser på flere plan. Biologi er et fag som krever god skriftlig formuleringsevne og tekstforståelse.

---

<sup>6</sup> Undersøkelse gjennomført av Skolelaboratoriet for biologi ved Universitetet i Oslo i samarbeid med ILS og Naturfagsenteret. Foreløpig upublisert materiale basert på 314 svar fra hele landet

I eksamenssvarene i biologi 2 sliter mange elever med å ordlegge seg og formulere egne svar etter informasjon i en gitt tekst. Ved å styrke nøkkelkompetansen skrive kan elevene nå kompetansemålene i større grad og lære mer (Mork & Erlien, Språk og digitale verktøy i naturfag, 2010). Skrivetrening i opplæringsituasjoner hører naturlig sammen med biologifaget, og dette bør integreres i læreplanene som kompetansemål. Matematisk forståelse er en økende nødvendig ferdighet i biologi, og biologielever bør derfor ha matematikk som fag sammen med biologi.

#### 4.4.3 Omfang og dybde i læreplanen

Biologi består av to programfag: biologi 1 og biologi 2. Fagene er bygd opp slik at de kan velges uavhengig av hverandre. Faget er strukturert i hovedområder som det er formulert kompetansemål for. Hovedområdene utfyller hverandre og må ses i sammenheng.

Tabell 4- 1 *Hovedområder i læreplanen i biologi*

Fag	Hovedområder					
Biologi 1	Den unge biologen	Cellebiologi	Fysiologien til mennesket	Funksjon og tilpasning	Biologisk mangfold	
Biologi 2	Den unge biologen	Energi-omsetning	Genetikk	Bioteknologi	Økologi	Evolusjon

I arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagene (se vedlegg C) svarer lærere i biologi 1 og 2 at omfanget av kompetansemål i biologifaget er for stort. Hhv. 44 % og 76 % sier de er svært eller noe enig i at omfanget av læreplanen er for stort, og hhv. 37 % og 56 % svarer at det er for liten mulighet til å gå i dybden.

#### 4.4.4 Progresjon

Dagens læreplan i naturfag har mange kompetansemål som er for lite presise, og i tillegg kompetansemål som er overlappende både innad i naturfag 1.-11. trinn og sammenlignet med programfaget biologi. For eksempel ser vi at elevene både på 4. trinn og i biologi 1 skal forklare formering hos planter og dyr, se vedlegg. Men mens de på biologi 1-nivå skal gjøre greie for, skal de på 4. trinn sammenlikne livssykluser, noe som anses å være på et høyere taksonomisk nivå enn å gjøre greie for. Slike misforhold kan skyldes at kompetansemålene ikke er tydelig nok definert, men det er også et eksempel på at læreplanen er inkonsekvent.



I tillegg til utfordringene nevnt over, er det også flere eksempler på at læreplanen er inkonsekvent. Et eksempel på dette er etter 7. trinn, der et kompetansemål innen mangfold i naturen er

- *... fortelle om hvordan noen planter, sopp og dyr brukes i ulike tradisjoner...og diskutere om bruken er bærekraftig*

mens det først er i Vg1 at elevene skal

- *gjøre rede for begrepet bærekraftig utvikling*

Elevene skal altså diskutere om bruken av ulike organismer er bærekraftig, uten at de skal kunne gjøre rede for selve begrepet, noe de først skal lære i Vg1.

Et annet eksempel på inkonsekvens er fra læreplanen i biologi, der elevene etter biologi 1 skal kunne

- *observere og namngje nokre vanlege artar*

mens elevene etter biologi 2 skal kunne

- *samle, bestemme og klassifisere ulike organismer...*

Hva er forskjellen på bestemme og navngi? Og hvorfor skal de klassifisere i biologi 2, og ikke i biologi 1, når *observere og namngje nokre vanlege artar frå ulike biotopar og samanlikne dei med omsyn til fellestrekk og variasjon ved å bruke kunnskapar frå systematikk* er et kompetansemål i biologi 1 og ikke i biologi 2?

Det er ingen emner i naturfag Vg1 pr. i dag som gir direkte grunnlag for programfagene i biologi. Enten gjentas temaene, eller så er emnene helt forskjellige. Særlig mellom naturfag Vg1 og biologi 2 er det i dag for mye overlapp, se vedlegg. Skal emnene være like i Vg1 og programfagene, må nivået på kompetansemålene defineres nøye, slik at det går klart fram hva som skal læres på hvert trinn.

Fellesfaget naturfag oppleves ikke som et godt grunnlag for programfagene i biologi. Dette er fordi kompetansemål som tar for seg basiskunnskap, kommer for tidlig og/eller i et så stort omfang at de bare kan behandles overflatisk, eller det blir for mye overlapp uten god progresjon. Etter 10. trinn skal elevene blant annet kunne

- *forklare hovedtrekkene i evolusjonsteorien og gjøre rede for observasjoner som støtter teorien*
- *beskrive oppbygningen av dyre- og planteceller og forklare hovedtrekkene i fotosyntese og celleånding*

- *gjøre rede for celledeling og for genetisk variasjon og arv*
- *beskrive nervesystemet og hormonsystemet og forklare hvordan de styrer prosesser i kroppen*

Dette er alle sentrale emner i biologi. Men når dette bare er en del av læreplanen i naturfag, og det i tillegg kommer mange andre emner både i biologi og i de andre naturfagene, blir det lite tid til hvert emne, noe som bare tillater overflatisk gjennomgang av hvert av dem. Dette gir ikke et godt grunnlag for dybdekunnskap og videre læring. I arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagene (se vedlegg C) svarer 57 % av lærerne at de er svært enig eller noe enig i at elevene har for svake forkunnskaper fra naturfag. En mulig forklaring på dette kan være at stoffet blir for overflatisk gjennomgått, eller at det er for lang tid mellom hver gang elevene jobber med tilgrensede tema.

#### **4.4.5 Koblinger til andre fag**

I dagens læreplan er det emner i biologi 1 som bygger på emner i biologi 2 og omvendt, noe som blir vanskelig når fagene kan velges uavhengig av hverandre. For eksempel finnes det flere emner innen biologi 1 som krever kunnskap om evolusjon som ikke kommer før i biologi 2. Tilsvarende finnes det emner i biologi 2 som krever kunnskaper fra biologi 1. Med en fagstruktur der biologi 2 bygger på biologi 1, er det bedre mulighet til å sikre god progresjon. For progresjon og dybdetenkning i faget er dette gunstig, selv om en slik endring kan gjøre det vanskelig for skoler med få elever å tilby biologi.

I dagens læreplaner i biologi er det få koblinger til andre fag, men det finnes eksempler på koblinger mellom biologi 2 og læreplanene i kjemi og geofag. Ved å endre fagstrukturen slik at en del fag blir obligatoriske, kan det legges til rette for bedre horisontal progresjon og dermed bedre dybdelæring.

#### **4.4.6 Spesifikke utfordringer for biologifaget**

Biologi er et fag i stadig utvikling innenfor områder knyttet til for eksempel medisin, genetikk eller systembiologi. Fra 2011 til 2013 sank likevel antall biologi 2-elever med 8,5 %, dette til forskjell fra en økning i rekruttering på hhv. 19,6 % for fysikk 2 og 16,7 % for kjemi 2 i samme periode (Skoleporten, Udir, 2014).

Kompetanse i biologi er sentralt i mange utdanningsløp, deriblant medisin, men er ikke et opptakskrav i Norge. Derimot er biologi opptakskrav for medisinstudier i flere andre land (ANSA, 2015).

Fraværet av en biologi-olympiade kan tyde på at faget har lav status i Norge. Mange land er med i en internasjonal biologi-olympiade (IBO, International Biology Olympiad, 2015), og det arrangeres norske olympiader eller tilsvarende konkurranser i kjemi, fysikk, geofag og matematikk (Abel-konkurransen). Det bør vurderes om programfaget biologi skal få en tydeligere profil som studie- og yrkesspesialisering. Parallellføringen av biologi 1 og 2 fører til fagbredde i stedet for spesialisering, noe som kan være uheldig med tanke på videre studier. En biologi-olympiade kan være et mulig tilbud til faget for de faglig sterke elevene.

## **4.5 Fysikk**

### **4.5.1 Byggesteiner i fysikk**

Fysikk som fag er bygd opp rundt grunnleggende begreper som masse, ladning, temperatur, tid og rom. Det er en vitenskap med logiske sammenhenger som har som mål å kunne forklare alt i naturen ved hjelp av noen få universelle og matematisk formulerte prinsipper. Tradisjonelt handler den grunnleggende fysikken om bevegelse og krefter, varmelære og bølger. Ut fra dette bygges det videre via elektromagnetisme og atom- og kjernefysikk til det som utgjør forskningsfronten i faget. Fysikk er altså et aksiomatisk og deduktivt fag der elevene må beherske noen grunnleggende emner før de kan gå videre til mer avanserte emner. Det er ikke bare fysikkfaglig kunnskap som er grunnleggende. En viktig brikke for å kunne forstå fysikk på høyere nivå er å beherske og forstå matematikk. Et eksempel er Maxwells likninger. Her brukes avansert matematikk til å gi en presis beskrivelse av elektromagnetismen. Matematikken blir dermed en integrert del av fysikken. For å tilegne seg kunnskaper i fysikk kreves det derfor i mange tilfeller parallell tilegnelse av kunnskaper i matematikk. I forskningsfronten i dag er grensene mellom hva som er fysikk, kjemi, geologi og biologi uklare. Einevoll har i sin bok «Hva er fysikk» kommet til at den beste definisjonen av fagområdet er at «*fysikk er forskning på naturen rettet mot utvikling av matematiske modeller*» (Einevoll, 2007) (s. 13).

### **4.5.2 Fagspesifikke kompetanser i fysikk**

For å ha god kompetanse i fysikk kreves både bredde- og dybdekunnskap. Elevene må kjenne begreper og sammenhenger fra mange ulike områder i faget, og de må kunne utnytte disse i nye kontekster. Viktige kompetanser er å kunne gjøre systematiske observasjoner i en situasjon, identifisere variabler som skiller det vesentlige fra det uvesentlige, idealisere og gjøre fornuftige forenklinger, og anvende matematikk for å kvantisere, modellere eller forutsi. En nødvendig forutsetning er ofte å kunne anvende ulike representasjoner av et fenomen, for eksempel grafer, tabeller og matematiske uttrykk, ut fra hva som hele tiden er hensiktsmessig i en gitt situasjon. I likhet med de andre

naturfagene er fysikk et praktisk og eksperimentelt fag der det er viktig å beherske bestemte arbeidsformer.

#### 4.5.3 Omfang og dybde i læreplanen i fysikk

Fysikk 1 inneholder fagtemaene

- mekanikk og mekanisk energi
- termofysikk
- bølgefysikk
- elektrisitet
- atom- og kjernefysikk
- astrofysikk,
- halvlederfysikk
- teknologi (dioder, transistorer, lysdetektorer og sensorer)

Av disse utgjør mekanikk, elektrisitetslære og atom- og kjernefysikk store temaer som blir grundig og kvantitativt behandlet. Bølgefysikk og termofysikk behandles kun kort og kvalitativt til tross for at dette er grunnleggende emner i fysikk. I hovedområdet *fysikk og teknologi* inngår bl.a. kompetansemål som handler om halvlederfysikk. Dette er et tema i forlengelsen av både atomfysikk og elektrisitetslære og kunne under ideelle forhold vært godt egnet til å knytte disse temaene sammen. Men halvlederfysikk er faglig krevende, og progresjonen det er lagt opp til i dette tilfellet, er svært høy. Dette gir svakt grunnlag for å kunne utvikle forståelse for flere av kompetansemålene knyttet til teknologi, siden disse i stor grad bygger videre på halvlederfysikk. Alt i alt inneholder fysikk 1 mange ulike emner der flere av dem har liten sammenheng med andre emner i faget, noe som er lite gunstig for å oppnå dybdelæring i faget.

Fysikk 2 inneholder fagtemaene

- mekanikk
- elektriske og magnetiske felt og gravitasjonsfelt
- induksjon
- spesiell og generell relativitetsteori (kvalitativt)
- kvantefenomener (kvalitativt)
- elementærpartikler
- medisinsk fysikk
- digital lyd

I fysikk 2 er mekanikk og elektromagnetisme store tema som blir grundig og kvantitativt behandlet. I et forsøk på å få ned stoffmengden er det presisert at relativitetsteori og kvantemekaniske fenomener bare skal behandles kvalitativt. Kompetansemålet om elementærpartikler er upresist angitt, og representerer fagstoff som i liten grad kan knyttes til andre emner eller gi elevene dybdeforståelse. Læreplanmålet som omhandler medisinsk fysikk, har formuleringen

- *beskrive fysiske prinsipper bak medisinske undersøkelser som røntgen, ultralydbildning og magnetisk resonansavbildning*

Det er ikke klart ut fra denne formuleringen hvilke prinsipper som skal beskrives, og på hvilket nivå det skal gjøres. Mye av fysikken innen disse temaene er svært avansert, noe som taler for en avgrensning. Medisinsk fysikk følges heller ikke opp av andre emner i faget, og blir dermed stående for seg selv. Det samme gjelder temaet digital lyd.

Fysikk 2 er et avansert emne som bygger på fysikk 1. Ut i fra dette bør det være et tydelig fokus på dybdelæring i faget. Men siden læreplanen inneholder mange enkeltstående emner, er dette fokuset svekket.

#### **4.5.4 Progresjon i fysikk**

Fysikk er hierarkisk oppbygd, og avanserte emner bygger på mer grunnleggende emner. Derfor er det viktig at fundamentet er solid, og at det er en klar tanke om progresjon. I Kunnskapsløftet er dette gjort tydelig for læreplanene i fysikk 1 og fysikk 2. Mange kompetansemål i fysikk 2 går videre både i bredde og dybde ut fra kompetansemål i fysikk 1. Det er også uttrykt spesifikt i rammeverket at fysikk 2 bygger på fysikk 1.

Etter arbeidsgruppens mening er sammenhengen mellom fysikk 1 og fellesfaget naturfag mangelfull. Til tross for at fysikk har inngått som en integrert del av fellesfaget naturfag gjennom hele grunnskolen, starter læreplanen i fysikk helt uten forventninger til fysikk-kunnskap hos elevene. For eksempel inneholder fellesfaget naturfag på 8.-10. trinn grunnleggende kompetansemål innen mekanikk og elektrisitetslære. Men når disse emnene dukker opp igjen i fysikk 1, starter opplæringen helt fra bunnen av.

I naturfag Vg1 studiespesialisering er to av hovedområdene *stråling og radioaktivitet* og *energi for fremtida*. Grunnleggende kunnskap som elevene trenger innen disse hovedområdene - om lys og bølger, varme og atomfysikk - er ikke nevnt i kompetansemål før i fysikk 1. For eksempel inneholder fysikk 1 kompetansemålet at elevene skal kunne

- *definere og regne med begrepene frekvens, periode, bølgelengde og bølgefart ...*

I naturfag Vg1, altså året før, sier et av kompetansemålene at eleven skal kunne

- *forklare hvordan elektromagnetisk stråling fra verdensrommet kan tolkes og gi informasjon om verdensrommet*

I praksis forutsetter dette kompetansemålet i naturfag at eleven allerede har tilegnet seg kompetansen som er angitt i læreplanen i fysikk 1. Kompetansemålet i naturfag forutsetter at eleven tilegner seg kunnskap som ikke er uttrykt eksplisitt. I dette tilfellet dreier det seg om hvordan stråling vekselvirker med atomer, energinivåer i atomet, sammenhengen mellom energi og bølgelengde m.m. Det er overlatt til hver enkelte lærer å vurdere hva undervisningen må inneholde for at eleven skal oppnå den kompetansen som læreplanen angir. I praksis har læreplanen et uavklart omfang slik at tolkningen av læreplanen blir utfordrende.

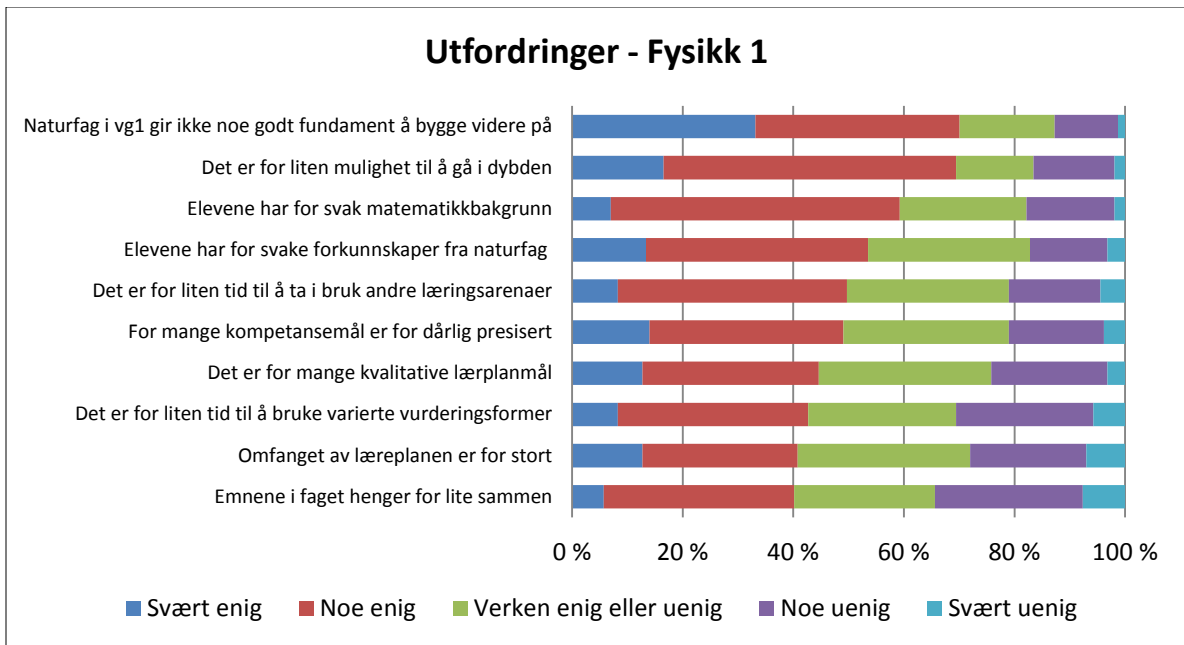
#### **4.5.5 Koblinger mellom fysikk og andre fag**

I fysikk brukes matematikk som et språk og en verktøykasse. Å beherske algebra, funksjonslære, integral- og differensialregning og vektorer er vesentlig for å kunne lære avansert fysikk. Andre sentrale kompetanser er å kunne behandle og tolke data fra eksperimenter, og å kunne lage og tolke matematiske modeller basert på disse dataene. Dette krever kunnskap i statistikk og databehandling. Viktigheten av dette kommer tydelig til uttrykk ved at å *beskrive naturen med matematikk* er et eget hovedområde både i fysikk 1 og i fysikk 2. Eksamensveiledningen for fysikk 2 presiserer en rekke matematiske ferdigheter eleven forventes å ha (Udir, 2015). Det er rimelig å anta at fysikkfaget også fungerer som en arena der elevene får kompetanse i matematikk.

Både fysikk 1 og 2 inneholder hovedområdet *fysikk og teknologi*, noe som kan legge til rette for en kobling til programfaget teknologi og forskningslære. Men siden svært få elever har dette programfaget, blir muligheten i liten grad benyttet.

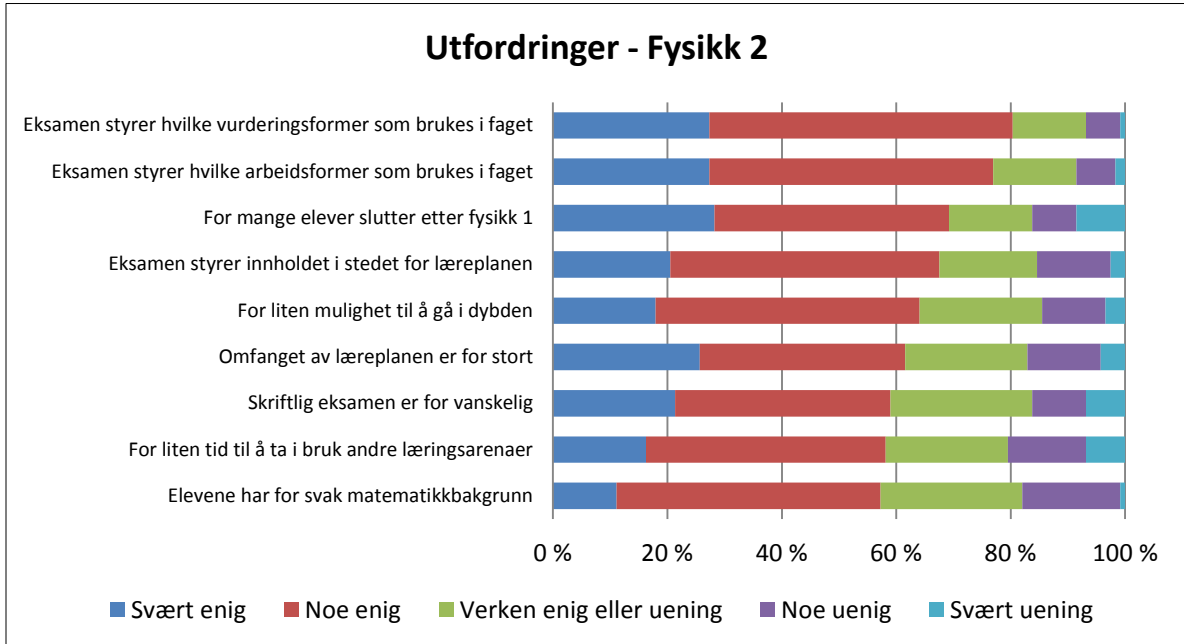
#### **4.5.6 Spesifikke utfordringer for fysikkfaget**

I arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagene uttalte 117 lærere seg om fysikk 2 og 157 lærere om fysikk 1. Påstandene som i stor grad var samstemte, er samlet i Figur 4-1 og Figur 4-2. Den fullstendige oversikten er gitt i vedlegg C.



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 4- 1 Påstander om utfordringer i fysikk 2 med størst grad av enighet blant fysikklærere (N = 157)



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 4- 2 Påstander om utfordringer i fysikk 2 med størst grad av enighet blant fysikklærere (N = 117)

### **Omfang og tid til variert undervisning**

Lærerne oppgir at de mener omfanget av læreplanen er for stort. Det går fram av Figur 4- 1 og Figur 4- 2 at dette i større grad gjelder for fysikk 2 enn for fysikk 1. Men uavhengig av fag oppgir lærerne at det er lite tid til å ta i bruk alternative læringsarenaer. På spørsmål om de har hoppet over kompetansemål, oppgir 61 % at de har gjort det i fysikk 1, og 57 % at de har gjort det i fysikk 2. Hovedgrunnene er tidsnød og lite relevant fysikk (for fysikk 1) og i tillegg lite eksamensrelevant for fysikk 2. Lærerne i fysikk 2 mener også det er liten mulighet til å gå i dybden i faget. (Se vedlegg C.) Alt i alt kan dette tyde på at omfanget er for stort i fagene, og da spesielt i fysikk 2. Dette resultatet ligner det vi ser i de andre realfaglige programfagene.

### **Matematikk-kunnskaper**

Spørreundersøkelsen viser at lærerne mener det er utfordrende at elevene har for svak matematikkbakgrunn (se Figur 4- 1 og Figur 4- 2). Dette gjelder i vel så stor grad i fysikk 1 som i fysikk 2. At svak matematikkbakgrunn er en såpass stor utfordring i fysikk 1, kan virke noe overraskende, siden matematikken som inngår i fysikk 1, ikke er spesielt avansert. Guttersrud (2001) gir imidlertid en forståelsesramme for hva dette kan bety. Selv om fysikk 1 ikke krever mer avansert regning enn med de fire regneartene, enkel algebra, elementær geometri og løsning av likninger, er fysikkfaget et reelt anvendelsesområde for matematikk. Det stilles krav til det å kunne modellere et fenomen gjennom algebariaske uttrykksformer. Dette og den stadige vekslingen mellom ulike representasjonsformer er det elevene selv holder fram som utfordrende. Analyser av TIMSS-data viser også at sammenhengen mellom kunnskaper i algebra og prestasjoner i fysikk er spesielt sterk (Nilsen, Angell og Grønmo, 2013).

### **Naturfag som grunnlag for fysikk**

Lærerne i fysikk 1 var tydelige på at naturfag ikke gir et godt fundament å bygge videre på i fysikk (se Figur 4.1). Dette stemmer godt overens med den manglende sammenhengen og progresjonen mellom læreplanene i naturfag og fysikk som ble drøftet i avsnitt 4.5.4. I tillegg ser vi i avsnitt 3.5.2 at det er relativt få naturfaglærere som selv oppgir å ha meget god kompetanse i fysikk. Dette kan ytterligere bidra til svak sammenheng mellom naturfag og fysikk.

### **Eksamen**

I alle programfagene med sentralgitt eksamen oppgir lærerne at eksamen i stor grad styrer innhold, arbeidsformer og vurdering i faget. Dette blir drøftet grundigere i kapittel 5 om sluttvurdering.



## **Rekruttering**

Lærerne i fysikk 2 mener det er utfordrende at mange elever ikke fortsetter med fysikk 2 etter å ha gjennomført fysikk 1. Flere kommenterer i spørreundersøkelsen at ingen universitets- eller høyskolestudier har krav om fysikk 2 for opptak. I tillegg nevnes det at elevene i stor grad gjør strategiske valg, og at inntrykket av at det er vanskelig å få gode karakterer i fysikk 2, gjør at færre enn ønskelig velger faget. Se vedlegg C. Dette temaet drøftes grundigere i avsnitt 5.3.

## **4.6 Geofag**

Geofag er et nytt programfag i videregående opplæring og ble innført med Kunnskapsløftet i LK06. Dette er bakgrunnen for at det har vært gjennomført to spørreundersøkelser blant geofaglærere. Disse er gjennomført i 2008 og 2013 (Aanesrud, Frøyland, & Remmen, 2013). Resultatene fra disse undersøkelsene danner grunnlag for mange av problemstillingene som blir tatt opp om geofag i denne rapporten.

### **4.6.1 Byggesteiner**

Generelt er geofag en fellesbetegnelse på fagene geografi, geologi og geofysikk. Geofag har som mål å forklare og kvantisere de ulike prosessene som omhandler jordas indre, jordskorpen med verdenshavene og atmosfæren.

For å kunne utvikle kunnskap i geofag er det viktig å kjenne til geofaglige begreper, fenomener og årsakssammenhenger. Kunnskapen i geofag er i grove trekk utviklet ved tolkning av observasjoner fra felten ut fra grunnleggende kunnskap i fysikk og kjemi. I geofaglig vitenskap inngår også matematikk som en viktig byggestein. Programfaget geofag domineres av tema fra geologi og geofysikk. Innen geofysikk omhandles meteorologi, oseanografi, hydrologi og glasiologi. I tillegg får miljøproblematikk og klimautfordringer stor oppmerksomhet. For å kunne drøfte disse spørsmålene er det viktig med grunnleggende kunnskap om fenomener og årsakssammenhenger, men også et bredere samfunnsmessig perspektiv. Geofag 1 inneholder i begrenset grad emner som kan utgjøre grunnlaget for kompetansemål i geofag 2.

### **4.6.2 Fagspesifikke kompetanser**

I geofag må elevene lære å kjenne mange begreper og fenomener. For å ha god kompetanse i faget må de også kunne forklare disse fenomenene og kunne sette dem inn i en større, ofte samfunnsmessig, sammenheng. Dermed kreves kunnskap både i andre

realfag og i samfunnsfag. Feltarbeid er en viktig arbeidsform i geofag, noe som krever observasjonsevne og evne til å koble observasjoner med etablert kunnskap. GPS og GIS er typiske eksempler på geofaglige verktøy.

#### 4.6.3 Omfang og dybde i læreplanen

Hovedområdene i læreplanen er gitt i Tabell 4- 2.

Tabell 4- 2 *Hovedområder i geofag*

Geofag 1	Geofag 2
Jorda i forandring	Jorda i forandring
Geoforskning	Geoforskning
Naturkatastrofer	Klimaendringer
Geofaglig verktøykasse	Georessurser

Geofag 1 inneholder tema som i stor grad omfatter grunnleggende kunnskap om jordens indre, ulike mekanismer som former jordoverflaten, og atmosfæren. Hovedområdet *naturkatastrofer* omhandler naturfenomenene vulkanutbrudd, jordskjelv, tsunami og tropiske orkaner. Hovedområdene *geoforskning* og *geofaglig verktøykasse* inneholder verktøy og metoder som anvendes i geofaglig forskning. Digitale verktøy brukes i stor grad.

I geofag 2 er emnene mer komplekse og innbefatter også problemstillinger fra politikk og samfunn, for eksempel rettet mot utnyttelse av naturressurser og bærekraft. Feltarbeid og moderne værvarsling står sentralt i hovedområdet *geoforskning*. Læreplanen i geofag gir rom for lokale tilpasninger og valg av undervisningsmetoder på de enkelte skolene.

#### 4.6.4 Progresjon

På Vg1 inngår mange geofaglige emner i geografifaget. Flere kompetansemål under hovedområdet *jorda i forandring* i geofag 1 bygger direkte videre på geografi fra Vg1. På barne- og ungdomstrinnet er geofaglige emner fordelt mellom samfunnsfag og naturfag, noe som kan bidra til en helhetlig tankegang mellom realfag og samfunnsfag (Harlen, Principles and Big Ideas of Science Education, 2010). Siden grunnskolen har et allmenndannende fokus, er det naturlig med en tverrfaglig tilnærming.

Læreplanen i geofag ble først utarbeidet med tanke på at geofag 2 skulle bygge på geofag 1. Helt i slutfasen av læreplanarbeidet ble dette endret slik at fagene skulle kunne velges uavhengig av hverandre (Kirkeby Hansen, 2013). Læreplanen har derfor en lite hensiktsmessig fordeling av kompetansemålene mellom fagene. I enkelte tema er

grunnleggende teori lagt til geofag 1, mens fordypningen er lagt til geofag 2. Andre tema som nedbrytning av ozon i stratosfæren er ikke lenger et aktuelt tema. På bakgrunn av tilbakemeldinger fra lærere, oppgavenemnd og spørreundersøkelsen anses behovet for en revidering av læreplanen som åpenbar. En konsekvens bør derfor være at geofag 2 bygger på geofag 1, selv om dette kan føre til vansker for de skolene som av ulike årsaker har utfordringer med å kjøre geofag 1 og 2 i samme skoleår. Det bør uansett utarbeides langt tydeligere og mer detaljerte kompetansemål for å sikre en enhetlig tolkning.

#### **4.6.5 Koblinger til andre fag**

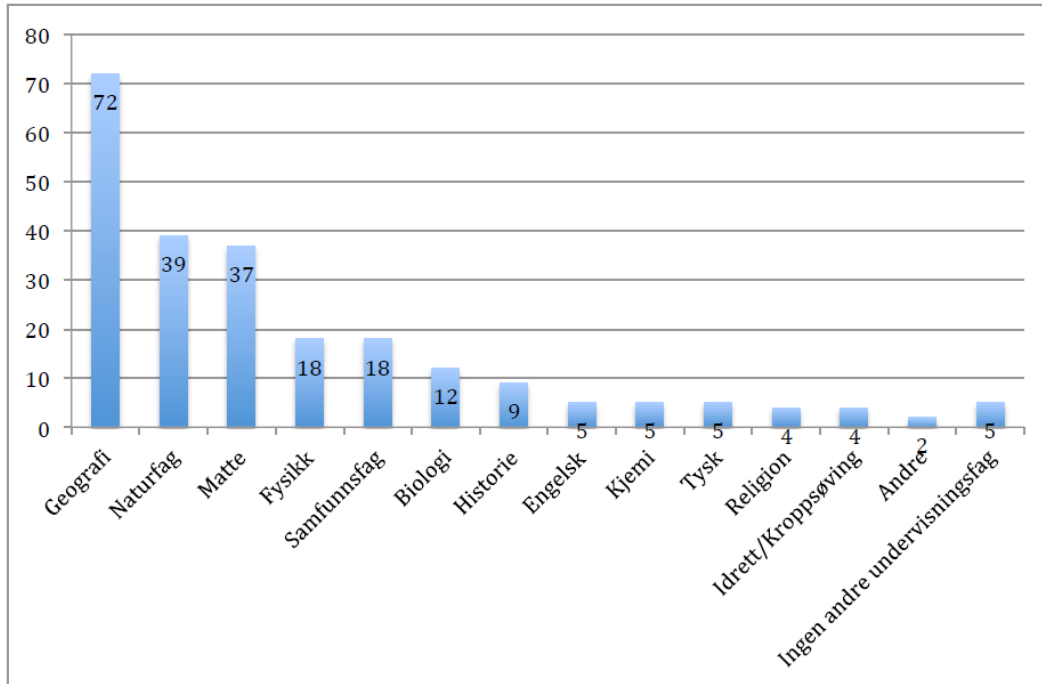
Det er en kobling mellom geofag og andre realfag i videregående opplæring siden fysikk, kjemi og biologi inngår i forklaringen av en rekke geofaglige emner og fenomener. Denne koblingen skaper en viss tverrfaglighet mellom realfagene. Det skapes også en kobling mellom geofag og samfunnsfag, siden mange geofaglige emner og problemstillinger påvirker samfunnet i betydelig grad.

Det er i mindre grad en kobling mellom matematikk og geofag i videregående opplæring. Dette er ikke tilfellet på universiteter og høyskoler hvor enkelte retninger innenfor geofag forutsetter god kompetanse i matematikk og til dels fysikk. Spesielt gjelder dette meteorologi, oseanografi og den faste jords fysikk.

#### **4.6.6 Spesifikke utfordringer for geofaget**

##### **Lærerens kompetanse**

Siden geofag er sammensatt av mange ulike emner, har de færreste lærere god kompetanse i alle deler av læreplanen. Den typiske geofaglæreren er enten en naturgeograf eller en med bakgrunn i en av de andre geovitenskapene. Enkelte er også samfunnsgeografer (Aanesrud, Frøyland, & Remmen, 2013). Geofagundersøkelsen viser at lærerne ofte har manglende kompetanse innenfor flere sider ved geofagundervisningen (Ibid). Spørreundersøkelsen indikerer at det er et stort behov for etterutdanning. Dette er nå satt i verk gjennom geoprogrammet, som er organisert via Naturfagsenteret (Thorsen & Frøyland, 2013).



Figur 4- 3 Oversikt over hvilke andre fag geofaglærerne underviser i (Aanesrud , 2013)

Geografi på Vg1 hører til den samfunnsfaglige faggruppen, og en høy andel av lærerne som underviser i faget, har samfunnsfaglig undervisningskompetanse. Med denne bakgrunnen kan det være utfordrende å undervise i de delene av geofaget som handler om naturfaglige sammenhenger. En uheldig side kan være at geografifaget får en slagside mot samfunnsgeografi og vil dermed ikke ha den rekrutteringseffekten til geofag 1 og 2 som læreplanen legger opp til.

### Læremidler og undervisningsmetoder

Undersøkelsen fra 2013 viser at læreboka er det læremidlet som er klart mest benyttet i geofag. Det finnes kun én lærebok for geofag 1 (Terra Mater) og én for geofag 2 (Terra Nostra). Det har ikke vært noen revisjon av disse lærebøkene, men forlaget har en del nettressurser knyttet til lærebøkene.

Det er tydelig at det skaper utfordringer når det kun finnes én lærebok i et fag. Lærebokforfattere vil tolke læreplanen på sin egen måte, og sjansen for en skjev fremstilling av kompetansemålene er absolutt til stede. Geofag er et meget tidsaktuelt fag med til dels hyppige medieoppslag. Det vil i så måte være hensiktsmessig med jevnlig oppdatering av lærebøker og nettressurser.

## Læreplanen

Spørreundersøkelsen viser at mange lærere synes det er utfordrende å undervise i feltarbeid og hovedområdet *geoforskning*. Dette antyder at geofaglærerne er usikre på hvordan de skal gjennomføre feltarbeid i geofag. Noe av årsaken til at feltarbeid oppleves som krevende, kan være at det finnes få retningslinjer for hvordan et feltarbeid bør gjennomføres, og hva som kjennetegner et godt feltarbeid. Ved enkelte eksamener er det oppgaver som omhandler hvordan et feltarbeid bør planlegges og utføres. Dette har skapt frustrasjon hos mange lærere (Aanesrud, Frøyland, & Remmen, 2013). Det er store forskjeller i hvordan feltarbeid blir gjennomført ved de forskjellige skolene. Enkelte skoler velger å dra på ekskursjoner utenlands, mens andre skoler bruker nærområdet i større grad. Det er også store forskjeller i hva som er aktuelle tema for feltarbeid rundt om på de forskjellige skolene. Som eksempel har enkelte skoler vurdering av fare for snøskred som tema, mens andre undersøker muligheten for å utvinne løsmasser. Kompetansemålet i læreplanen som angir feltarbeid, sier at elevene skal kunne

- *planlegge, gjennomføre, presentere og vurdere forsknings- og feltarbeid i en geotop*

Kompetansemålene er store og åpne og delvis upresist formulert, noe som gjør det vanskelig for elevene å forberede seg til eksamen. Dette skaper frustrasjon hos mange lærere da det kan være vanskelig å gi tydelige råd til elevene, og de opplever at elever som ellers presterer godt i faget, ikke lykkes ved eksamen

## Geofagets posisjon i videregående opplæring

På landsbasis er det 78 av 276 videregående skoler som tilbyr geofag. Det vil si at det er svært mange elever som ikke har anledning til å velge faget. I tillegg er ofte geofag et lite fag på skolen, der det er få av lærerne på skolen som har kompetanse i faget. Ca. 50 % av geofaglærerne er eneste geofaglærer på sin skole (Aanesrud, Frøyland, & Remmen, 2013). Spørreundersøkelsen viser at ca. 66 % av lærerne er tilknyttet et geofaglig nettverk.

## 4.7 Kjemi

### 4.7.1 Byggesteiner

Kjemi er vitenskapen om stoffenes sammensetning, struktur, egenskaper og reaksjoner. Molekyler, det periodiske system og kjemiske bindinger er eksempler på grunnleggende begreper og modeller i kjemi. Med hjelp av disse begrepene kan elevene få en grunnleggende forståelse av for eksempel støkiometri, reaksjonstyper og termodynamikk. Kjemi har også et eget system for navn på stoffer og fagspesifikke symboler, modeller og reaksjonslikninger.

Faget krever praktiske ferdigheter og kjennskap til utstyr og sikkerhetsvurderinger. Gjennom eksperimenter kan elevene illustrere stoffers egenskaper, syntetisere nye forbindelser, gjøre renseprosesser og analyser. I hverdagslivet omgås vi kjemikalier i hjem og hverdagsliv, f.eks. vaskemidler, løsemidler, kosmetikk, materialer og næringsmidler. Eksempler på samfunnets behov for kjemi er at det må utvikles nye materialer og medisiner, vi trenger kunnskap om biokjemiske prosesser og utfordringer knyttet til energi og miljø.

#### **4.7.2 Fagspesifikke kompetanser i kjemi**

Kjemisk viten er utviklet gjennom teori og eksperimenter. Derfor er det en viktig kompetanse å kunne planlegge og gjennomføre kjemiske forsøk. Dette innebærer å kunne vurdere sannsynlige reaksjoner og å ha kjennskap til og ferdigheter i å bruke laboratorieutstyr og kjemikalier forsvarlig. Støkiometri og kunnskap om reaksjonsmekanismer er eksempler på teoretiske tema som er sentrale i faget.

#### **4.7.3 Omfang og dybde i læreplanen i kjemi**

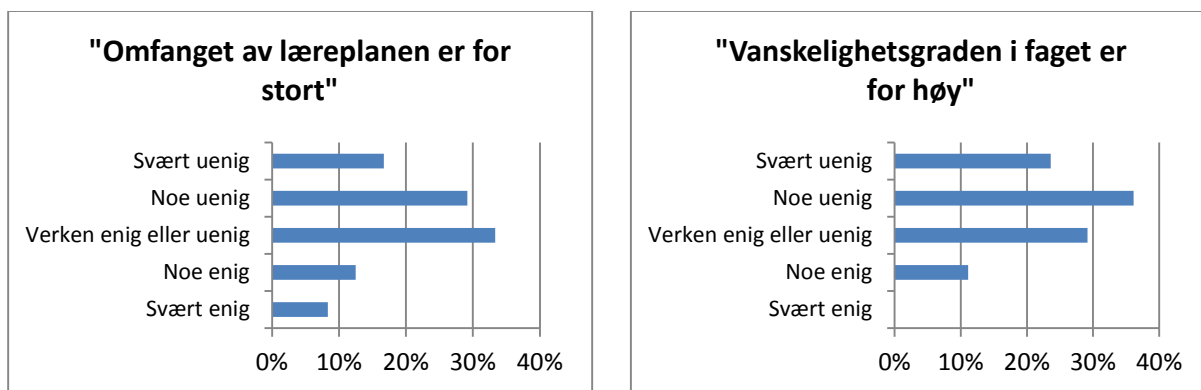
Kjemi 1 inneholder disse fagtemaene:

- Språk og modeller i kjemi
- Metoder og forsøk
- Vannkjemi
- Syrer og baser
- Organisk kjemi 1

Språk og modeller i kjemi danner grunnlag for arbeid med faget. Her behandles blant annet den historiske utviklingen av atombegrepet, periodesystemet, stoffers bindinger og egenskaper, navnssetting av uorganiske og organisk forbindelser, termokjemi og kjemisk likevekt.

Metoder og forsøk er et eget, gjennomgående hovedområde i læreplanen. Dette handler om planlegging og gjennomføring av forsøk og presentasjon av resultatene. Omfanget av forsøk er mer åpent enn før R94, da det var et konkret antall timer laboratoriearbeid som skulle gjennomføres. Omfanget vil variere med lærerens interesse og skolens tradisjoner, blant annet for bruken av delingstimer. I tillegg kan omfanget være påvirket av antall elever i gruppene som varierer på ulike skoler og fra år til år. Dette gjelder både kjemi 1 og kjemi 2.

Ved overgangen til LK06 ble timetallet i kjemi 1 utvidet fra 84 til 140 timer. Ut fra tilbakemeldingene fra lærerne er faget i dag verken for vanskelig eller for travelt:



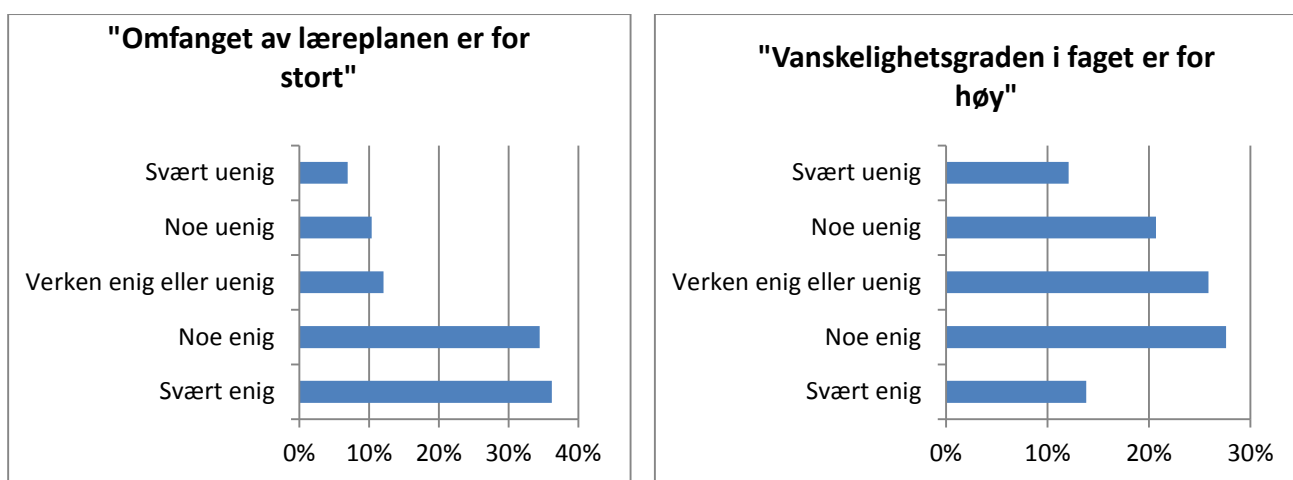
Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 4- 4 Lærernes grad av enighet i påstander knyttet til omfang og vanskegrad i kjemi 1 (N = 72)

Kjemi 2 bygger på og forutsetter kjemi 1 og inneholder disse fagtemaene:

- Forskning
- Analyse
- Organisk kjemi 2
- Redoksreaksjoner
- Materialer

I spørreundersøkelsen svarer lærerne at kjemi 2 har for stort omfang.



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 4- 5 Lærernes grad av enighet i påstander knyttet til omfang og vanskegrad i kjemi 2 (N = 58)

Spørreundersøkelsen (vedlegg C) viser også at 53 % av lærerne sier seg noe eller helt enig i utsagnet om at det er vanskelig å gå i dybden i kjemi 2, et problem som ser ut til å gjelde i flere land. Cooper og Klymkowsky nevner for stort fagomfang i forhold til tiden som er tilgjengelig (*sacrificing depth for breadth*) som et problem for kjemiutdanningen i USA. Der rapporteres det også om et behov for endringer i undervisningspraksis. Slike vurderinger bør etter arbeidsgruppens mening også gjøres for norsk kjemiutdanning. (Cooper & Klymkowsky, 2013)(Johnstone *You Can't Get There from Here*, 2013).

Det store omfanget i kjemi 2 har gjort at arbeidsgruppen har vurdert muligheten for å gjøre noen emner valgfrie. I en del tilfeller er det mulig å innføre en praksis der elevene til eksamen kan velge mellom alternativene i hvert læreplanmål. Dette gjelder for eksempel kompetansemålene

- *utføre analyser med kolorimetri og tolke enkle massespektre og <sup>1</sup>H-NMR-spektre*
- *gjøre rede for og utføre kromatografi, destillasjon og omkrystallisering*
- *forklare rollen til hydrogen som energibærer i fotosyntese og celleånding*

Hvis det for eksempel gis en oppgave om kolorimetri til eksamen, kan det innføres en praksis der det alltid vil være mulig å velge massespektroskopi eller H-NMR i stedet. En slik endring vil medføre at elevene kan velge å fordype seg i bare ett av alternativene i disse tilfellene, selv om læreplanmålene omfatter to eller flere.

#### **4.7.4 Progresjon**

I kjemi utvikles mer avansert kunnskap gradvis på en måte som gjør at kjemi 2 forutsetter kjemi 1.

Progresjonen fra naturfag 1-11 til kjemi er mangelfull. I spørreundersøkelsen (vedlegg C) blant lærere svarer 64 % at de er noe enig eller helt enig i utsagnet om at naturfag på Vg1 gir for svake forkunnskaper i kjemi 1, og 83 % svarer tilsvarende på utsagnet om at naturfag i Vg1 ikke gir et godt fundament for kjemi 1.

Flere tema er fordelt mellom kjemi 1 og kjemi 2 på en måte som kan virke ulogisk sett fra et faglig ståsted. Det er for eksempel mye om struktur og navnsetting av organiske forbindelser i kjemi 1, men reaksjoner som kan knyttes til dette temaet, kommer først i kjemi 2. Temaet om sure og basiske oksider, indikatorer og titrerkurver hører til kjemi 1, mens buffere ikke kommer før i kjemi 2. Kompetansemålet om hydrogen som energibærer i energiomsetningen er et arbeidskrevende mål som overlapper med mål i biologi 2, og som



blir en isolert del av kjemipensumet, slik det er framstilt i læreverken. Det har så langt kun vært gitt enkle oppgaver fra dette kompetansemålet til eksamen.

I likhet med fysikkfaget starter programfaget i kjemi ”på null”, og det blir i store trekk sett bort fra at elevene har et kunnskapsgrunnlag før de starter programfaget. Naturfag 1-11 inneholder flere læreplanmål i kjemi, men legger i liten grad opp systematisk oppbygging av fagforståelse. I naturfag Vg1 skal for eksempel elevene forklare elektrolyse, batterier og brenselceller, mens det er først i kjemi 2 elevene får det teoretiske grunnlaget for å forstå disse fenomenene. Grunnleggende emner som kunne vært innført i naturfag, er for eksempel enkel bruk av reaksjonsligninger, molekylmodeller og periodesystemet. Dette kunne også gitt elevene bedre forutsetninger for å velge kjemi på et riktig grunnlag.

Internasjonalt er det skrevet en rekke artikler som peker på behovet for å fornye kjemifaget, og som peker på forhold som er relevante i Norge. For eksempel er en del modeller og forklaringer som brukes i læreverken i naturfag 1-11, utdaterte, misvisende eller direkte feil. Dette gir elevene som starter med kjemi i videregående opplæring, et uheldig utgangspunkt. Tre eksempler som er uheldige for kjemifaget:

- 1) Atomet blir gjennomgående avbildet som et planetlignende system.
- 2) Bindinger blir forklart ut fra *åtteregelen* i naturfaglæreverken, ofte kombinert med utsagn om at bindingen skyldes et ”ønske” fra atomene om å oppnå en spesiell elektronkonfigurasjon (Taber, 2009).
- 3) En typisk misoppfatning som ser ut til å komme fra læreverken, er oppfatningen av at det avgis energi når bindinger brytes, og spesielt når bindingen mellom fosfatgruppene i ATP brytes (Galley, 2004) (Nahum, 2010) (Hanson, 1989).

Internasjonale undersøkelser viser at den mye brukte *åtteregelen* fungerer som en blindvei for elevene, og den vanskeliggjør forståelse av hva bindinger er, og hva som er forskjellene på de ulike bindingstypene (Taber, 2009). Beskrivelsen av elektroner som partikler er dårlig egnet når elevene skal forstå bindinger og elektronkonfigurasjon (Nahum, 2010). Når norske lærebøker i naturfag gjennomgående fastslår at det *frigis* energi når kjemiske bindinger brytes, slik det går fram av Bjørnar Mælands masteroppgave fra UiO i 2013, er dette svært uheldig. Og i motsetning til i mange andre land har denne feiloppfatningen fått leve i fred i Norge. For å unngå disse problemene i USA har de der innført et eget punkt i *Next Generation Science Standards* for trinnene 9-12 som sikrer at elevene skal vite at det alltid krever energi å bryte en binding (Next Generation Science Standards, 2014). Misoppfatningene når det gjelder atomer og bindinger, blir i liten grad rettet opp i videre utdanning, selv om læreverk på høyere nivå bruker bedre modeller. En stor andel av lærerne beholder feiloppfatningene fra grunnutdanningen, selv etter å ha tatt kjemi- eller

biologiutdanning på universitetsnivå. (Tan, 2009). Dette gjelder også i Norge (Skolelaboratoriet NTNU, upublisert materiale). Det er spesielt uheldig om de som utdanner seg til kjemilærere, har med seg de nevnte misoppfatningene.

#### **4.7.5 Praktiske forsøk og HMS**

Regelverket rundt kjemikaliebehandling, lagring og avfallshåndtering er omfattende og krevende for kjemilærere å forholde seg til. Dette er en problemstilling som er særlig krevende i kjemifaget, og det ser ut til å være et behov for en sentral støttefunksjon på dette området for å unngå at hver enkelt kjemilærer må ta utgangspunkt i et komplisert og omfangsrikt regelverk. Læreverkene kan også avhjelpe dette med å gi gode råd og risikovurderinger. Produktkontrollen regulerer bruken av helseskadelige og miljøfarlige kjemikalier, og i dette ligger det en *substitusjonsplikt*, slik det går fram av sitatet under fra nettsidene til Miljødirektoratet:

*Produktkontrollen omhandler helse og miljø og produktets egenskaper gjennom livsløpet. I § 3a står det at hvis virksomheten bruker et produkt som inneholder kjemiske stoffer som kan medføre helseskader eller miljøforstyrrelse, skal den vurdere om det finnes alternativ som medfører mindre risiko for slik virkning. Virksomheten skal i så fall velge dette alternativet, hvis det kan skje uten urimelig kostnad eller ulempe. I tillegg til Produktkontrollen er substitusjon knyttet til Arbeidsmiljøloven og kjemikalieforskriften som arbeidsmiljømyndighetene forvalter.*

( <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M104/M104.pdf>)

Arbeidsgruppen mener det må avklares om *substitusjonsplikten*, slik den er beskrevet av Miljødirektoratet, også omfatter kjemiopplæringen.

Dette prinsippet er også nevnt under naturfag 1.-11. trinn, der det er minst like aktuelt.

#### **4.7.6 Koblinger til andre fag**

I moderne analytisk kjemi brukes instrumenter som også krever forståelse av de fysiske prinsippene disse bygger på. Matematikk, informasjonsteknologi og fysikk er derfor viktige støttefag for kjemi. Kjemifaget overlapper også med områder innenfor geologi og biologi.

I kjemi brukes informasjonsteknologi og matematikk som verktøy. Fysikk gir grunnlag for forståelse for atommodeller, elektrokjemi, fysikalsk kjemi og instrumentelle analysemetoder som baseres på stråling og magnetisme. Biokjemien gir en kobling til biologi, og i teknologi- og forskningslære kan eksperimentelle metoder og forsøk fra

kjemifaget komme til nytte. I geologi kan sammenhengen mellom kjemisk sammensetning og egenskaper til leire i forbindelse med rasfare være et eksempel på fagkobling. Beregninger står sentralt i faget, og god kompetanse i matematikk er derfor en stor fordel. Dette nevnes også punkt 4.7.7 under.

#### **4.7.7 Tilbakemeldinger fra UH-sektoren**

Arbeidsgruppen inviterte de instituttene i UH-sektoren som krever kjemikompetanse, til å gi innspill til denne rapporten, og vi fikk svar fra to av dem (Institutt for kjemi ved UiT og Farmasøytisk institutt ved UiO). I disse innspillene ble det spesielt nevnt to forhold: Det ene at fagomfanget i kjemi 1 og 2 er for stort og bør ned, gjerne ved at det er de mest avanserte temaene tas ut eller eventuelt tilbys som en tilvalgsmulighet. Det andre forholdet det blir pekt på, er at studentene trenger mer trening i å anvende matematikk i kjemifaget. I tillegg blir det nevnt at relevansen av faget bør økes ved at kompetansemålene kobles til arbeidsoppgaver knyttet til ulike yrker.

### **4.8 Teknologi og forskningslære**

#### **4.8.1 Byggesteiner**

Teknologi og forskningslære (ToF) som programfag i videregående opplæring ble innført med Kunnskapsløftet i 2006 og har derfor en kort tradisjon i skolen. De andre naturfaglige programfagene har hovedområder som omhandler naturvitenskapelige prosesser (*den unge forskeren/biologen osv.*), men legger mest vekt på naturvitenskapens produkter. ToF har en motsatt vektlegging, der naturvitenskapen som prosess er det sentrale i faget. Det andre hovedfokuset i ToF er teknologi og hvordan teknologi utvikles. Svein Sjøberg beskriver også en tredje faktor; naturvitenskapen som sosial institusjon, der naturvitenskapens samhandling og plass i samfunnet belyses (Sjøberg, Naturfag som allmenndannelse, 2009). I ToF finner vi i større grad enn i de andre naturfaglige programfagene konkrete læreplanmål som må løses utenfor klasserommet i samarbeid med bedrifter eller forskningsinstitusjoner.

I formålet med faget heter det blant annet: «Faglig og teoretisk kunnskap kombinert med evne til å tenke kreativt og nyskapende blir en stadig viktigere utfordring i samfunns- og næringslivet. Den forskningsbaserte kunnskapsutviklingen er omfattende, og det skjer stadig teknologiske nyvinninger. Teknologi og forskningslære representerer to ulike kunnskapsområder, men er likevel knyttet sammen.»

Oppsummert kan vi si at byggesteinene i faget består av fagkunnskap fra de andre realfagene kombinert med kunnskap om naturvitenskaplige og teknologiske prosesser.

#### **4.8.2 Fagspesifikke kompetanser**

ToF-elevene skal beherske et vidt spekter av fagområder som f.eks. mekaniske konstruksjoner, elektronikk, design og produktutvikling, vitenskapsteori og vitenskapsfilosofi. Dette medfører at elevene må tilegne seg teoretisk fagkunnskap og kreative, praktiske og metodiske kompetanser innen mange fagområder. Spesielt for faget er at teknologi behandles både som anvendelser av naturvitenskap og som et eget kunnskapsområde. I de andre naturfaglige programfagene og i naturfag 1.–10. trinn behandles teknologi i større grad som anvendt naturvitenskap.

#### **4.8.3 Omfang og dybde i læreplanen**

Teknologi og forskningslære 1 inneholder disse hovedområdene:

- Design og produktutvikling
- Den unge forskeren
- Den unge ingeniøren
- Teknologi, naturvitenskap og samfunn

Teknologi og forskningslære 1 omhandler i stor grad teknologi. Gjennom elektronikk og sensorer får teknologien rollen som anvendt naturvitenskap. Her må elevene ha nok fagkunnskap for å kunne lage et produkt. I design og produktutvikling er kreativitet mer vektlagt, og her står teknologien på egne ben som et eget fagområde. Teknologit utviklingen og teknologiens mange roller i samfunnet blir belyst som et eget hovedområde i læreplanen. Til sammen belyser dette teknologien som eget fagområde og som anvendt naturvitenskap. I tillegg kommer emner som miljømålinger, som anskueliggjør naturvitenskaplige metoder med en praktisk tilnærming.

Teknologi og forskningslære 2 inneholder disse hovedområdene:

- Naturvitenskaplige arbeidsmetoder
- Forskning, teknologi og samfunn
- Den unge forskeren
- Vitenskapsfilosofi og vitenskapsteori

ToF 2 dreier seg i hovedsak om å studere hvordan naturvitenskapens metoder anvendes av forskere. Læreplanen legger opp til at deler av undervisningen flyttes ut til forskningsmiljøer. Organisering, finansiering, publisering og etikk blir belyst i tillegg til det metodiske i forskningen. Elevene skal prøve seg som forskere, da gjerne gjennom et forskningsprosjekt over flere måneder. Vitenskapsteorien skal bidra til at elevene ser sitt eget forskningsarbeid med kritiske øyne. Prosjektene som elevene velger, har som oftest

utspring i andre realfaglige programfag. På denne måten blir ToF 2 en arena for fordypning og tverrfaglighet.

I arbeidsgruppens spørreundersøkelse (se vedlegg C) gir resultatene fra lærere som underviser i teknologi og forskningslære, et annet bilde enn hva tilfellet er for de andre realfagene. ToF-lærerne er i stor grad enige om at læreplanene gir tid og muligheter for å gå i dybden på læreplanmålene. (Av denne grunn er også påstandene om utfordringer i faget sortert etter grad av *uenighet* til slutt i vedlegg C.) I den samme undersøkelsen ble lærerne spurt om hvor mye tid de brukte på hvert av de fire hovedområdene. Svarene her viser at lærerne føler stor frihet til å prioritere ulike fagemner. Berit Bungum konkluderer med det samme i undersøkelsen «Hvem er ToF læreren og hvordan former han faget?» Lærerne kunne deles inn i to kategorier: teknologen eller forskeren. Forskeren vektla forskningsdelene i læreplanen, mens teknologen vektla teknologidelene (Bungum, 2009).

#### 4.8.4 Progresjon

ToF 2 bygger ikke på ToF 1, og de to fagene kan tas i vilkårlig rekkefølge. Det betyr at det ikke legges opp til en faglig progresjon fra Vg2 til Vg3. Læreplanen har fire hovedområder for både ToF 1 og ToF 2:

Tabell 4- 3 *Hovedområder i teknologi og forskningslære*

Programfag	Hovedområder			
Teknologi og forskningslære X	Den unge ingeniøren	Den unge forskeren	Teknologi, naturvitenskap og samfunn	
Teknologi og forskningslære 1	Design og produktutvikling	Den unge ingeniøren	Den unge forskeren	Teknologi, naturvitenskap og samfunn
Teknologi og forskningslære 2	Naturvitenskapelige arbeidsmetoder	Forskning, teknologi og samfunn	Den unge forskeren	Vitenskapsfilosofi og vitenskapsteori

Tabell 4- 3 viser at faget, med unntak av *den unge forskeren*, er organisert som sju emner fordelt på to år. Det eneste hovedområdet med en viss form for progresjon er *den unge forskeren*. Ordningen med at fagene ikke bygger på hverandre, gjør at skoler kan tilby ToF 1 og ToF 2 annethvert år for å kunne gi full fordypning i faget. Samtidig forutsetter denne ordningen ingen vertikal progresjon, vanskeliggjør horisontal progresjon og følgelig vanskeliggjør dybdelæring.

#### **4.8.5 Koblinger til andre fag**

Teknologi og forskningslære har som mål at elevene skal lære og forstå naturvitenskapens prosesser. De andre naturfaglige programfagene blir derfor en viktig arena for denne læringen, siden prosessene må anvendes på et fagområde. ToF egner seg derfor godt for tverrfaglig samarbeid. Både formålet med faget og læreplanmålene viser at ToF skiller seg fra de tradisjonelle naturfagene biologi, kjemi, geofag og fysikk. Dette kan oppsummeres med at faget i større grad enn de andre naturfagene er en arena

- der elevene kan få anvende realfaglig kompetanse til å skape et teknologisk produkt
- der det gjennom praktisk arbeid skapes behov for teoretisk kunnskap
- for kreativitet
- for tverrfaglighet
- der elevene kan anvende realfaglig kompetanse for å løse åpne oppgaver og sammensatte problemstillinger
- der elever kan fordype seg i det de synes er mest interessant
- der de flinkeste elevene får mulighet til å utfolde seg
- for alternative læringsarenaer som for eksempel samarbeid med lokalt næringsliv

#### **4.8.6 Elevtall i teknologi og forskningslære**

Teknologi og forskningslære X/1 tilbys av ca. 100 skoler (ca. 2000 elever) og teknologi og forskningslære 2 tilbys av ca. 25 skoler (ca. 400 elever). Dette er lave tall og må ses i sammenheng med det totale tilbudet av programfag innen programområdet for realfag. I Kunnskapsløftet er det seks ulike naturfaglige programfag i tillegg til to ulike matematikkfag. Dette er flere fag enn de fleste skoler har elevgrunnlag for, og det er derfor mange skoler som ikke kan tilby ToF. Elevene velger i større grad de tradisjonelle realfagene, kanskje fordi de ikke ser nytten av kompetansene ToF gir. Dagens timeramme gir ikke rom for flere enn tre programfag i Vg2 og Vg3. ToF gir elevene et tilbud som på mange måter er i tråd med de framtidskompetansene Ludvigsen-utvalget peker på, men faget treffer i dag bare et fåtall av elevene. Arbeidsgruppen mener disse kompetansene er så viktige at alle elever som studerer realfag, bør få ta del i dem.

#### **4.8.7 Spesifikke utfordringer for teknologi og forskningslære**

Mange av fagets utfordringer kan tilskrives den korte erfaringen vi har med faget i skolen. Noen av disse er:

1. Svakheter ved læreplanen

En del læreplanmål er upresise med manglende kobling mellom læreplanen og regning som grunnleggende ferdighet. Et eksempel på dette er læreplanmålet som sier at elevene skal kunne

- *drøfte ved å bruke eksempler hvordan empiriske data kan styrke eller forkaste en hypotese*

## 2. Mangel på helhetlige læringsressurser

Det er ikke utgitt noen lærebok for faget, men det er utviklet mange digitale læringsressurser som i hovedsak er samlet på naturfag.no. I en spørreundersøkelse gjort blant lærere i ToF i 2013 kom det tydelig fram at det ikke var ønskelig med en lærebok av frykt for at det ville begrense lærerens mulighet til å utvikle faget (upublisert materiale, Øren). Lærerne uttrykte i imidlertid et ønske om en lærerveiledning til læreplanen slik det er i naturfag.

## 3. Geografiske forskjeller i tilbudet

Med Kunnskapsløftet ble antall realfag utvidet. Dette ga i utgangspunktet elevene større valgfrihet, men i praksis ser vi at det kun er de største skolene som har stort nok elevgrunnlag til å tilby alle realfagene.

## 4. Behov for resurser

ToF er ressurskrevende for en skole siden det krever en god del nytt laboratorieutstyr. Faget er også bredt faglig sammensatt med emner som er nye i skolesammenheng. Dette gir et stort behov for etter- og videreutdanning av lærere for å få en god implementering av faget.

## 5. Kobling med de andre realfaglige programfagene

Faget innbyr til tverrfaglig samarbeid som beskrevet i 4.8.5, men dette potensialet er ikke godt utnyttet. Grunner til dette kan være manglende tydeliggjøring i læreplanen, faget er nytt i skolen, ToF-elevne har ulike programfag, og det er svake tradisjoner for tverrfaglig samarbeid i programfagene. I tillegg tar en del elever teknologi og forskningslære uten at de har andre realfaglige programfag.

## 6. Samarbeid med lokalt næringsliv og forskningsinstitusjoner

Det er ikke gitt at lokalt næringsliv og forskningsinstitusjoner har tid og anledning til å involvere seg dersom pågangen fra skolene blir stor, men Lektor2-ordningen er et eksempel på at dette kan organiseres på en god måte (Sjaastad, Carlsen, & Opheim, 2014).

Koblingen mellom forskning og teknologi som er framhevet i formålet med faget, kommer heller ikke godt til uttrykk i læreplanen. I grove trekk er ToF 1 og ToF X teknologitunget, mens ToF 2 er forskningstunget. Læreplanen anskueliggjør teknologi som eget fagområde og ikke bare som anvendt naturvitenskap, men koblingen mellom forskning og teknologi kommer ikke tydelig fram.

#### 4.9 Geofag X og teknologi og forskningslære X

Med Kunnskapsløftet økte timerammen i matematikk fra 5 timer obligatorisk til 8 timer obligatorisk matematikk. Det ble innført et eget fag 2P for dem som ikke tar R1 eller S1 på Vg2. Dermed oppstår det 3 ledige timer for realfagselevne. Det ble da laget et matematikkfag, matematikk X, og en trettimers variant av teknologi og forskningslære 1 og geofag 1 for å dekke dette behovet.<sup>7</sup> De har navnene geofag X (Geo X) og teknologi og forskningslære X (ToF X) og omtales videre som X-fagene. X-fagene gir ikke realfagspoeng.

Læreplanene i ToF var opprinnelig laget for en årsramme på 140 timer. ToF X ble konstruert ved å kutte timetallet til 84 årstimer. For ToF X medførte dette at hovedområdet *design og produktutvikling* ble strøket fra X-faget. Dette er uheldig siden flere av læreplanmålene i dette hovedområdet er nært knyttet til hovedområdet *den unge ingeniøren*. Tilsvarende er hovedområdet *geoforskning* strøket fra læreplanen for geofag 1 for å tilpasse geofag X til den reduserte timerammen. Skolene har ulik praksis på gjennomføringen av X-fagene.

- Noen skoler legger matematikk 2P, Geo X og ToF X parallelt på timeplanen slik at elevene kan velge tre programfag og et X-fag, noe som gir 30 uketimer. Løsningen er enkel å koordinere, men fagene får status som "fyllfag", altså noe elevene må ha for å få gyldig vitnemål.
- En annen variant er å la elever som ønsker X-varianten, følge 140-timersfaget og avslutte undervisningen når 84 timer er oppnådd. Dette er en funksjonell og praktisk, teknisk løsning, men er uheldige didaktisk.
- En tredje variant er at elever som har fire programfag fra Vg2, tar X-faget i stedet for å følge tre programfag over to år. Da tar elevene flere timer enn normert i Vg2, og kan dermed ha færre timer i Vg3. X-faget får i dette tilfellet en vitnemålteknisk funksjon.

---

<sup>7</sup> <http://www.udir.no/Lareplaner/Kunnskapsloftet-fag-og-timefordeling-og-tilbudsstruktur/>



#### 4.10 Naturvitenskap - et nytt felles realfag

I dette avsnittet vil vi drøfte mulighetene som ligger i et nytt, felles overbyggende fag som er obligatorisk i de realfaglige programområdene. Vi lar dette faget få navnet naturvitenskap (NVS) som arbeidstittel.

Av de kompetansene Ludvigsen-utvalget framhever (se avsnitt 2.5.)

- fag og fagområder
- å lære
- kommunikasjon, samhandling og deltakelse
- å utforske og skape

har de tre siste en mer fagoverbyggende karakter. Disse kompetansene vil være sentrale i faget naturvitenskap. Dagens læreplaner i programfagene fokuserer i større grad på kompetanse i fag og fagområder. Dette kan være en naturlig følge av at læreplanene beskriver kompetansemål og ikke aktiviteter. Dette blir forsterket i Vg3 som en konsekvens av at undervisningen i stor grad rettes inn mot skriftlig eksamen, slik det kommer fram i kapittel 0 om sluttvurdering. I dagens ordning er faget teknologi og forskningslære et unntak ved at det inneholder en større bredde av ulike kompetanser enn de tradisjonelle realfagene. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 4.8.5 der koblingen mellom teknologi og forskningslære og de andre realfagene er belyst. Fra arbeidsgruppens spørreundersøkelse (vedlegg C) går det også fram at faget skiller seg markant fra de andre realfagene når det gjelder arbeids- og vurderingsformer. For eksempel brukes praktiske prøver og produkt fra prosjektarbeid i stor grad som grunnlag for karakterer ifølge spørreundersøkelsen.

Arbeidsgruppen ser for seg at faget naturvitenskap skal erstatte ToF. Dette bør følges opp med en utvidelse av timerammene til samme nivå som for de andre programområdene i videregående opplæring. Formålet med det nye faget er å

- styrke kommunikasjon, samhandling og deltakelse i realfagopplæringen
- gi kompetanse i å utforske og skape
- dekke fagovergripende, realfaglige kompetanser
- være en arena for utforskende, tverrfaglige aktiviteter i realfagene
- videreføre de delene av ToF-faget som fungerer best
- styrke horisontal og vertikal progresjon i realfagene
- styrke opplæringen i teknologi, både som eget fagfelt og som anvendelse av realfaglig kunnskap

- være en arena der elevene kan lære programmering, simulering og numeriske metoder knyttet til de andre naturfagene

Bakgrunnen for forslaget er utfordringene med stofftrenghet og mangel på horisontal og vertikal progresjon i de realfaglige programfagene som svekker mulighetene for dybdelæring. I undervisningen er det ønskelig at hvert enkelt kompetansemål belyses fra flere angrepsvinkler (Frøyland, 2010), og tidspress vanskeliggjør en slik tilnærming og fører til en mindre variert undervisning for å «komme gjennom pensum» (Angell, Bungum, & Henriksen, 2011). Et nytt, obligatorisk realfag vil kunne føre til redusert tidspress ved at en del kompetanser flyttes til det nye faget. Innføring av NVS må ikke føre til ensretting av arbeidsformer, eller at praktiske aktiviteter i stor grad tas ut fra de andre naturfagene. Læreplanmålene bør fordeles mellom naturvitenskap og de andre naturfagene med tanke på å oppnå bedre samsvar mellom kompetansemål og vurderingsform. Det vil være utfordrende, men påkrevd å innarbeide vurderingsmetoder som er egnet for de kompetansene som er beskrevet over her.

#### **4.11 Alternativ organisering av realfagsopplæringen**

Arbeidsgruppen mener det er behov for å drøfte om dagens struktur for realfagsopplæring bør endres. Allerede innenfor dagens system eksisterer ulike realfagstilbud som i større grad tenker helhetlig og bredere på hvilke kompetanser elevene skal sitte igjen med etter endt opplæring. Arbeidsgruppen vil drøfte hvordan dette kan danne grunnlag for den ordinære organiseringen av realfagsopplæringen.

##### **4.11.1 Forskerlinjer**

Som alternativ har flere skoler de siste årene satt i gang en organisering av mer realfagsopplæring ved å opprette egne klasser for realfagsinteresserte elever. Disse utdanningstilbudene kan ha ulike betegnelser, men den vanligste er *forskerlinjer*. De fleste forskerlinjene legger inn mindre valgfrihet av programfag, og teknologi og forskningslære som obligatorisk fag. For å oppnå dette blir timetallet i forskerlinjene utvidet. På landsbasis er det omtrent 30 forskjellige skoler som tilbyr denne muligheten for videregående elever. Skolenes begrunnelse for å opprette forskerlinjer er gjengitt i tabellen under (Skolelaboratoriet, 2014).

Tabell 4- 4 Skolenes pedagogiske grunntanke for opprettelse av «forskerlinjer»

Pedagogisk grunntanke (n = 21)	Antall skoler
Tverrfaglighet	11
Utforskende arbeidsmåter	6
Utvikle godt læringsmiljø	6
Gi faglige utfordringer / utvikle høy kompetanse	6
Utvikle samarbeidsevner	4
Samarbeide med næringsliv / andre utenfor skolen	4
Skape nysgjerrighet og interesse	4
Bruke naturvitenskapelige metoder	3
Utvikle entreprenørielle egenskaper og kreativitet	3

Som det framgår av punktene over, kommer mange viktige momenter opp som ikke dekkes av kompetansemålene i hvert enkelt fag. Skolene rapporterer at det er i teknologi og forskningslære arenaen for tverrfaglighet, utforskning, samarbeid og kreativitet er til stede i størst grad.

#### 4.11.2 Alternativer for ny realfagsopplæring

Som et mulig svar på problemstillingene knyttet til tidspress, bredde i kompetanser og dybdelæring, vil arbeidsgruppen i dette avsnittet drøfte alternative organiseringer av den realfaglige opplæringen i videregående. Nedenfor beskrives to alternative utdanningsmodeller for programområdene for realfag. Felles for begge er

- flere undervisningstimer enn i dagens fag- og timefordeling (en forsterkning tilsvarende om lag 330 årstimer til sammen over de tre årene)
- mindre grad av valgfrihet og større innslag av obligatoriske, realfaglige programfag enn i dagens ordning
- obligatorisk naturvitenskapsfag (NVS) og fordypning i matematikk
- samme fellesfag (utenom realfagene) som i dagens ordning

Tabell 4- 5 **Alternativ 1** - To alternative naturfaglinjer. I dette eksempelet er en linje rettet mot fysikk/teknologi og en mot biologi.

Trinn	Vg1	Vg2	Vg3
<b>Fysikkrettet</b>	Matematikk 1 NVS 1 NAR <sup>8</sup>	Fysikk 1 Matematikk 2 NVS 2 Valgfritt realfag	Fysikk 2 Matematikk 3 NVS 3 Valgfritt realfag
<b>Biologirettet</b>		Biologi 1 Matematikk 2 NVS 2 Valgfritt realfag	Biologi 2 Ma 3/valgfritt realfag NVS 3 Valgfritt realfag

Modell 1 har mange mulige varianter både med hensyn til valgfrihet og progresjon, men arbeidsgruppen har valgt å ikke utrede dette nærmere.

Tabell 4- 6 **Alternativ 2** - En naturfaglinje med større grad av valgfrihet

Trinn	Vg1	Vg2	Vg3
<b>Fag</b>	Matematikk 1 NVS 1 NAR	Matematikk 2 NVS 2 Valgfritt emne 1 Valgfritt emne 2	Matematikk 3 NVS 3 (5 t/u) Valgfritt emne 1 Valgfritt emne 2

Modell 2 har matematikk og naturvitenskapsfaget som obligatoriske programfag. Det kan vurderes om matematikk i Vg3 bør gjøres valgfritt for elever som velger en biologirettet utdanning.

Tabell 4- 7 *Fordeler og ulemper med de to skisserte modellene*

---

<sup>8</sup> NAR betyr realfaglig naturfag i Vg1. Dette er aktuelt dersom valget blir å splitte opp naturfaget i NAR og NAS i Vg1 slik det framgår i forslag 3u.

	<b>Fordeler</b>	<b>Ulemper</b>
<b>Modell 1</b>	<p>Stort innslag av felleskomponenter som gir gode muligheter for faglig progresjon på tvers av fag.</p> <p>Faget NVS har gode forutsetninger som et brobyggerfag hvor alle fagene integreres.</p> <p>Gir faglig fordypning for flere fag.</p>	<p>Noen av realfagene vil bli valgbare programfag, og det kan oppleves som de da får en lavere status.</p>
<b>Modell 2</b>	<p>Gir fortsatt noe mer mulighet for å bygge begreper på tvers av fag, spesielt knyttet til matematikk og mer overordnede perspektiver som ligger i NVS-faget.</p> <p>Ingen av dagens programfag får en særstatus.</p>	<p>Blir mer utfordrende å definere NVS som et helhetlig fag fordi elevene i faget har ulike kombinasjoner av programfag.</p> <p>Vanskelig å bygge inn progresjon på tvers av fag.</p>

Det er også mulig å tenke seg en realfaglinje med fast struktur uten valgmuligheter. Men arbeidsgruppen velger å se bort fra dette alternativet, siden vi ikke har funnet løsninger med fast struktur som vi ser det er mulig å gjennomføre.

Uavhengig av helt konkret innretning kan fordelene med de to modellene generelt oppsummeres slik:

- Økt timetall gir bedre forutsetninger for læring.
- Mindre valgfrihet gir modeller som er enklere å gjennomføre for de videregående skolene.
- Elevene får ikke mulighet til å velge bort matematikk hvis de skal studere realfag, men det kan likevel bli valgfrihet med hensyn til graden av fordypning .
- Innføring av klasser der elevene bruker mye mer tid sammen, kan gi bedre "klassefølelse".
- Strategiske fagvalg der elevene velger fag ut fra å få flest mulig poeng på vitnemålet, kan bli redusert, men dette er uforutsigbart.

- Et overbyggende, obligatorisk fag som vurderes ut fra andre kriterier enn de "klassiske" realfagene, vil styrke disse andre kriteriene og gi større mulighet for å tenke helhetlig på tvers av fag. Det er likevel en ulempe at et nytt fag trenger tid på å etablere en tradisjon og en lærerutdanning i faget.

#### **4.12 Arbeidsgruppens forslag til kapittel 4**

##### **Generelt for de realfaglige programfagene:**

- 4a Læreplanene i de naturfaglige programfagene gjennomgås for å oppnå bedre samsvar mellom omfang og undervisningstid, bedre indre sammenheng og progresjon i fagene.

##### Begrunnelse:

Fagomfanget er i dag så stort i noen av programfagene at det kan gå ut over mulighetene til dybdelæring. Samtidig som omfanget reduseres, bør innholdet gjennomgås for å sikre en god indre sammenheng. Reduksjon av omfanget kan skje etter en endring av læreplanen, men det kan også settes inn raskere tiltak, for eksempel valgfrie eksamensoppgaver slik det er beskrevet i punkt 4.7.3.

- 4b Det utarbeides tiltak for å styrke vurdering rettet mot dybdelæring.

##### Begrunnelse:

Selv om det forventes økt læring som resultat av bedre tid til hvert kompetansemål, ser arbeidsgruppen ingen automatikk i dette og anbefaler målretting gjennom vurderingsordningen for å opprettholde læringstrykket.

- 4c Alle programfagene får en struktur der fagene i Vg1, 2 og 3 bygger på hverandre.

##### Begrunnelse:

Ved at fagene bygger på hverandre, kan læreplanene legge til rette for bedre progresjon.

- 4d Det innføres en prøveordning der fagoverlappende tema som for eksempel biokjemi eller nanoteknologi kan tilbys som tilvalgstoff. Fortrinnsvis bør både fagformidling og vurdering være nettbasert. Slike tilvalgsmoduler må gi uttelling på vitnemålet.

Begrunnelse:

Et tilbud om tilvalgstoff kan gi mulighet til å fordype seg i lærestoff utover det undervisningen på skolen kan tilby. Ressurssterke elever kan ta slike tilvalgsmoduler parallelt med videregående opplæring, men nettbaseringen gjør at flere kan ta del i tilbudet.

- 4e Det bør iverksettes tiltak som sikrer at lærere kan dele erfaringer med kolleger innenfor samme fag, spesielt med tanke på lærere som jobber i svært små fagmiljøer.
  
- 4f Det bør være retningslinjer for hvor mange elever som kan utføre praktiske forsøk samtidig (noe som kan medføre delingstimer), i de tilfellene der dette er nødvendig av sikkerhetsmessige eller andre grunner.

### **Arbeidsgruppens forslag for de enkelte programfagene**

#### **Fysikk**

- 4g Fordypning i teoretisk matematikk gjøres obligatorisk for elever som skal følge fysikkfag.

Begrunnelse:

Matematikk er både språk og verktøy i fysikk. Å utvikle kompetanse i fysikk krever parallell utvikling av kompetanse i matematikk. Derfor mener arbeidsgruppen at matematikk tilsvarende R1 må være obligatorisk for elever som tar fysikk 1, og matematikk R2 obligatorisk for elever som tar fysikk 2.

#### **Geofag**

- 4h Det settes inn tiltak for å få flere læreverker i geofag.

Begrunnelse:

Flere læreverker vil kunne føre til større valgfrihet for lærerne og raskere utvikling av programfaget.

- 4i Kompetansemålene i læreplanen i geofag revideres.

Begrunnelse:

Det er gjort erfaringer med faget som tilsier at enkelte læreplanmål bør revideres.

4j Det settes inn tiltak for å sikre at geofaglærere får tilstrekkelig kompetanse.

Begrunnelse:

Geofag er et bredt sammensatt fag, og mange geofaglærere mangler kompetanse i deler av faget.

4k Geofag får samme eksamensform som de andre naturfagene i Vg2 og 3.

Begrunnelse:

Dagens eksamensform gir i praksis en opphopning midt på karakterskalaen som en følge av at det er problemer med å teste spesifikt på både høyt og lavt nivå. Det forventes at disse problemene blir mindre med en bedre egnet eksamensform.

4l Geofag X og teknologi og forskningslære X fjernes fra tilbudsstrukturen.

Begrunnelse:

X-fagene har liten utbredelse og dermed liten praktisk betydning for elevene. Dette er en oppfølging av Matematikkutvalgets anbefaling om å fjerne matematikk 2P (Udir, Matematikk i norsk skole anno 2014, 2014).

### **Teknologi og forskningslære**

4m Teknologi og forskningslære avløses av et nytt, overbyggende fag, naturvitenskap, som utfyller de andre realfagene.

Begrunnelse:

Et slikt fag kan øke kvaliteten av opplæringen i kompetansene

- kommunikasjon, samhandling og deltakelse
- å utforske og skape

i realfagsopplæringen, slik det er drøftet i 4.10. Innføring av NVS følges opp med en utvidelse av timerammene til samme nivå som for de andre programområdene i videregående opplæring.

4n Alternativt til forslaget over kan læreplanen i ToF revideres.

Begrunnelse:

Dette gjøres for å

- oppnå bedre progresjon og sammenheng mellom ToF 1 og ToF 2



- tydeliggjøre læreplanmålene
- tydeliggjøre koblingen til de andre programfagene for å sikre horisontal progresjon

4p Det utarbeides helhetlige læringsressurser i ToF/NVS. Dette trenger ikke bety læreverk, men at det kan lages en lærerveiledning slik som for naturfag.

Begrunnelse:

Lærerne i faget har uttrykt ønske om bedre læringsressurser. Det finnes i dag ikke noe læreverk i faget.

## **Kjemi**

4p Arbeidsgruppen mener det må avklares om «substitusjonsplikten», slik den er beskrevet av Miljødirektoratet, også omfatter kjemifagsopplæringen.

Begrunnelse:

Se punkt 4.7.5.

## **Arbeidsgruppens forslag for å organisere realfagsopplæringen**

4q Det bør innføres ny organisering av realfaglige studieprogrammer med utvidet årstimetall i videregående opplæring for å oppnå bedre

- mulighet for dybdelæring
- vertikal og horisontal progresjon
- bredde i kompetanser

Arbeidsgruppen har skissert to alternative modeller for hvordan dette kan gjøres i avsnitt 4.11.2.

Begrunnelse:

Det er behov for å styrke realfagsutdanningen i videregående opplæring for å øke den realfaglige kompetansen til elevene og gi et bedre grunnlag for dem som skal fortsette med realfaglige studier. Se ellers begrunnelsene i avsnitt 4.11.

## 5 Sluttvurdering

Fra og med ungdomstrinnet er sluttvurdering med karakter en sentral del av vurderingsordningen. Karakterene er grunnlaget for rangering for opptak til videre studier og må antas å spille en betydelig rolle for elevenes følelse av egenverd og status. De blir dermed et tydelig mål å arbeide mot for elevene. Lærere, skoler og skoleeiere kan også bruke karakterer som et mål på hvor vellykket undervisningen har vært. Arbeidsgruppen mener vurderingsordningen er et viktig redskap for å nå målene med opplæringen.

Læreplanene i Kunnskapsløftet inneholder bestemmelser for sluttvurdering i fagene. Fra 8. trinn til og med 13. trinn har sluttvurderingen karakterer fra 1 til 6, der 6 er beste karakter. Beskrivelse av karakternivåene er gitt i Forskrift til opplæringslova § 3-4. For elever skal alle fag som vurderes med karakter, vurderes med standpunktkarakter.

### 5.1 Vurdering i naturfag i grunnskolen

Når elevene får sin første vurdering med karakter i naturfag, ligger kompetansemålene for 8.-10. trinn til grunn. Det er ingen gitt rekkefølge for undervisningen i de ulike kompetansemålene, og det er rimelig å anta at elevenes modenhet spiller en rolle for hvilke kunnskapsstrukturer eleven er i stand til å etablere. Det kan dermed være forskjell på hvilken kompetanse en elev sitter igjen med - avhengig av om kompetansemålet ble behandlet på 8., 9. eller 10. trinn. Dette er lite gunstig med tanke på videre progresjon i faget. I de fleste tilfeller vil en naturfagklasse i Vg1 bestå av elever fra flere ulike ungdomsskoler, og avhengig av hvilke læreverker og lærere de ulike elevene har hatt, kan det være fra ett til tre år siden de gjennomgikk kompetansemålene det skal bygges videre på. At kompetansemålene er gitt for en treårsperiode, gjør det også svært utfordrende å gi karakterer ut fra samme grunnlag til alle elever.

### 5.2 Vurdering i naturfag Vg1 yrkesfag

#### Hvilke resultater får yrkesfagselevne i naturfag?

Fra Tabell 5 – 1 ser vi at 6 % av elevene stryker eller får ikke vurdering til standpunkt i naturfag.

Tabell 5 - 1 Standpunktkarakterer og eksamenskarakterer for Vg1-Y naturfag 2013

Karakter:	1	2	3	4	5	6	Ikke vurdert	Ikke møtt
Naturfag Vg1-Y standpunkt	999 3 %	6433 20 %	9602 30 %	8525 26 %	4976 15 %	906 3 %	1048 3 %	
Naturfag Vg1-Y eksamen	51 5 %	196 18 %	274 25 %	244 22 %	189 17 %	80 7 %		57 5 %

I tillegg til standpunktkarakteren kan noen av elevene bli trukket ut til muntlig-praktisk eksamen i naturfag Vg1-Y. Av disse var det ca. 10 % som enten stryker eller ikke møter til eksamen. For standpunkt i fellesfag viser tall fra Skoleporten gjennomsnittlige standpunktkarakterer for fellesfagene på yrkesfag. I naturfag har elevene et gjennomsnitt på 3,3 – 3,4 (Skoleporten, Udir, 2014). Dette er omtrent det samme som resultatene fra de andre fellesfagene.

### 5.3 Vurdering i programfag

Alle de naturfaglige programfagene skal vurderes med standpunktkarakter. I tillegg kan eleven trekkes ut til muntlig-praktisk og/eller skriftlig eksamen. Biologi 1, geofag 1, fysikk 1, kjemi 1 og teknologi og forskningslære 1 har alle muntlig-praktisk eksamen. Tilsvarende har alle fag på nivå 2 skriftlig, sentralgitt eksamen. I forbindelse med eksamen i programfag er det en del problemstillinger som belyses grundigere i det etterfølgende.

#### **Skriftlig, sentralgitt eksamen definerer innholdet og styrer undervisningen i faget**

I programfagene biologi 2, fysikk 2, geofag 2, kjemi 2 og teknologi og forskningslære 2 kan elevene bli trukket ut til skriftlig, sentralgitt eksamen. Karakteren blir stående på vitnemålet, og den teller på lik linje med standpunktkarakter for opptak ved videre studier. Når programfaget i tillegg er både omfangsrikt og vanskelig, er det ikke overraskende om både lærere og elever prioriterer de kompetansemålene og arbeidsmetodene som de mener gir best uttelling til eksamen. Mange av fagene inneholder kompetansemål som er lite egnet for testing ved skriftlig eksamen. Det gjelder blant annet kompetansemål av praktisk karakter som for eksempel:

- *gjennomføre relevante forsøk innen de forskjellige hovedområdene, med og uten digitale verktøy (fysikk 2)*

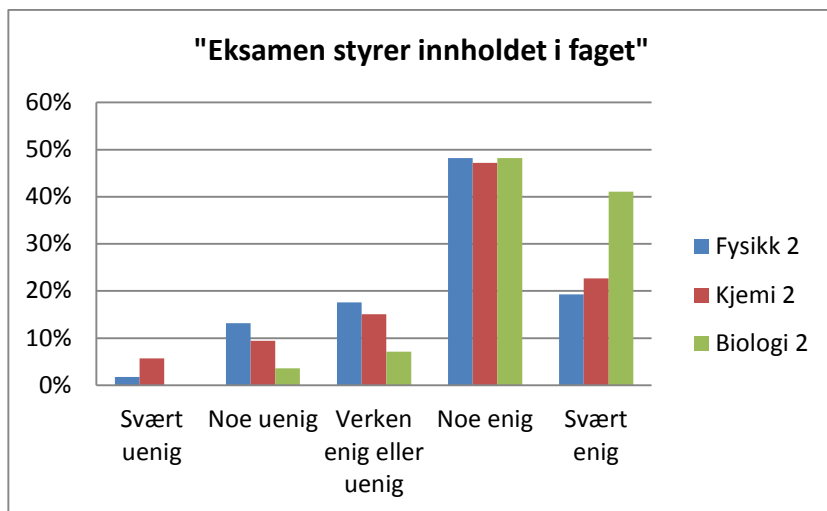
Andre kompetansemål er aldri testet til eksamen fordi de er for lite presist formulert som for eksempel:

- *drøfte hvordan ulike fysiske teorier kan eksistere ved siden av hverandre, til tross for at de kan være motstridende (fysikk 2)*

Hvordan skal en eksamensoppgave kunne måle en slik kompetanse? Også de andre naturfagene inneholder mange kompetansemål som ikke blir testet til skriftlig eksamen. Dette utdypes i de enkelte fagene. I tillegg er det mange kompetansemål som bare er testet helt overflattisk i flervalgsoppgaver. Dersom alle kompetansemålene skal være med i vurderingsgrunnlaget, er det nødvendig å gjøre endringer for å få bedre samsvar mellom kompetansene som etterspørres, og vurderingsformen.

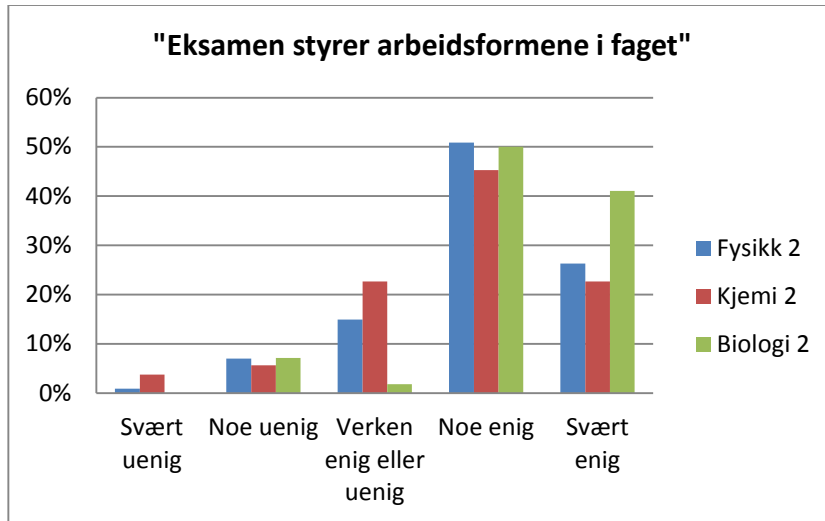
Å løse gamle eksamensoppgaver er en viktig del av elevenes eksamensforberedelser. Dermed gjennomskues fort hva som er sentralt, og hva som ikke er det. Resultatet kan i praksis bli at kompetansemål som ikke blir vektlagt til skriftlig eksamen, forsvinner ut av faget. Satt på spissen: Eksamen definerer faget i større grad enn læreplanen.

Dette dokumenteres svært tydelig i svarene til biologi-, fysikk- og kjemilærerne i spørreundersøkelsen (vedlegg C) . Her sier en klar majoritet av lærerne seg enig i at eksamen styrer innhold, arbeidsformer og vurdering i biologi 2, fysikk 2 og kjemi 2. Se Figur 5- 1, Figur 5- 2 og Figur 5- 3.



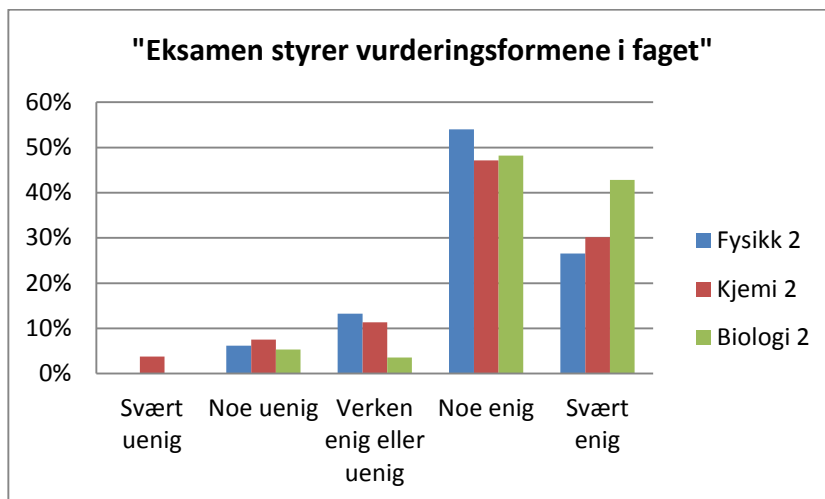
Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 5- 1



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

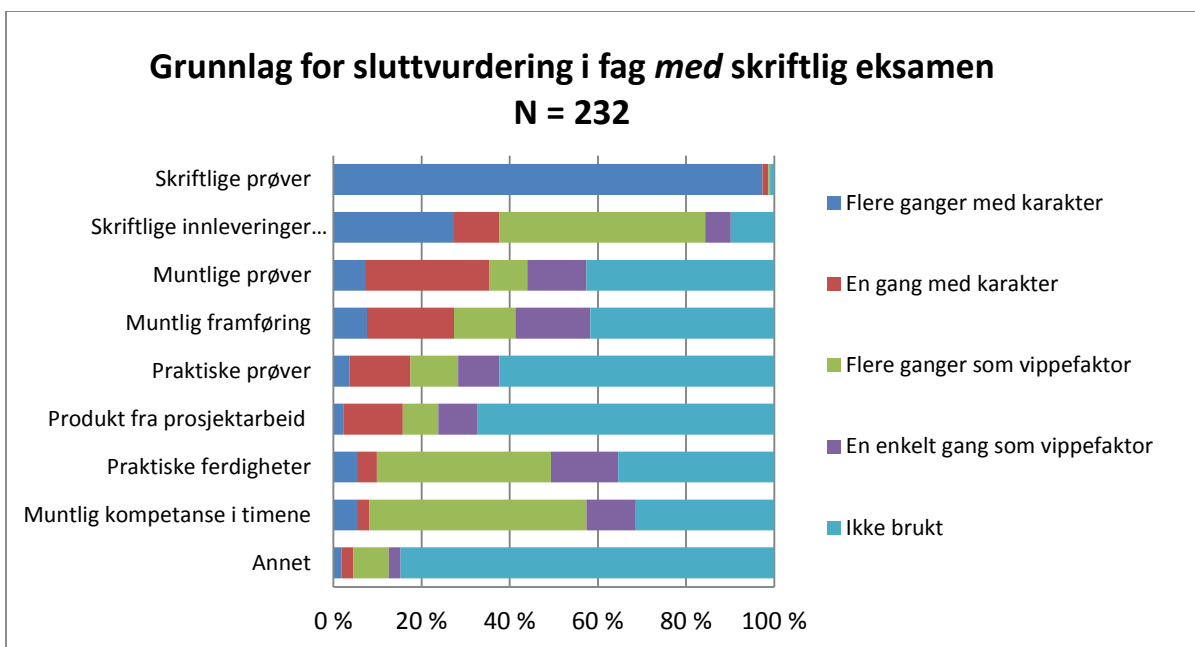
Figur 5- 2



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

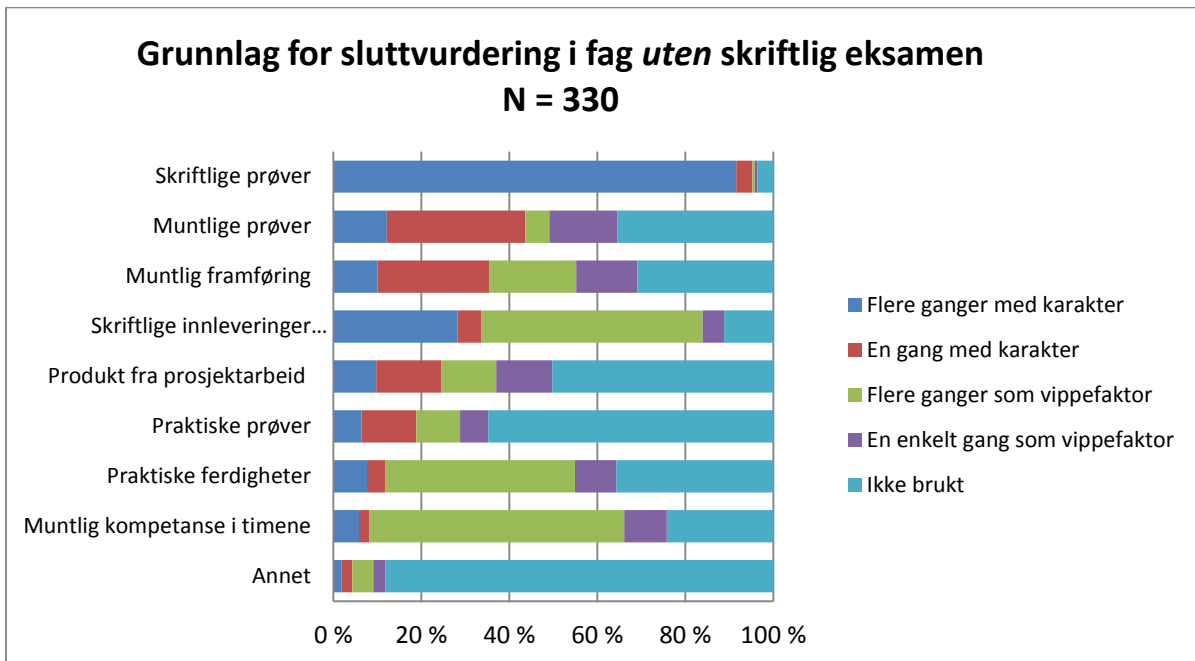
Figur 5- 3

I spørreundersøkelsen om utfordringer i naturfagene (vedlegg C) ble lærerne spurt om hvilke vurderingssituasjoner som ligger til grunn for sluttvurderingen i faget. Figur 5- 4 og Figur 5- 5 viser at skriftlige prøver utgjør det dominerende karaktergrunnlaget nærmest uavhengig av om faget har skriftlig eksamen.



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

Figur 5- 4 *Grunnlaget for sluttvurdering i biologi 2, fysikk 2, kjemi 2 og ToF 2*



Kilde: Arbeidsgruppens spørreundersøkelse om utfordringer i naturfagundervisningen (vedlegg C)

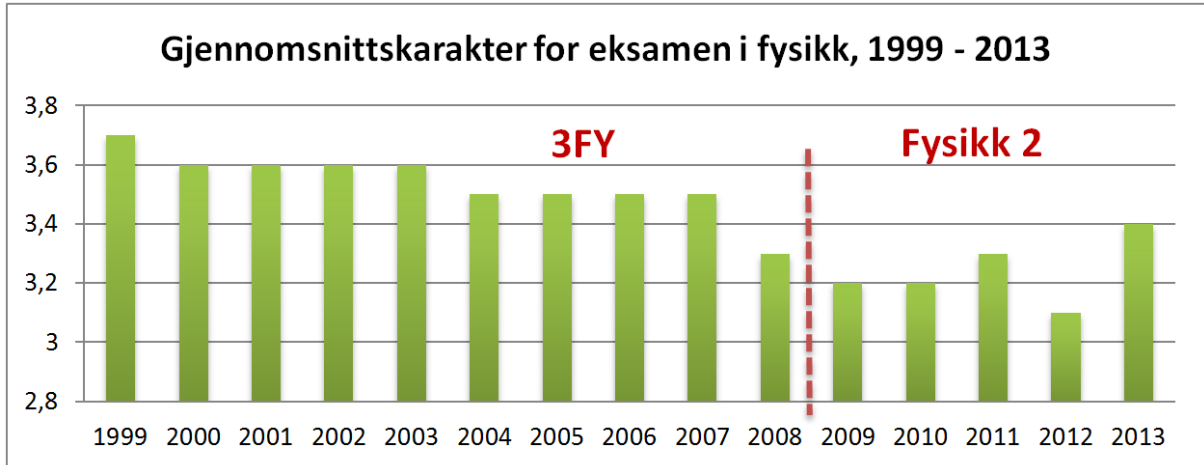
Figur 5- 5 *Grunnlag for sluttvurdering i biologi 1, fysikk 1, kjemi 1 og ToF 1*

### **Dagens kompetansemål er ikke utformet til dagens eksamensform**

Da læreplanene i Kunnskapsløftet ble utformet, var forutsetningen at eksamensordningen ikke skulle endres. I Reform 94 var den dominerende eksamensformen i realfagene fem timer med tilgang på kalkulator og formelsamling. Etter at læreplanene i Kunnskapsløftet var fastsatt, ble det likevel fastsatt ny eksamensordning for programfagene. For biologi, fysikk og kjemi ble det innført en todelt modell. I del 1 er kun skrivesaker, passer, linjal og vinkelmåler tillatte hjelpemidler, mens alle hjelpemidler med unntak av Internett og andre verktøy som tillater kommunikasjon, er tillatt i del 2. Oppgavene for del 1 og del 2 deles ut samtidig når eksamen starter. Tidsrammen for del 1 er to timer, og del 2 skal leveres innen fem timer. Geofag og teknologi og forskningslære fikk en eksamensordning som består av en forberedelsesdag med alle hjelpemidler tillatt, og en 5-timers skriftlig eksamen med alle hjelpemidler tillatt bortsett fra bruk av Internett eller andre verktøy som tillater kommunikasjon.

Eksamensordningen under Reform 94 ga begrenset tilgang på hjelpemidler de første årene. Læreplan og tilgang på hjelpemidler gjorde det uproblematisk å lage eksamensoppgaver på alle taksonomiske nivåer. På laveste nivå kunne det være oppgaver av typen «Gjengi ..» eller «Beskriv ...», enkel formelregning og enkle standardoppgaver som elevene gjenkjente og hadde jobbet mye med gjennom skoleåret. På middels nivå kunne det være oppgaver med faste løsningsmetoder. Skolefaget fysikk inneholder f.eks. mange standardiserte løsningsmetoder og resonnementer. I en situasjon med skråplan, sirkelbevegelse eller skrått kast er det et gitt resonnement som gir riktige svar. Resonnementene bak disse løsningsmetodene er ikke trivielle, men de er like for alle situasjoner av samme type. Dette vil si at dersom en elev ikke har tilgang på hjelpemidler, må vedkommende ha forstått resonnementene for å komme fram til riktig svar. Dermed får vedkommende vist en relativt høy kompetanse. Dersom en tilsvarende oppgave blir gitt med tilgang på hjelpemidler, reduseres oppgaven til å finne fram til et tilsvarende eksempel i læreboka eller med løsningsforslag, og dermed mister oppgaven sin funksjon i forhold til å vurdere elevens kompetanse.

En konsekvens av dette er at oppgavene som blir gitt i del 2 med alle hjelpemidler tilgjengelig, må ha en litt annen vri, ta utgangspunkt i en ny situasjon eller ha en litt annen problemstilling enn det elevene har vært borti tidligere. Ofte kan tolkningen av teksten/situasjonen være vel så utfordrende som selve kompetansemålet som skal testes. Dette kan falle vanskelig for elevene, og kan være en medvirkende årsak til at for eksempel gjennomsnittskaracteren i fysikk 2 er markert lavere enn den var for 3FY i årene før Kunnskapsløftet. Se Figur 5- 6.



Figur 5- 6 Gjennomsnittskaracter for skriftlig, sentralgitt eksamen i fysikk. I årene 1999 – 2008 er faget 3FY, mens det i årene 2009 – 2013 gjelder faget fysikk 2. (Statistikk fra Udir)

Et annet viktig moment sett i forhold til kompetansemål og eksamensordning, er at mange kvalitative mål er lite egnet for testing til eksamen *både* med og uten hjelpemidler. For eksempel inneholder fysikk 2 et mål om at elevene skal kunne gi en kvalitativ beskrivelse av den generelle relativitetsteorien. Dersom elevene skal svare på dette kompetansemålet uten hjelpemidler, sier det seg selv at det må bli på et overfladisk nivå. Noe annet vil være helt urimelig. Dersom de skal gjøre det med tilgang på hjelpemidler, vil det være svært krevende for eleven å vise kompetanse på et høyere nivå enn gjengivelse av fagstoff.

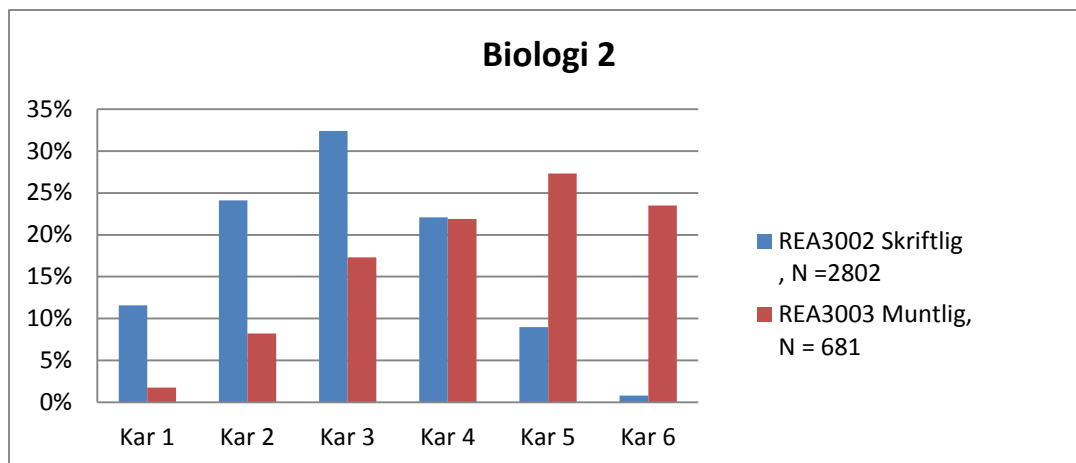
Kvalitative kompetansemål er svært vanlig i biologi og geofag. Biologi er et fag som er preget av mange begreper, og oversikt over prosesser og god kompetanse i biologi betyr at du må kunne gjengi dette, noe som også gjenspeiles i læreplanen. Der brukes verbene forklar/gjør greie for/beskriv 24-28 ganger (avhengig av hvordan læreplanen leses) i biologi 2, mens verbene vurdere/diskutere/teste bare forekommer åtte ganger i det samme faget. Når eksamen tillater bruk av alle hjelpemidler, vil det å kunne gjengi fagkunnskap, som er en stor del av læreplanen i biologi og en viktig del av fagets egenart, ikke kunne gi uttelling fordi det er mulig å slå opp dette i boka. Som en konsekvens får elevene som har lært seg det kompetansemålene krever, i liten grad uttelling for dette på eksamen. Dermed oppnår få elever over middels grad av måloppnåelse på skriftlig eksamen i biologi 2. Øystein Guttersruds analyse av skriftlig eksamen i biologi 2 våren 2014 viser at eksamen ikke gir god nok uttelling for å være flink sammenlignet med det å være mindre flink. Ut i fra dette kan det være grunn til vurdere om dagens eksamensordning for skriftlig eksamen i de naturvitenskapelige programfagene bør endres.



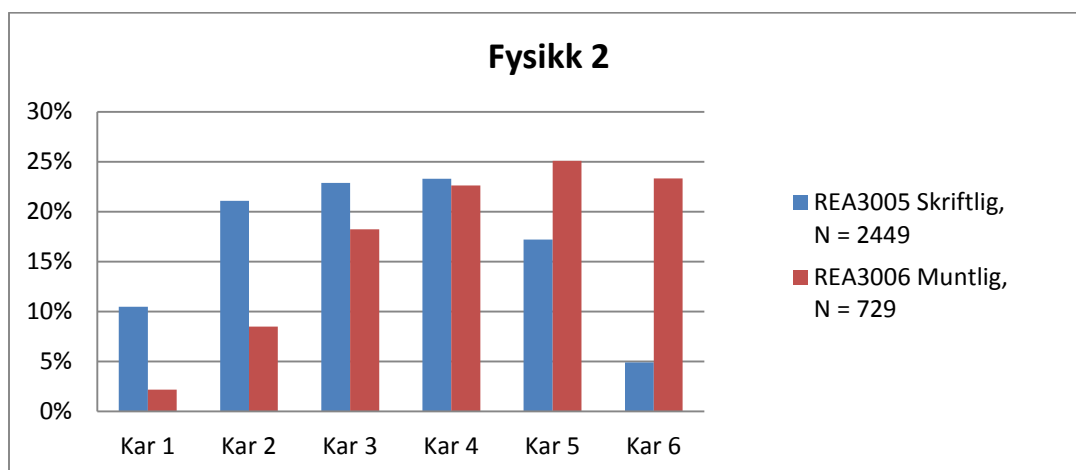
### Sprik mellom resultater fra skriftlig og muntlig eksamen

Trekkordningen ved eksamen er spesifisert i rundskriv 1-2009 fra Utdanningsdirektoratet (Udir, 2014). I videregående opplæring skal alle elever opp i skriftlig eksamen i norsk hovedmål etter Vg3. I tillegg skal de ha skriftlig eksamen i to programfag, eventuelt i norsk sidemål og ett programfag. Alle elever på Vg3 skal ha muntlig eller muntlig-praktisk eksamen i ett fag. Samtlige elever på Vg2 skal trekkes ut til én eksamen, enten skriftlig eller muntlig/muntlig-praktisk. På Vg1 skal ca. 20 % av elevene trekkes ut til en eksamen, enten skriftlig eller muntlig/muntlig-praktisk. Det er viktig å merke seg i denne sammenhengen at det er helt tilfeldig hvilke fag og hvilken eksamensform eleven trekkes ut til eksamen i, og at alle eksamenskarakterer teller like mye på vitnemålet.

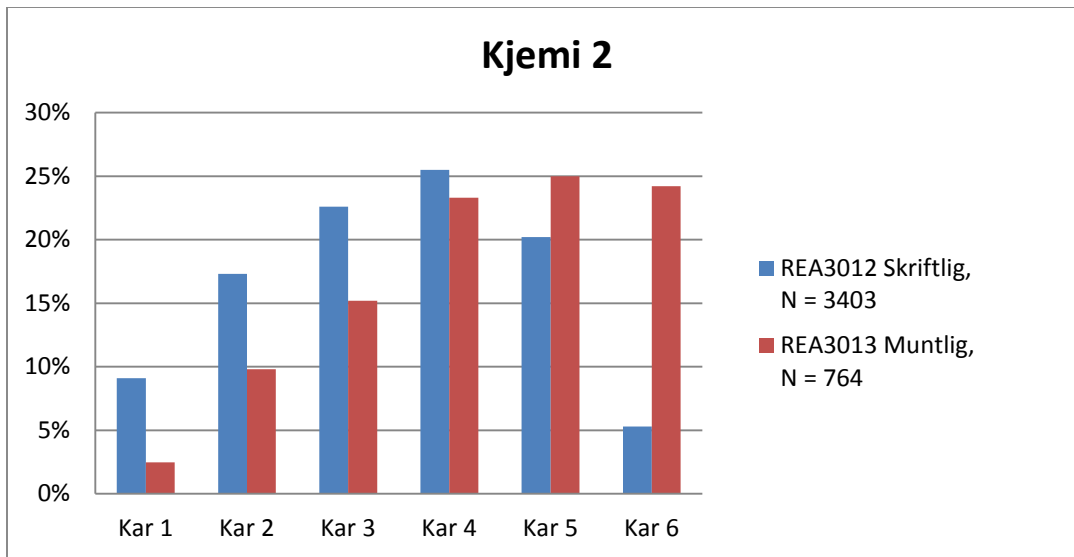
Figur 5- 7, 5 – 8 og 5 - 9 viser resultatene fra muntlig-praktisk eksamen i biologi 2, fysikk 2 og kjemi 2 våren 2013. (Statistikk fra Utdanningsdirektoratet)



Figur 5- 7 Karakterfordeling i biologi våren 2013



Figur 5- 8 Karakterfordeling i fysikk våren 2013



Figur 5- 9 Karakterfordeling i kjemi våren 2013

Her ser vi et meget stort sprik i resultater for samme fag. I gjennomsnitt for disse fagene får elevene en hel karakter bedre resultat ved muntlig eksamen enn ved skriftlig. Det er påfallende at mens mellom 10 % og 25 % av elevene får karakteren 5 eller 6 på skriftlig eksamen, får omtrent halvparten det samme på muntlig eksamen. Dette er lite heldig, både fordi det kan virke urettferdig for elevene, og fordi det kan settes spørsmålsteget ved at to ulike vurderingsformer gir så ulike resultater for de samme kompetansemålene.

### **Straffes elevene karaktermessig når de velger realfag?**

Tallene fra Samordna opptak viser at det er hard kamp om de mest attraktive studieplassene innenfor høyere utdanning. Tabell 5 - 2 på neste side viser nedre karaktergrense for elever som søker på bakgrunn av førstegangsvitnemålet for de 10 mest populære studietilbudene. Alle disse 10 studietilbudene krever spesiell studiekompetanse, dvs. matematikk R1 (ev. S1 + S2), fysikk 1 og i noen tilfeller R2 og kjemi 1 + kjemi 2. Ut fra dette er det nærliggende å tro at mange svært ressurssterke elever velger realfaglige programfag i videregående opplæring. Da kan det virke merkelig at dette ikke kommer til uttrykk i karakterstistikken for standpunkt- og eksamenskarakterer i naturfagene etter Vg3. Tabell 5 - 3 viser standpunktkarakterer i programfag med skriftlig, sentralgitt eksamen for perioden 2009 – 20013. Tabell 5 - 4 viser tilsvarende data for eksamenskarakterene i disse fagene.

Ut i fra disse tallene er det ingenting som tyder på at elevene som tar realfaglige programfag, er faglig sterkere enn andre elever. Men det at gjennomsnittlig standpunktkarakter varierer så lite som de gjør fra fag til fag, kan være et tegn på at det

utvikler seg normer for hva som kan forventes av elevene ut fra elevgruppen og læreplanen, til tross for at vurderingen skal være kompetansebasert og ikke normbasert.

Tabell 5 - 2 Opptaksgrenser for de 10 mest populære studietilbudene 2014

**Studiene med høyest poengkrav, førstegangskvote**

Lærested	Studienavn	Poengkrav	Venteliste
NTNU	Nanoteknologi	61,8 (61,5)	149
NTNU	Medisin	60,2 (60)	684
NTNU	Ind.øk.	60,2 (59,8)	534
UIO	Medisin, høst	59,6 (59,4)	658
NTNU	Fysikk og matematikk	58,6 (57,2)	169
UIB	Medisin	57,8 (57,2)	761
UIO	Medisin, vår	57,7 (57,4)	632
UIT	Medisin	57,3 (56,9)	658
NTNU	Petroleumsfag	56,9 (57,2)	261
NTNU	Energi og miljø	56,3 (55,7)	319

(Poenggrensene for 2013 står i parentes)

Tabell 5 - 3 Standpunktkarakterer i et utvalg programfag i perioden 2009 – 2013

Standpunkt programfag	Trinn	V2009	V2010	V2011	V2012	V2013	Gjennomsnitt
Engelsk litt. og kultur	vg3	4	4,1	4,1	4,1	4,1	4,08
Biologi 2	vg2/3	4	4	4	4	4	4
Rettslære 2	vg3	3,9	4	4	4	4	3,98
Kjemi 2	vg3	4	4	4	4	3,9	3,98
Samfunnsøkonomi 2	vg3	4	4	3,8	4	4	3,96
Samfunnsfaglig engelsk	vg3	4	3,9	3,9	3,9	4	3,94
Fysikk 2	vg3	3,9	4	3,9	3,9	3,9	3,92
Politikk og menneskerettigheter	vg2/3	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Økonomi og ledelse	vg3	3,8	3,9	3,8	4	4	3,9
Sosialkunnskap	vg2/3	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,88
R2	vg3	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,88

Eksamenskarakterene varierer mer fra år til år enn standpunktkarakterene. Dette er rimelig ut fra at eksamensoppgavene ikke er piloterte. Men det er heller ikke i denne

sammenhengen tydelige spor av at det er de faglig sterkeste elevene som velger realfag. Se Tabell 5 - 4 Eksamenskarakterer *i et utvalg programfag i perioden 2009 – 2013*

Tabell 5 - 4 Eksamenskarakterer i et utvalg programfag i perioden 2009 – 2013

Eksamen programfag	Trinn	V2009	V2010	V2011	V2012	V2013	Gjennomsnitt
R2	vg3	3,4	3,4	3,4	3,5	3,8	3,5
Rettslære 2	vg3	3,4	3,4	3,4	3,6	3,6	3,48
Økonomi og ledelse	vg3	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,48
Engelsk litt. og kultur	vg3	3,3	3,4	3,6	3,5	3,3	3,42
Kjemi 2	vg3	3,3	3,1	3,2	3,4	3,5	3,3
Samfunnsfaglig engelsk	vg3	3,2	3,3	3,4	3,3	3,2	3,28
Fysikk 2	vg3	3,2	3,2	3,3	3,1	3,4	3,24
Politikk og menneskerett	vg2/3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,3	3,22
Samfunnsøkonomi 2	vg3	2,9	2,9	3,3	3,3	3,4	3,16
Biologi 2	vg2/3	3,3	3,2	3,1	3,1	3	3,14
Sosialkunnskap	vg2/3		3	3,1	3,1	3,1	3,075

Ved å sammenlikne resultatene for hva en elevgruppe oppnår i programfag med hva samme elevgruppe oppnår i norsk hovedmål, kommer det fram tydelige forskjeller. Tabell 5 - 5 viser hvilken gjennomsnittskarakter elever i ulike programfag oppnådde ved skriftlig eksamen i norsk hovedmål og tilsvarende resultat for det aktuelle programfaget, mens Tabell 5 - 6 **Error! Reference source not found.** viser tilsvarende sammenheng for standpunkt karakteren.

Tabell 5 - 5 *Sammenheng mellom resultater til skriftlig eksamen i norsk hovedmål og skriftlig eksamen i programfag for elever med dette programfaget.*

Skriftlig eksamen	Karakter norsk (HM)	Karakter programfag (PF)	Differanse (norsk HM – PF)
Fysikk 2	3,8	3,3	0,5
Kjemi 2	3,8	3,5	0,3
Biologi 2	3,6	3	0,6
Matematikk R2	3,8	3,5	0,3
Samfunnsfaglig engelsk	3,4	3,2	0,2
Politikk og menneskerettigheter	3,5	3,3	0,2
Samfunnsøkonomi 2	3,4	3,1	0,3

Tabell 5 - 6 Sammenhørende resultater til standpunkt i norsk hovedmål og et utvalg programfag for elever i hvert programfag (våren 2013)

Standpunktkarakter	Norsk hovedmål (HM)	Programfag (PF)	Differanse (HM – PF)
Fysikk 2	4,2	4	0,2
Kjemi 2	4,2	4	0,2
Biologi 2	4	4	0
R2	4,2	3,9	0,3
Samfunnsfaglig engelsk	3,8	4	-0,2
Politikk og menneskerettigheter	3,8	3,9	-0,1
Samfunnsøkonomi 2	3,7	4	-0,3

Dette viser at realfagselevne oppnår i gjennomsnitt lavere karakterer i programfagene enn de gjør i fellesfaget norsk, mens trenden er omvendt for en del språk og samfunnsfag.

Variasjonen i eksamenskarakterer har betydning for fagvalget hos elever som planlegger studier som ikke krever spesiell studiekompetanse. Det er fare for at elever som ønsker å bli lærer, journalist, psykolog eller advokat, kan komme til å styre unna alle realfag hvis de mener de vil tape på det poengmessig. Det er grunn til å vurdere følgene hvis realfaglig kompetanse blir svekket i disse yrkesgruppene. Det er gjort forsøk på å bøte på dette ved å gi ekstrapoeng for realfag (Samordna opptak, 2014). På grunn av at det gis ekstrapoeng for alle programfag innenfor realfag og språk, og at det er gitt en øvre grense for ekstrapoeng, har svært mange maksimal uttelling. Dermed blir den reelle effekten bare en heving av opptaksgrensene til høyere studier. Inntakskrav til høyere studier er en viktig premissleverandør for elevenes fagvalg. For eksempel krever medisinstudiet full fordypning i kjemi, mens ingeniørstudier kan kreve matematikk R2 og fysikk 1. Dette gjenspeiles tydelig i elevtallene til programfagene i realfag, se Tabell 5 – 7.

Tabell 5 - 7 Elevtallet på naturfaglige programfag for de fire siste årene  
(Utdanningsdirektoratet, 2014)

Fag	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
Biologi 1	6530	6312	6602	6858	6870
Biologi 2	4260	4291	4076	3926	4217
<b>Fysikk 1</b>	<b>7440</b>	<b>8107</b>	<b>8939</b>	<b>9454</b>	<b>9949</b>
Fysikk 2	4019	3553	3927	4250	4650
Geofag 1	702	818	1046	1170	1271
Geofag 2	667	475	555	766	816
<b>Kjemi 1</b>	<b>6716</b>	<b>7492</b>	<b>8147</b>	<b>8850</b>	<b>9115</b>
<b>Kjemi 2</b>	<b>4392</b>	<b>4311</b>	<b>4671</b>	<b>5030</b>	<b>5338</b>
Teknologi og forskningslære 1	632	990	1293	1433	1597
Teknologi og forskningslære 2	253	291	293	389	425

Her ser vi at elevtallet i disse fagene er markert høyere enn i fag det ikke stilles krav om. Av Vg3-fagene er det kjemi 2 som har flest elever, mens fysikk 1 og kjemi 1 har flest elever på Vg2. Dette tyder på at opptakskravene til høyere studier er et viktig insentiv til hvilke fag elevene velger. Svakere karaktermessig uttelling i realfaglige programfag kan kompenseres ved at høyere utdanning setter mer fagspesifikke opptakskrav.

### 5.3.1 Biologi

Som vi har sett over, er det ikke alle kompetansemål som er blitt testet på skriftlig eksamen. Ved en gjennomgang av eksamensoppgavene gitt til skriftlig eksamen i biologi 2 i Kunnskapsløftet, viser det seg at det er flere kompetansemål som aldri er testet på eksamen. Dette gjelder kompetansemålene

- *forklare kvifor publisering og fagleg kritikk er nødvendige prosessar i biologi som vitenskap*
- *diskutere på eit fagleg grunnlag etiske utfordringar innanfor biologisk forskning (med unntak av første eksamenen i faget, vår 08)*
- *bruke animasjonar og simuleringsprogram til å vise fenomen og biologiske samanhengar*
- *gjere greie for teoriar for korleis livet på jorda har oppstått, og beskrive nokre hovudtrekk i korleis utviklinga av livet på jorda har gått føre seg*

Noen av disse målene egner seg ikke for vurdering av kompetanse i det hele tatt, slik som *bruke animasjonar og simuleringsprogram til å vise fenomen og biologiske samanhengar*, og det er derfor naturlig at de ikke kommer på skriftlig eksamen. Det bør vurderes om kompetansemål som ikke gir en klar kompetanse, skal være en del av de fagspesifikke delene i læreplanen i det hele tatt. Andre kompetansemål er antageligvis utelatt fra skriftlig

eksamen fordi en eksamensform med alle hjelpemidler tillatt, ikke egner seg til å teste disse. Det kan for eksempel være tilfellet med kompetansemålet *gjere greie for teoriar for korleis livet på jorda har oppstått, og beskrive nokre hovudtrekk i korleis utviklinga av livet på jorda har gått føre seg*. Mange kompetansemål i læreplanen i biologi 2 er av samme årsak nesten utelukkende gitt på del 1 uten hjelpemidler.

Det er en skjevhet i hvor ofte ulike kompetansemål blir testet på skriftlig eksamen. Noen kompetansemål forekommer sjelden, for eksempel

- *forklare korleis molekylærbiologi og genteknikkar gjev oss ny kunnskap om opphavet til artar og utviklinga av slektskapstre* (forekommer totalt tre ganger på eksamen)
- *formulere og drøfte problemstillingar kring bruk av gendiagnostikk og genterapi på menneske* (forekommer på fire eksamener)

Andre mål forekommer på hver eneste eksamen: *setje opp og teste hypotesar for kjønnsbunden og dihybrid arvegang med og utan kopling av gen* er gitt på samtlige eksamener både på del 1 og del 2. Følgende kompetansemål forekommer også svært ofte både på del 1 og del 2:

- *gjere greie for faktorar som regulerer vekst og storleik av populasjonar og forvaltning av bestandar i eit berekraftig perspektiv* (forekommer på alle del 1 og på 12 av 14 del 2)
- *gjere greie for grunntrekka i evolusjonsteorien og kva slag kunnskap han byggjer på* (forekommer på 11 av 14 del 1 og på 12 av 14 del 2)
- *forklare korleis den genetiske samansetjinga i populasjonar blir endra gjennom mutasjonar, naturleg seleksjon, genetisk drift, genflyt, horisontal genoverføring og endring av kromosomtall* (forekommer på 9 av 14 del 1 og på 11 av 14 del 2)
- *gjere greie for framstilling av genetiske fingeravtrykk, og korleis dei kan brukast i rettsmedisin og i studium av slektskap mellom individ og grupper av organismar* (forekommer på 12 av 14 del 1, og på 7 av 14 del 2)

Som vi ser, gir dette systematisk en stor skjevhet i hva elevene testes i på eksamen, hvilket er uheldig.

### 5.3.2 Fysikk

En gjennomgang av eksamensoppgavene i fysikk for årene 2009 – 2014 (A. Johansen, upublisert materiale) viser at det er tilsvarende skjevheter i fysikk som for biologi. Kompetansemålene under hovedområdet *Klassisk fysikk* testes i mye større grad enn de andre hovedområdene. Oppgaver til kompetansemål under de andre hovedområdene har i stor grad vært flervalgsoppgaver som i liten grad tester dybdekunnskap. Det forekommer også kompetansemål under hovedområdet *Forskerspiren* som aldri har blitt testet til eksamen.

### 5.3.3 Geofag

Et problem ved sensuren til skriftlig eksamen i geofag 2 er for liten spredning i karakterene. Fordelingen har en klar overvekt rundt karakterene 3 og 4, mens karakterene 1, 5 og 6 sjelden blir brukt. Dette vises tydelig i Tabell 5 - 8.

En analyse av eksamensoppgavene fra høsten 2008 til høsten 2011 konkluderer med at det er generelt godt taksonomisk samsvar mellom kompetansemålene og eksamen (Merkesvik, 2012). At alle hjelpemidler er tillatt under hele eksamen, kan føre til vansker både for elev og sensor. Tilbakemeldinger fra sensorene tilsier at det blir vanskelig å sette karakteren 1 når eleven kan bruke alle hjelpemidler. Den lave andelen av karakterene 5 og 6 kan skyldes at det stilles krav om drøftinger flere ganger i samme eksamen, noe som er krevende i et fag med så stor bredde.

Tabell 5 - 8 *Karakterfordeling ved skriftlig, sentralgitt eksamen i geofag 2 2009 - 2013*

Fordeling av karakterer ved sentralgitt eksamen i geofag 2								
Årstall	Kar. 1. (%)	Kar. 2 (%)	Kar. 3 (%)	Kar. 4 (%)	Kar. 5 (%)	Kar. 6 (%)	Gj. Snitt.	Antall
V2013	2,2	13,8	29,5	32,9	17,9	3,7	3,6	407
V 2012	1,6	15,4	33,3	35,5	12,6	1,6	3,15	318
V 2011	1,3	16	36,6	32,6	10,9	2,5	3,4	393
V 2010	4,9	17,9	39,3	28,2	9,1	0,6	3,2	308
V 2009	2,2	14,7	36	33,5	11,4	2,2	3,4	272

Kilde: skoleporten. udir.no

### 5.3.4 Kjemi

De ulike kompetansemålene blir testet i svært ulik grad til eksamen. Blant annet er det to hele hovedområder som det omtrent ikke blir gitt oppgaver fra (Andersen, 2012).

Spørreundersøkelsen (se vedlegg C) viser at mange lærere synes eksamen er styrende for undervisningen. 70 % av lærerne i spørreundersøkelsen sier seg noe eller helt enige i utsagnet om at eksamen styrer innholdet i stedet for læreplanen. 68 % av lærerne sier seg noe eller helt enige i at eksamen styrer arbeidsformene. Og tilsvarende 77 % for utsagnet om eksamen styrer vurderingsformene.



### 5.3.5 Teknologi og forskningslære

I ToF 1 er det etablert en tradisjon for å vurdere kompetanse i praktiske ferdigheter både i standpunktvurderingen og i vurderingen av muntlig eksamen. ToF 2 er utfordrende i forhold til eksamen. Læreplanmålene som sier at eleven skal kunne

- *beskrive hovedtrekk i den historiske utviklingen av vitenskapelige tenkemåter og drøfte teknologiens rolle i denne utviklingen*
- *gjøre rede for hovedideene til noen sentrale vitenskapsteoretikere og vitenskapsfilosofer*

er eksempler på mål det er vanskelig å teste i en eksamensordning med forberedelsesdag og alle ikke-kommuniserbare hjelpemidler tilgjengelig på eksamensdagen. Denne eksamensformen har også vært utfordrende med tanke på å lage gode eksamensoppgaver som ivaretar alle taksonomiske nivåer.

## 5.4 Arbeidsgruppens forslag under kap.5

- 5a Vurderingsordningen for programfagene endres i tråd med de reviderte læreplanene. Spesielt må eksamen kunne gi en bedre sluttvurdering enn hva tilfellet er i dag. Dette gjelder både det store spriket som er rapportert mellom de ulike vurderingsformene, og det at en del læreplanmål omtrent ikke danner grunnlag for vurdering.
- 5b Det gjøres forsøk med utprøving av sentralgitte, muntlige eksamensoppgaver for naturfagene for å sikre en lik vurderingspraksis over hele landet og mindre sprik mellom de ulike vurderingsformene enn tilfellet er i dag.
- 5c Prinsippet i Stortingsmelding 30 om helhetlig progresjon i utdanningen utvides til også å gjelde overgangen fra videregående opplæring til UH-sektoren.

Begrunnelse:

Det er behov for å sikre progresjon i overgangen mellom studiene. Dette kan også bidra til å få ned frafallet i en del realfaglige studier ved universitetene.

- 5d Det bør gå fram av emnebeskrivelsen (eller emnekode) i hvilken grad et realfag fra et UH-studium overlapper med eller bygger videre på realfagskursene som tilbys i videregående opplæring.

Begrunnelse:

Arbeidsgruppen ønsker en avklaring med hensyn til overgangen fra videregående opplæring til UH-studiene, slik at det blir enklere å forstå hvilken kompetanse emnene innebærer. Sikring av en formålstjenlig overgang mellom videregående opplæring og UH-sektoren kan bedre progresjonen og redusere frafallet i en del realfagsstudier. En tydeliggjøring av kompetansenivået i de ulike studiene vil gjøre det lettere å vurdere kompetansen til kandidater som søker jobb eller opptak til videre studier.

## 6 Naturfag i andre land

Hensikten med dette delkapitlet er å sammenligne norske læreplaner for naturfag med noen utvalgte land, og å vise ulike løsninger fra andre land som kan være aktuelle å vurdere for Norge. Kapitlet ser på læreplaner for naturfag som fellesfag, og har ikke gått inn på læreplaner i programfagene (se kapitler for de respektive programfagene). Som sammenligningsgrunnlag har arbeidsgruppen brukt Danmark, Sverige, Finland, Island, England, USA, og New Zealand. De nordiske landene er interessante å sammenligne oss med av flere grunner. De er våre naboland og deler mye av vår kultur i og utenfor skolen. Danmark og Sverige har nylig hatt læreplanreformer, og for Danmarks del en endring i fagstrukturen. Finland er midt i en læreplanreform og skiller seg ut ved å gi stor frihet til lærerne i å tolke læreplanene. Samtidig gjør de det godt i internasjonale tester. England og USA er store land i naturfagdidaktisk tradisjon, og USA er aktuelle med det ferske rammeverket Next Generation Science Standards, der spesielt progresjon er et viktig begrep. Progresjon trekkes fram som viktig av Ludvigsen-utvalget (Ludvigsen-utvalget, 2014), og i rapporten til Kunnskapsdepartementet fra Ekspertgruppa for realfagene (Bergem, et al., 2014). New Zealand reformerte læreplanene sine i 2010, og er et av flere land som fokuserer på fagovergripende kompetanser for framtida, noe som også omhandles i Ludvigsen-utvalgets delrapport.

Avsnittet ser spesifikt på følgende momenter:

- Struktur for naturfag: Undervisningstid og om faget er integrert eller disiplinindelt
- Er læreplanene kompetanseorienterte eller innholdsorienterte?
- Inneholder læreplanverkene fagovergripende kompetanser, og hvordan er disse eventuelt integrert i læreplanene for naturfag?
- Hvordan er innholdet i faget delt inn, og hvordan kommer progresjon til uttrykk?
- Hvordan kommer naturfag som allmenndannelse til uttrykk i læreplanene?
- På hvilken måte behandler læreplanverkene teknologi?

Det er brukt informasjon fra en rekke kilder: Internasjonal utdanningsstatistikk fra OECD (OECD, 2013) og TIMSS (Mullis, Martin, Minnich, & Castle, 2012), evalueringer av Kunnskapsløftet, offisielle nettsteder for læreplaner i de forskjellige landene (også Norge), Ludvigsen-utvalgets delrapport og rapporten fra Ekspertgruppa for realfagene, i tillegg til e-postkommunikasjon med naturfagkolleger i andre land.

## 6.1 Timetall og integrering av fagdeler

Naturfag består av flere fagdisipliner: biologi, fysikk, geofag (av og til også geografi), kjemi og (avhengig av om det er plassert innenfor eller som eget fag) teknologi. I Norge er naturfag et integrert fag fra 1. trinn til og med Vg1. I Sverige er det delt inn i disipliner allerede fra 1. trinn. I Danmark og Finland er henholdsvis natur/teknologi og «omgivningslære» integrerte fag til og med 6. trinn; deretter deles det inn i disipliner. USAs nye rammeverk Next Generation Science Standards (NGSS) er definert som integrert fag for K-12 (førskole og ut trinn 12), men det varierer fra stat til stat og distrikt til distrikt hvordan fagene er organisert.

Bergem et al. viser til OECDs rapport «Education at a glance» og påpekte at andelen av undervisningstiden som brukes til naturfag i Norge, er av de laveste i OECD. Tabell 6- 1 viser en oversikt over hvor stor andel timetallet i naturfag utgjør i forhold til det totale timetallet.

Tabell 6- 1 *Andel av timetall i naturfag i forhold til totalt timetall i utvalgte land*

Trinn	Norge	Danmark	Finland	Island
Barnetrinn	6 %	6 %	11 %	8 %
Ungdomstrinn	11 %	17 %	16 %	8 %

For de andre landene har ikke arbeidsgruppen funnet entydige tall, enten fordi det varierer med lokale tilpasninger i landene, eller fordi informasjonen ikke var tilgjengelig i de kildene som er brukt. Fordi naturfaget er inndelt forskjellig på ulike nivåer (integrert eller disiplinindelt), er det vanskelig å sammenligne slike tall på tvers av land.

## 6.2 Kompetanseorienterte eller innholdsorienterte læreplaner?

I læreplanteori skilles det gjerne mellom kompetanseorienterte og innholdsorienterte læreplaner. I kompetanseorienterte læreplaner er det kompetanser elevene skal oppnå, som er det mest sentrale, og målene i planene er formulert som noe elevene skal klare på ulike nivåer i opplæringen. I innholdsorienterte læreplaner er målene heller formulert slik at de beskriver det undervisningen skal inneholde. I løpet av de siste par tiår har det vært en internasjonal dreining i retning kompetanseorienterte læreplaner. Norge har også vært en del av denne utviklingen. Både M87 og L97 var innholdsorienterte læreplaner, mens LK06 Kunnskapsløftet er kompetanseorientert. Ludvigsen-utvalget ser denne dreiningen i sammenheng med økt vekt på mål- og resultatstyring, og økt behov for resultatinformasjon hos myndighetene (Ludvigsen-utvalget, 2014). De nye danske (implementeres i 2015/16) og

svenske (2011) læreplanene er også kompetanseorienterte, men bygd opp med litt forskjellig struktur og ordbruk.

Som eksempel på formuleringer av kompetansemål i den norske naturfagplanen, heter det under hovedområdet *kropp og helse* at elevene etter 7. trinn skal kunne «*beskrive hovedtrekk i hjerte- og lungesystemet og hvilken funksjon det har i kroppen*». Selv om målet er formulert som noe eleven skal kunne, altså et eksempel på kompetanseorienteringen i læreplanen, forteller målet også en del om innhold som undervisningen må omhandle for at eleven skal oppnå kompetansen. Naturfagplanen i LK06 sier generelt en god del om innhold, selv om den primært er kompetanseorientert. Dette illustrerer at det ikke går et skarpt skille mellom læreplanmodellene. Til sammenligning har Finland (Utbildningsstyrelsen, 2015) og England (Gov. UK, 2015) læreplaner vi vil sette i den innholdsorienterte kategorien, med mål formulert for undervisningens innhold. Finland har akkurat fått et nytt læreplanverk som skal implementeres fra 2016. Undervisningsmålene er gruppert i hovedområder, og til undervisningsmålene er det beskrivelser av innhold. For temaet *fysikk som grunnlag for verdensbildet*, heter det for eksempel at «*innholdet velges slik at det gir et bilde av fysikk som vitenskap, loven om energibevaring og verdensaltets strukturer og dimensjoner*». Det er altså ganske stor frihet for læreren til å velge innhold for å oppnå målet for undervisningen. Det finske læreplanverket inneholder samtidig veiledning til lærernes vurderingsarbeid i form av eksempler på kunnskapskrav knyttet til de ulike målene for undervisningen. Disse kunnskapskravene er formulert som «Eleven kan ...». I den engelske læreplanen følges også målene for undervisningen av formuleringer for hva elevene forventes å kunne på et gitt nivå. Island, USA og New Zealand kan sies å ha kompetanseorienterte læreplaner.

### **6.3 Integrerte, fagovergripende kompetanser**

I kjølvannet av OECDs arbeid med å definere nøkkelkompetanser («DeSeCo: The Definition and Selection of Key competencies») som alle trenger for full deltakelse i samfunnet (OECD, 2005), har flere land introdusert fagovergripende kompetanser i sine læreplanverk. Danmark, Finland, Island, New Zealand og Sverige har alle definert et sett av fagovergripende kompetanser som elevene skal tilegne seg i opplæringen i sine (nyeste) læreplaner. Felles for disse læreplanverkene er at slike kompetanser er tenkt å skulle integreres i arbeidet med alle fag. Det engelske læreplanverket har ikke eksplisitt angitt fagovergripende kompetanser, men inneholder retningslinjer for lærernes arbeid med noen kompetanser på tvers av fag (for eksempel å uttrykke seg språklig («literacy and language») og regning («numeracy and mathematics»)).

I Kunnskapsløftet er det definert fagovergripende grunnleggende ferdigheter som er sett som «nødvendige forutsetninger for læring og utvikling i skole, arbeid og samfunnsliv» (Udir, 2015). Disse er *å kunne lese, regne, uttrykke seg muntlig og skriftlig, og bruke digitale verktøy*. De grunnleggende ferdighetene i LK06 er langt smalere definert enn de fagovergripende kompetansene andre land har inkludert i sine læreplaner. Disse inneholder også kompetanser knyttet til lesing, regning, og formidling, men kan også trekke inne kompetanser som *innovasjon og entreprenørskap* (Danmark), *ferdigheten å tenke og lære seg* og *evnen til å delta, påvirke og bidra til bærekraftig utvikling* (Finland), *kreativ og kritisk tenkning* (Island), *forholde seg til andre* (New Zealand).

Ludvigsen-utvalget drøfter hvorvidt det trengs flere og bredere definerte fagovergripende kompetanser i det norske læreplanverket (se punkt 2.5 og 2.6). Andre steder i denne rapporten peker vi på klimaendringer, energi, bærekraftig utvikling, matsikkerhet og helse som store utfordringer verdenssamfunnet står overfor. Naturfagene er nødvendige for å løse alle disse problemene. Det er samtidig lett å argumentere for at fagovergripende kompetanser som nettopp problemløsning, samarbeidsevne, evne til å delta og bidra, og kreativ og kritisk tenkning også er helt nødvendige, både for allmenndannelse og ansvarlig samfunnsdeltakelse og i forberedelser til et yrkesliv i jobb med slike problemstillinger. Det er verdt å merke seg at Finland understreker bærekraft ved å ha *evnen til å delta, påvirke og bidra til bærekraftig utvikling* som en egen fagovergripende kompetanse.

I det norske læreplanverket er det Generell del og Læringsplakaten (Udir, Prinsipp for opplæringa, Læringsplakaten, 2015) som legger føringer for skolens arbeid med for eksempel læringsstrategier, samarbeidsevne og kritisk tenkning. I forbindelse med formuleringen av Læringsplakaten ble det ifølge Ludvigsen-utvalgets delrapport understreket at denne plakaten var et forpliktende grunnlag for skolens arbeid, men at mål i *fag* skulle handle om kunnskaper og ferdigheter i fagene. I en analyse av det norske læreplanverket, etter oppdrag fra Ludvigsen-utvalget, skriver Björnsson og Hörnqvist at læreplanens generelle del, Læringsplakaten og andre styringsdokumenter er samstemte i at skolen skal fremme kompetanser som kritisk tenkning, empati, selvstendighet og lignende, men at det varierer hvilke av slike kompetanser som kommer til syne i de fagspesifikke læreplanene (Björnsson & Hörnqvist, 2014). I naturfaglæreplanen finnes det elementer av kritisk tenkning og problemløsning i kompetansemålene. Her er også flere av de grunnleggende ferdighetene godt integrert, noe som illustreres ved at det er brukt ord som *diskutere, samtale, formulere, lese og skrive* i kompetansemålene. Selv om de norske læreplanene ikke har definert *handlingskompetanse for bærekraftig utvikling* som en fagovergripende kompetanse, er elementer i denne godt innarbeidet i naturfaglæreplanen.

Handlingskompetanse for bærekraftig utvikling er også et uttalt mål for elevene som deltar i *Den naturlige skolesekken* (Naturfagsenteret, 2015).

Selv om altså de fleste landene som arbeidsgruppen har sett på, har definert fagovergripende kompetanser som skal integreres i alle fag, er det sjelden spesifisert *hvordan* dette skal gjøres. For å hjelpe skolene og lærerne med dette arbeidet, har Hipkins, Bolstad, Boyd og McDowall skrevet boka «Key competencies for the future» (Hipkins, Boldstad, Boyd, & McDowall, 2014). I boka drøfter de hvordan de fagovergripende kompetansene i New Zealands læreplaner kan integreres i det daglige arbeidet med fagene (Ministry of Education, 2015), og konkretiserer det med eksempler de har opplevd og studert gjennom egen klasseromsforskning. Eksempelene er knyttet til såkalte «wicked problems». Dette er innfløyte, kompliserte problemer med mange involverte parametere som endrer seg på til dels uoversiktlige måter. Slike problemer har ikke *riktige* eller *gale* løsninger, men søking etter *bedre* løsninger krever innsats fra ulike parter. Eksempler på «wicked problems», brukt av Hipkins og kolleger, er klimaendringer, matsikkerhet og å leve med økt diversitet. I boka argumenterer de for hvordan de ulike kompetansene må læres *i* fagene og ikke *separat* fra fagene, og beskriver for eksempel hvordan nøkkelkompetansene *managing self, relating to others* og *thinking* (spesielt systemtekning) kan integreres i naturfagundervisning knyttet til matsikkerhet. Boka argumenterer for rollen til de fagovergripende kompetansene i fagundervisningen, samtidig som den illustrerer behovet for kompetanseutvikling i implementeringen av slike kompetanser.

#### 6.4 Innhold og progresjon i læreplanene

Det varierer hvordan landene strukturerer innhold og bygger opp progresjon. For eksempel er den danske læreplanen i natur/teknologi delt inn i fire kompetanseområder som er de samme for alle trinn: *undersøkelse, modellering, perspektivering* og *kommunikasjon*. Under hver av disse er det gitt ett kompetansemål for de ulike trinnene med tydelig progresjon. For eksempel er kompetansemålet i perspektivering for 1.-2. klasse at «*eleven kan gjenkjenne natur og teknologi i sin hverdag*», mens det for 5.-6. klasse er at «*eleven kan perspektivere natur/teknologi til omverdenen og aktuelle hendelser*». Innenfor hvert kompetanseområde er det gitt *ferdighetsmål* og *vitenmål*, inndelt i faglige områder som går på tvers av kompetanseområdene (Undervisningsministeriet, 2015). For eksempel finner vi for kompetanseområdet *modellering* følgende ferdighetsmål for 2. trinn under fagområdet *mennesket*: «*eleven kan fortelle om kroppsdelene på en modell av menneskekroppen*».

Mange stater i USA implementerer nå et nytt læreplanverk kalt *Next Generation Science Standards* (NGSS) (Next Generation Science Standards, 2014). NGSS beskriver naturfagopplæringen for K-12, altså fra førskole og ut 12. trinn. Rammeverket er bygd opp i tre dimensjoner: *scientific and engineering practices*, *crosscutting concepts* og *disciplinary core ideas*. Kjerneideene er delt inn i hovedområdene *physical sciences*, *life sciences*, *earth and space sciences*, og *engineering, technology and applications of science*. Merk at teknologi og anvendelser av naturvitenskap er trukket fram som kjerneideer. De tre dimensjonene skal alle integreres i undervisningen. Som del av området *Scientific and engineering practices* etterspørres for eksempel evnen til «*asking questions and defining problems, engaging in argument from evidence ...*», altså legger læreplanen vekt på naturfagets egenart og prosesser. *Crosscutting concepts* tar for seg naturfaglige konsepter som finnes i de fleste faglige temaer, for eksempel mønstre, årsak og virkning og systemer. *Disciplinary core ideas* er det vi gjerne kjenner som klassisk naturfaglig innhold, for eksempel inneholder området *life sciences* temaet «Arvelighet: Arv og variasjon av egenskaper». NGSS har fokusert på å bygge opp progresjon for naturfag i hele løpet og for å legge til rette for dybdelæring. Læreplanverket beskriver forventninger til elevenes prestasjoner på ulike områder og i ulike temaer på hvert trinn. For temaet *Fra molekyler til organismer: struktur og prosesser* for high school *life sciences* (9-12) forventes det for eksempel at elever som viser forståelse, kan *construct an explanation based on evidence for how the structure of DNA determines the structure of proteins, which carry out the essential functions of life through systems of specialized cells*. Sammen med prestasjonsforventningene er det oppgitt såkalte *assessment boundaries*, dvs. det presiseres hva som ligger **utenfor** kompetansemålet. Til prestasjonsforventningen over står det for eksempel at *Assessment does not include identification of specific cell or tissue types, whole-body systems, specific protein structure and functions, or the biochemistry of protein synthesis*.

I den finske naturfaglæreplanen er undervisningsmålene gruppert i hovedområder, for eksempel *betydning, verdsetting og holdninger, forsknings- og arbeidsferdigheter, og begreplige mål*. Det er et mål under *betydning, verdsetting og holdninger* at undervisningen skal «gi eleven mulighet til å få utløp for sin naturlige nysgjerrighet og hjelpe eleven å innse at innholdet i naturfaget er viktig for han eller henne». Den norske naturfaglæreplanen inneholder ikke konkrete målformuleringer for slike affektive sider av elevenes opplevelser med faget, selv om slike verdier er nevnt i formålet med faget.



## 6.5 Naturfag som allmenndannelse i læreplanene

Alle læreplanene arbeidsgruppen har sett på, har vektlagt naturfag som allmenndannelse. Med det mener vi at læreplanene i stor grad er rettet mot naturfag for alle, ikke bare naturfag for framtidige yrkesutøvere innenfor naturvitenskap eller teknologi. Naturfag som produkt, prosesser og som sosial institusjon inngår i naturfag som allmenndannelse (Sjøberg, *Naturfag som allmenndannelse*, 2009). En rask gjennomgang gjort av arbeidsgruppen tilsier at *naturfag som samfunnsmessig institusjon* er vektlagt i varierende grad internasjonalt. Den engelske læreplanen er langt mindre fokusert på dette enn det norske og de fleste andre læreplanene, og heller sterkt fokusert på naturfagets produkter og prosesser. Til sammenligning er anvendelser av naturfag løftet fram som en kjerneidé i NGSS i USA («*Engineering, technology and applications of science*»).

## 6.6 Teknologi i læreplanene

I den norske læreplanen er ikke teknologi et eget fag, men *teknologi og design* er et felles hovedområde i naturfag, matematikk og kunst og håndverk på 1.-10. trinn. Området *forskerspiren* lar elevene bli kjent med naturvitenskapelige arbeidsmåter, tenkemåter og prosesser, og legger opp til at elevene skal jobbe som forskere gjør. Men hvor er den unge teknologen i naturfagplanen 1-10? I videregående opplæring inngår teknologi i hovedområdet *fysikk og teknologi* i programfaget fysikk og i programfaget teknologi og forskningslære. I sin rapport til Kunnskapsdepartementet skriver Ekspertgruppa for realfagene at teknologiområdet i norsk skole trenger et løft. De henviser til forskning som argumenterer for teknologi som eget fag, og understreker samtidig behovet for flere og bedre læringsressurser og for kompetanseheving blant lærere (Bergem, et al., 2014). Tall fra Samordna opptak tilsier at det går mer enn dobbelt så mange elever fra videregående opplæring inn i teknologiske studier som til realfaglige disiplinstudier (biologi, kjemi, fysikk, matematikk) (Kunnskapsdepartementet, 2015).

I den nye danske naturfaglæreplanen er faget kalt natur/teknik (den tiden det er et integrert fag), og teknologi er vevd inn sammen med naturfaget i kompetansemål, ferdighets- og vitensmålene (Undervisningsministeriet, 2015). Next Generation Science Standards i USA har også teknologi («*engineering*») integrert i læreplanen, men så langt arbeidsgruppen kan se, ikke i like gjennomført grad som i Danmark. Men NGSS har i stedet for *forskerspiren* altså en dimensjon kalt «*scientific and engineering practices*», der *den unge ingeniøren* sidestilles med *den unge forskeren*. I England og New Zealand er teknologi egne fag og ikke en del av naturfaglæreplanen. Teknologifaget i New Zealand er delt inn i

tre hovedområder: teknologiske praksiser, teknologisk kunnskap, «*nature of technology*». Læreplanen beskriver at elever må lære i samspill med andre disipliner, for eksempel mat-prosjekter er avhengig av kjemi og arkitektur av historie.

## 6.7 Yrkesfaglige læreplaner i Norge, Sverige, Finland og Danmark

Utvalget av land er gjort på bakgrunn av struktur og organisering i forhold til den norske modellen, på grunnlag av tilgjengelig informasjon om læreplaner i fellesfag, og på grunnlag av data om gjennomstrømming i videregående opplæring.

Ifølge OECD (2013) er gjennomføringsgraden en indikator på hvordan skolesystemet fungerer. Danmark og Finland har prognoser på at minst 90 prosent av befolkningen vil gjennomføre videregående opplæring i løpet av livet. Prognosene for gjennomføringsgraden i Norges var i 2012 88 prosent, noe som var en nedgang fra 2010 på to prosentpoeng.

Tabell 6- 2 viser tall fra OECD for ulike lands prognoser i 2012 for hvor høy andel av befolkningen som gjennomfører videregående utdanning, og hvor stor andel som gjennomfører yrkesfaglig og studieforberedende utdanning (OECD, 2013).

Tabell 6- 2 *Gjennomføringsandel i videregående opplæring i et utvalg land*

Land	Prosentvis forventet andel som gjennomfører videregående opplæring	Yrkesfaglige studieretninger	Studieforberedende studieretninger
Norge	88	34	59
Sverige	77	35	43
Danmark	92	47	62
Finland	93	97	44
Sveits	-	71	34
Nederland	94	78	42
Tyskland	95	46	49
Østerrike	68	76	18
OECD gjennomsnitt	84	48	52

Gjennomført videregående opplæring beregnes som forholdet mellom antallet studenter som fullfører et program, og antall studenter som startet på utdanningsprogrammet. (Tallene for de to ulike typene program kan ikke summeres til totaltallet i første kolonne. Det skyldes at enkeltpersoner har gått ut av flere programmer samtidig.)

### 6.7.1 Organisering av utdanningen

#### Norge

Yrkesutdanning gjennomføres etter tre modeller: ett år på skole og tre år i bedrift, to år i skole og to år som lærling i bedrift, eller tre år i skole. De mest vanlige er to år i skole og to år i bedrift (Utdanning.no, 2015). Det er ni yrkesfaglige utdanningsprogrammer:

- Design- og håndverk
- Elektrofag
- Bygg og anleggsteknikk
- Helse- og sosialfag
- Naturbruk
- Restaurant- og matfag
- Teknikk og industriell produksjon
- Service og Samferdsel
- Medier og kommunikasjon (omgjøres til studieforbereende utdanningsprogram fra 2015)

#### Sverige

Yrkesutdanningen er skolebasert gjennom tre år, og alle utdanningsløpene gir generell studiekompetanse (Skolverket, 2015). Utdanningen delt inn i tolv programmer:

- Barn og fritid
- Bygg og anlegg
- Elektro og energi
- Kjøretøy og transport
- Handel og administrasjon
- Håndverk
- Hotell og turisme
- Industriteknisk
- Naturbruk

- Restaurant og matfag
- VVS og eiendom
- Omsorg og helse

I 2011 ble det satt i gang forsøk med lærlingpraksis som åpnet for flere ulike måter å oppnå yrkeskompetanse på. I tillegg til utdanning ved de offentlige videregående skolene, tilbyr nå bransjer, organisasjoner, bedrifter og private utdanningsinstitusjoner yrkesutdanning.

### **Danmark**

Yrkesutdanningen i Danmark er 4-årig, men det finnes ulike modeller tilpasset elevenes bakgrunn, slik at utdanningens varighet kan variere mellom 2 og 5,5 år (Uddanningsministeriet, 2015). Fordelingen mellom praksis og teori varierer mellom de ulike løpene. Elevene kan velge mellom Eud og Eux, der Eud gir yrkesutdanning og Eux gir både yrkeskompetanse og studiekompetanse. Danmark har ny læreplan gjeldende fra 2015. Yrkesutdanningene består av fire hovedområder:

- Omsorg, sunnhet og pedagogikk
- Kontor, handel og forretningsservice
- Næringsmidler, jordbruk og opplevelser
- Teknologi, bygg og transport

Det første året kalles grunnforløpet og er delt i to deler: grunnforløp 1 og grunnforløp 2 som begge har en varighet på 20 uker. Grunnforløp 1 gir innledende og generelle yrkesfaglige kompetanser som skal bidra til å gjøre valg av yrke enklere. Ved slutten av grunnforløpets første del skal elevene velge utdanningsløpet, som det blir fokusert på i grunnforløp 2. Andre del av grunnforløpet består av utdanningsspesifikke fag, grunnfag og valgfag. Eux kombinerer yrkesutdanning med studieforbereende utdanning, og er organisert med utgangspunkt i de fire hovedområdene. Alle relevante yrkesutdanninger skal kunne tilbys som Eux og gi generell studiekompetanse.

### **Finland**

Yrkesopplæringen i Finland kan følge tre ulike modeller (Utbildningsstyrelsen, 2015):

- Yrkesfaglige studieprogrammer der opplæringen primært foregår i skole
- Lærlingordning der 70-80 % av opplæringen skjer i bedrift
- Praktisk veiledning og utprøving av konkrete praktiske ferdigheter

Yrkesutdanningen er delt inn i åtte hovedområder, og utdanningsløpet går vanligvis over tre år:

- Det humanistiske og pedagogiske område
- Kultur

- Det samfunnsvitenskapelige, bedriftsøkonomiske og administrative området
- Det naturvitenskapelige området
- Teknikk og kommunikasjon
- Naturbruk og miljøområdet
- Sosial-, helse- og idrettsområdet
- Turisme-, kostholds- og økonomibransjen

### **6.7.2 Fellesfagene, omfang og innhold. Muligheter for studiekompetanse**

#### **Norge**

Innen yrkesfaglige studieprogram utgjør fellesfagene 30 % av det totale timetallet i løpet av de to årene av opplæringen som foregår i skole. Yrkesutdanningen kvalifiserer ikke til studiekompetanse, men elevene kan velge å ta et påbyggingsår som fører til generell studiekompetanse (Utdanning.no, 2015). Påbyggingsåret kan tas før eller etter lærlingperioden, men da med ulikt krav til timetall. Generell studiekompetanse i Norge innebærer at alle elever skal ha fått undervisning i de samme kompetansemålene. Dette betyr at kompetansemålene i naturfag for studiespesialiserende løp styrer innholdet i læreplanene for yrkesfaglige løp.

#### **Sverige**

Den videregående opplæringen består av 2500 gymnasiepoeng, fellesfagene utgjør 600 av disse, det vil si 24 % av det totale timetallet (Skolverket, 2015). Naturfag utgjør 50 gymnasiepoeng, matematikk og svensk utgjør 100 poeng hver. De yrkesfaglige programmene gir generell studiekompetanse, og læreplanene i fellesfagene er like på alle programområdene.

#### **Danmark**

Grunnforløpet skal i tillegg til yrkesfagene inneholde et fireukers grunnfag og et fireukers valgfag som er relevant for yrket (Uddanningsministeriet, 2015). Eksempler på grunnfag er fysikk, kjemi, naturfag, biologi, teknologi, idrett, psykologi, samfunnsfag og finansiering. Kursene gir mulighet for individuelle løp, der løpene også kan variere i lengde. I de ulike grunnfagene finnes det en rammeplan og en liste over aktuelt supplerende stoff. Rammeplanen er inndelt i nivåer der C-nivået skal ha innhold som er tilpasset yrkesutdanningen, D-nivået skal ha et innhold som er tilpasset grunnlag for studiekompetanse. C-nivået innebærer mer selvstendighet og kompleksitet enn D-nivået. Elever som velger det yrkesfaglige Eux-løpet, får både yrkeskompetanse og studiekompetanse.

## **Finland**

Fellesfagene utgjør i underkant av 17 % av det totale timetallet i yrkesfaglig utdanning i Finland (Utbildningsstyrelsen, 2015). Hvert utdanningsprogram har sine egne læreplaner med kompetansemål tilpasset yrket. Elevene kan oppnå studiekompetanse avhengig av hvilke fagvalg de gjør. Nye læreplaner trer i kraft fra 1. august 2015.

### **6.7.3 Innholdet i naturfag**

#### **Norge**

Yrkesfagselever har 2/5 av læreplanen som gjelder for studieforberevende løp. Fellesfaget naturfag for yrkesfaglig studieprogram er ment som et allmenndannende fag og som et fag som gir grunnlag for videre studier. Det er ikke et fag som er relevant for sitt yrke, og som kan gjøre elevene til bedre yrkesutøvere (Utdanning.no, 2015).

Eksempler på kompetansemål i naturfag for Vg1-YF som illustrerer dette, kan være

- *kartlegge egne forbruksvalg og argumentere faglig og etisk for egne forbruksvalg som kan bidra til bærekraftig forbruksmønster*
- *forklare hovedtrekkene i fordøyelse, transport og omsetting av energigivende næringsstoffer i kroppen*
- *gjøre forsøk med solceller, solfangere og varmepumper, forklare hovedtrekk i virkemåten og gjøre enkle beregninger av virkningsgraden*

#### **Danmark**

Læreplan for fellesfagene har en klar målsetting om å fungere som støttefag for programfagene, og den skal tilpasses behovet i de ulike programområdene. Naturfaget består av elementer fra fysikk, kjemi og biologi, og det er en forutsetning at fagets innhold skal vektes i forhold til programområdet (Uddanningsministeriet, 2015). Elementer som kan trekkes inn:

- *Fysik-, kemi- og matematikfaglige beregninger*
- *Beregning med logaritmer, potenser og rødder*
- *Energi og energiomsætning*
- *Organiske og uorganiske stoffers opbygning og egenskaber*
- *Mængdeberegninger*
- *Kemikalier og sikkerhed, grænseværdier, mærkning af kemikalier og kemikalieaffald*
- *Cellebiologi*
- *Biologisk betydning af DNA*
- *Eksperimentelt arbejde*

## **Finland**

Hvert programområde har sin egen læreplan i fysikk og kjemi som er tilpasset hvert yrke. I tillegg er faget *helse* gitt som et gjennomgående fag (Utbildningsstyrelsen, 2015).

Kompetansemålene i fysikk og kjemi er veldig åpne, og operasjonaliseres på hvert programområde og på hver skole. Dette skal sikre at fagene fungerer som støttefag for de ulike yrkesfagene.

Eksempel på kompetansemål fra fysikk og kjemi innenfor restaurant- og matfag:

- *anvende de vanligste fysiske og kjemiske fenomener, begreper og lover som er relevant for arbeidet*
- *vite hvordan en skal ta hensyn til naturlovene i arbeidet ved hotell- og næringsmiddelbransjene og andre aktiviteter, og handle i forhold til disse for å spare miljø og energi*

Eksempel på kompetansemål fra fysikk og kjemi innenfor metall og mekanikk:

- *kunne bruke fysiske lover og begreper som er sentrale i yrket*
- *mestre de grunnleggende begrepene i mekanikk, varme og elektrisitet, slik at han/hun kan administrere enheter og systemer som er nødvendig i sitt yrke på en sikker og økonomisk måte, og kan arbeide ergonomisk*

## **Sverige**

Naturfag er et fellesfag, det vil si at alle elevene på yrkesfag har samme læreplan og samme kompetansemål uavhengig av programområde (Skolverket, 2015).

Læreplanens sentrale innhold er beskrevet i seks punkter:

- *Frågor om hållbar utveckling: energi, klimat och ekosystempåverkan. Ekosystemtjänster, resursutnyttjande och ekosystemens bärkraft.*
- *Olika aspekter på hållbar utveckling, till exempel vad gäller konsumtion, resursfördelning, mänskliga rättigheter och jämställdhet.*
- *Naturvetenskapliga aspekter på, reflektion över och diskussion kring normer, rörande människans sexualitet, lust, relationer och sexuella hälsa.*
- *Naturvetenskapliga arbetsmetoder, till exempel observationer, klassificering, mätningar och experiment samt etiska förhållningssätt kopplade till det naturvetenskapliga utforskandet.*
- *Naturvetenskapligt förhållningssätt, hur man ställer frågor som går att undersöka naturvetenskapligt och hur man går till väga för att ställa företeelser i omvärlden under prövning.*
- *Hur naturvetenskap kan granskas kritiskt samt hur ett naturvetenskapligt förhållningssätt kan användas för att kritiskt pröva ovetenskapligt grundade påståenden.*

Ut fra dette ser vi at den svenske læreplanen er allmenndannende og fokuserer på bærekraft, mellommenneskelige relasjoner og naturvitenskapelige arbeidsmetoder.

#### **6.7.4 Sammenlikning av landene**

En sammenstilling av hvordan hovedtrekkene i yrkesutdanningsmodellene er i ulike europeiske land, er gitt i Tabell 6- 3 (Stene, 2014).

Både Sverige og Norge har læreplaner der fellesfagene ikke er tilpasset de ulike programområdene. I Sverige kvalifiserer yrkesfaglige studieprogram til studiekompetanse, det gjør de ikke i Norge. Danmark og Finland har læreplaner der allmennfagene ikke fungerer som fellesfag, men er tilpasset de ulike programområdene. Avhengig av fagkombinasjonene elevene velger, kan de oppnå studiekompetanse.

Ifølge rapporten «Education at a Glance 2014» fra OECD er forventet andel som fullfører yrkesfaglige studieprogram i Norge 34 %, Sverige 35 %, Danmark 47 % og Finland 97 %. Det lave gjennomføringstallet i Norge kan delvis skyldes at mange elever som starter på yrkesfaglige studieprogram, velger å ta påbygging til studiekompetanse i stedet for å fullføre fagopplæringen.



Tabell 6- 3 Sammenlikning av yrkesopplæringen i ulike land

	Yrkesutdanningsmodell	Fellesfag	Kompetansemålfellesfag	Studiekompetanser
Norge	Opplæring i bedrift eller 2 år i skole + 2 år i bedrift	Alle har ca. 30 % fellesfag	Felles kompetansemål for alle programområder	Yrkesutdanning gir ikke generell studiekompetanse
Sverige	Hovedsakelig skolebasert, 3 år	Alle har ca. 25 % fellesfag	Felles kompetansemål for alle programområder.	Yrkesutdanning gir generell studiekompetanse
Danmark	Kombinasjon av skole og praktisk opplæring i bedrift	Allmennfagene er tilpasset behovet i utdanningen. Lokale læreplaner	Kompetansemålene i fellesfagene er tilpasset de ulike programområdene	Tilbud om yrkesutdanningsløp som gir studiekompetanse på alle programområder
Finland	Opplæring i bedrift, lærlingordning + skole eller opplæring i skole	Omfang 17 %	Hvert programområde har sine egne læreplaner i fellesfagene. Kompetansemålene åpne og tolkbare.	

## 6.8 Arbeidsgruppens forslag under kapittel 6

6a Ved en eventuell framtidig læreplanrevisjon gjøres grundige studier av læreplaner i land som for eksempel USA og New Zealand, der læreplanene i større grad vektlegger progresjon og dybdelæring.

Begrunnelse:

USA og New Zealand har gjort et omfattende arbeid for å utvikle læreplaner med tydelig progresjon. Arbeidsgruppen mener at mye av det som er utviklet i disse landene, også kan være nyttig å ta i betraktning ved en læreplanrevisjon i Norge.

## **7 Arbeidsgruppens samlede forslag**

### **7.1 Overordnede utfordringer (Kapittel 2)**

- 2a Det kartlegges hvilke organisatoriske grep skolene kan gjøre for å sikre at årstimetallet for fagene blir oppfylt.

Begrunnelse:

Arbeidsgruppen har avdekket at årstimetallet i naturfag ikke oppfylles, og at elevene ikke får den undervisningen de har krav på. Naturfag har i utgangspunktet få timer, og det er derfor viktig å sikre at disse brukes til naturfagopplæring og ikke omdisponeres til andre formål. En kartlegging som skissert i forslaget, kan føre til at flere skoler kan ta i bruk gode, utprøvde organisatoriske virkemidler.

- 2b Ved en eventuell framtidig læreplanrevisjon må det settes inn tiltak for å unngå at overordnede prinsipper som for eksempel reduksjon i omfang, overkjøres i høringsprosessen.

Begrunnelse:

Tidligere læreplanrevisjoner har vist at man ikke har greid å oppfylle intensjonene i revisjonen på grunn av endringer som ble gjort som en konsekvens av høringsprosessene. Hvis man kan endre regelverket for høringsprosessen, kan dette gi større gjennomslag for de endringene man ønsker å gjennomføre.

### **7.2 Arbeidsgruppens forslag under kapittel 3**

#### **Generelt for naturfag 1-11**

- 3a Naturfag bør styrkes gjennom økt timetall i grunnskolen, i det minste til gjennomsnittsnivået i OECD. I tillegg må det vurderes å styrke faget på andre måter, f.eks. å øke antall karakterer faget gir på vitnemålet.

Begrunnelse:

Et utvidet timetall vil gi muligheter til større fordyping, selv uten revisjon av læreplanene. Naturfagets sentrale rolle for samfunnsutviklingen gjør at

undervisningstiden bør økes, og fagets status heves. Utvidelsen av undervisningstiden må brukes for å oppnå dybdelæring, ikke for å dekke flere kompetansemål.

3b Det utarbeides tiltak for å opprettholde læringstrykket og sikre dybdelæring.

Begrunnelse:

Selv om det forventes økt læring som resultat av økt timetall, ser arbeidsgruppen ingen automatikk i dette og anbefaler målretting gjennom vurderingsordningen for å opprettholde læringstrykket. Forslaget må ses i sammenheng med forslag 3a.

3c Naturfagets rolle som grunnlag for de naturfaglige programfagene bør uttrykkes i formålet i læreplanen for naturfag Vg1, studieforberedende utdanningsprogram, og komme bedre til uttrykk i læreplanmålene.

Begrunnelse:

Vg1 er første trinn av studiespesialiserende utdanningsprogram. Dette bør gjenspeiles ved at fellesfagene i større grad får en rolle som fundament for programfagene.

3d Læreplanene i naturfag 1.-11. trinn gjennomgås for å sikre en tydelig progresjon i faget.

Begrunnelse: Det er viktig at et gjennomgående fag som skal danne fundament for videre læring, har en gjennomtenkt og tilpasset progresjon som også tar hensyn til elevenes kognitive nivå på ulike stadier i opplæringen.

3e Det bør settes inn tiltak for å fremme fornyelse av læreverkene og andre læringsressurser i tråd med etablert kunnskap i naturfagene og i naturfagdidaktikk. Dette kan sikres ved å innføre en kvalitetssikringsordning for læreverk.

Begrunnelse:

De er ønskelig å sikre oppdatert fagstoff og at de beste fagdidaktiske modellene tas i bruk i naturfagundervisningen. Mange av læreverkene i naturfag inneholder gale eller uheldige framstillinger (se avsnitt 4.7.4) Etablerte misoppfatninger kan skape problemer for videre læring, og det er derfor viktig at slike i størst mulig grad lukes bort.

3f Det må avklares om «substitusjonsplikten», slik den er beskrevet av Miljødirektoratet, også omfatter naturfagopplæringen.

Begrunnelse:

Se punkt 4.7.5.

3g Det bør være retningslinjer for hvor mange elever som kan utføre praktiske forsøk samtidig (noe som kan medføre delingstimer), i de tilfellene dette er nødvendig av sikkerhetsmessige eller andre grunner.

3h Det settes ned et utvalg som skal vurdere nye løsninger for å styrke teknologi i grunnopplæringen.

### **Lærerne i naturfag 1-11**

3i Videreutdanning i naturfaget bør prioriteres i Lærerløftet.

Begrunnelse:

I arbeidsgruppens spørreundersøkelse har mange lærere i grunnskolen ytret behov for videreutdanning. Det er også kjent fra andre hold at kompetansen i naturfag, og spesielt i fysikk, er lav på barne- og ungdomstrinnet.

3j Det bør vurderes om kompetansekrav til lærere som skal undervise i naturfag på ungdomstrinnet, økes til 60 studiepoeng.

Begrunnelse:

Naturfag er et vidt fag som setter store krav til kompetanse hos læreren. Dette bør gjenspeiles i kravene som stilles til kompetanse for lærere som skal undervise i faget.

3k Kompleksiteten i naturfaget gjør at det bør vurderes å gi lærerne i naturfag bedre uttelling i leseplikten.

Begrunnelse:

Per i dag har lærere høyere leseplikt i naturfag sammenlignet med fag som matematikk og norsk. Naturfag er et vidt sammensatt fag der det settes store krav

både til teoretisk og praktisk for- og etterarbeid av læreren. Dette bør gjenspeiles i leseplikten.

- 3l Det må settes inn tiltak som styrker lærerutdanningene slik at de kan gi god etter- og videreutdanning i naturfag for lærere. Det bør sikres at en tilstrekkelig andel lærerutdannere har førstekompetanse, og forskningsaktiviteten i naturfagdidaktikk bør styrkes.

Begrunnelse:

Satsingen på videreutdanning i naturfag for lærere krever god kompetanse hos aktører som skal stå for denne videreutdanningen. Forslaget er i tråd med anbefalingen fra ekspertgruppen for realfagene og kan innebære satsing på forskerskoler, PhD-programmer og stipendiatstillinger i naturfagdidaktikk (Bergem, et al., 2014)(s 72).

### **Naturfag 1.–10. trinn**

- 3m Kompetansemålene i læreplanen spesifiseres for de enkelte årstrinnene, og ikke bare etter 2., 4., 7, og 10. trinn slik som i dag.

Begrunnelse:

Læreplaner spesifisert for hvert årstrinn vil gjøre det enklere å legge til rette for god progresjon. Tiltaket vil også redusere de ulempene som dagens ordning medfører for elever som bytter skole/klasse.

### **Naturfag Vg1 YF**

- 3n Det innføres nye læreplaner i naturfag for yrkesfaglige programområder.

Begrunnelse:

Dagens læreplan i naturfag er ikke tilpasset yrkesfaglig utdanning.

- 3o Yrkesfagprogrammene bør få egne læreplaner tilpasset sitt program.

Begrunnelse:

Egne læreplaner for hvert programområde i naturfag for yrkesfag kan gi faget et innhold som er tydelig knyttet til de ulike utdanningsprogrammene, og dermed relevant og interessant for elevene. Naturfag kan bli et støttefag for yrkesfagene for å utdanne bedre yrkesutøvere.

- 3p Det må vurderes hvilke tiltak som kan gjøres for å unngå at en linjespesifikk naturfaglæreplan fører til for store ressursmessige ulemper med hensyn til oppdelingen av naturfag i yrkesutdanningen.

Arbeidsgruppen anbefaler å utrede modellene 1, 4 og 6, slik de er beskrevet i avsnitt 3.4.5

- 3q Generell studiekompetanse gis fortsatt etter egne påbyggingsfag. Påbyggingsfaget skal være en selvstendig enhet, uavhengig av naturfaget i Vg1.

Begrunnelse:

En linjespesifikk naturfaglæreplan vil øke relevansen for yrkesfagselevne, noe som også kan bedre motivasjonen. De foreslåtte tiltakene kan innebære at kandidatene får ulik kompetanse, men økt dybde innenfor eget fagfelt kan føre til en bedre naturfaglig kompetanse totalt enn med dagens modell.

### **Vg1 studiespesialisering**

- 3r Læreplanen i naturfag Vg1 revideres for å kunne gi et bedre fundament for programfagene i videregående opplæring.

Begrunnelse:

Et revidert naturfag i Vg1 kan utgjøre et bedre grunnlag for videre naturfaglig utdanning, og både innhold og progresjon bør ses i sammenheng med de naturfaglige programfagene.

- 3s Timetallet i de studieforbereende programmene utvides med 140 timer på Vg1, slik at timetallet på de studiespesialiserende linjene kommer på nivå med de andre utdanningstilbudene i videregående opplæring. (Se avsnitt 4.3.)

Begrunnelse:

Arbeidsgruppen ser gode anvendelsesmuligheter for ekstra undervisningstid (se for eksempel forslag 3t), og ser ingen argument for at studiespesialiserende utdanningsprogram skal ha lavere timetall enn andre utdanningsprogrammer.

- 3t Et nytt fag, *naturvitenskap (NVS)* innføres som et felles obligatorisk fag for alle elever på programområdet for realfag. Faget skal ha 140 timer hvert år i Vg1, 2 og 3.

Begrunnelse:

Faget skal utfylle de tradisjonelle realfagene slik at de overbyggende kompetansene

- kompetanse i å lære
- kompetanse i kommunikasjon, samhandling og deltakelse
- kompetanser i å utforske og skape

blir ivaretatt. Dette forslaget må ses i sammenheng med kapitlet om fagstruktur, utfordringene i de naturlige programfagene generelt og teknologi og forskningslære spesielt.

### **3u For naturfag på Vg1 har arbeidsgruppen to alternative forslag:**

#### **Tiltak for naturfag Vg1, alternativ 1**

3u-1:

De 140 timene som i dag er satt av til naturfag i Vg1, omdisponeres for elever på realfaglige løp. For elever som velger realfaglig spesialisering, erstattes dette faget med et nytt fag: realfaglig naturfag (NAR). Arbeidsgruppen ser det som en fordel om elevene har en viss frihet til å endre fagvalget i naturfag det første semesteret i Vg1, slik praksis er for matematikkfaget (1T og 1P) i dag.

Begrunnelse:

Realfaglig naturfag kan gi bedre begynnende opplæring i de naturfaglige programfagene. Arbeidsgruppen mener naturfag fortsatt bør være obligatorisk i generell studiekompetanse. For andre programområder tilbys samfunnsfaglig naturfag (NAS) som i større grad enn i dag ivaretar et allmenndanningsperspektiv for elever i andre utdanningsprogrammer.

#### **Tiltak for naturfag Vg1, alternativ 2:**

3u-2:

Felles naturfag beholdes, men hensynet til progresjon opp mot programfagene sikres med det nye faget NVS.

Begrunnelse:

NVS i kombinasjon med en bedret progresjon i naturfag 1-10 vil kunne redusere behovet for å innføre to typer naturfag i Vg1. NVS i Vg1 bør ha en studieforbereidende funksjon i forhold til programfagene i Vg2.

## **Annet**

- 3v Elever som skal velge realfaglige programmer, må velge fordypning i matematikk i Vg1, dvs. matematikk 1T i dagens ordning.

Begrunnelse:

Arbeidsgruppen mener matematikk 1P ikke gir et tilstrekkelig grunnlag for videre realfaglige utdanningsløp.

## **7.3 Arbeidsgruppens forslag under kapittel 4**

### **Generelt for de realfaglige programfagene:**

- 4a Læreplanene i de naturfaglige programfagene gjennomgås for å oppnå bedre samsvar mellom omfang og undervisningstid, bedre indre sammenheng og progresjon i fagene.

Begrunnelse:

Fagomfanget er i dag så stort i noen av programfagene at det kan gå ut over mulighetene til dybdelæring. Samtidig som omfanget reduseres, bør innholdet gjennomgås for å sikre en god indre sammenheng. Reduksjon av omfanget kan skje etter en endring av læreplanen, men det kan også settes inn raskere tiltak, for eksempel valgfrie eksamensoppgaver slik det er beskrevet i punkt 4.7.3.

- 4b Det utarbeides tiltak for å styrke vurdering rettet mot dybdelæring.

Begrunnelse:

Selv om det forventes økt læring som resultat av bedre tid til hvert kompetansemål, ser arbeidsgruppen ingen automatikk i dette og anbefaler målretting gjennom vurderingsordningen for å opprettholde læringstrykket.

- 4c Alle programfagene får en struktur der fagene i Vg1, 2 og 3 bygger på hverandre.

Begrunnelse:

Ved at fagene bygger på hverandre, kan læreplanene legge til rette for bedre progresjon.



4d Det innføres en prøveordning der fagoverlappende tema som for eksempel biokjemi eller nanoteknologi kan tilbys som tilvalgstoff. Fortrinnsvis bør både fagformidling og vurdering være nettbasert. Arbeidsgruppen mener slike tilvalgsmoduler må gi uttelling på vitnemålet.

Begrunnelse:

Et tilbud om tilvalgstoff kan gi mulighet til å fordype seg i lærestoff utover det undervisningen på skolen kan tilby. Ressurssterke elever kan ta slike tilvalgsmoduler parallelt med videregående opplæring, men nettbaseringen gjør at flere kan ta del i tilbudet.

4e Det iverksettes tiltak som sikrer at lærere kan dele erfaringer med kolleger innenfor samme fag, spesielt med tanke på lærere som jobber i svært små fagmiljøer.

4f Det være retningslinjer for hvor mange elever som kan utføre praktiske forsøk samtidig (noe som kan medføre delingstimer), i de tilfellene der dette er nødvendig av sikkerhetsmessige eller andre grunner.

### **Arbeidsgruppens forslag for de enkelte programfagene**

#### **Fysikk**

4g Fordypning i teoretisk matematikk gjøres obligatorisk for elever som skal følge fysikkfag.

Begrunnelse:

Matematikk er både språk og verktøy i fysikk. Å utvikle kompetanse i fysikk krever parallell utvikling av kompetanse i matematikk. Derfor mener arbeidsgruppen at matematikk tilsvarende R1 må være obligatorisk for elever som tar fysikk 1, og matematikk R2 obligatorisk for elever som tar fysikk 2.

#### **Geofag**

4h Det settes inn tiltak for å få flere læreverker i geofag.

Begrunnelse:

Flere læreverker vil kunne føre til større valgfrihet for lærerne og raskere utvikling av programfaget.

4i Kompetansemålene i læreplanen i geofag revideres.

Begrunnelse:

Det er gjort erfaringer med faget som tilsier at enkelte læreplanmål bør revideres.

4j Det settes inn tiltak for å sikre at geofaglærere får tilstrekkelig kompetanse.

Begrunnelse:

Geofag er et bredt sammensatt fag, og mange geofaglærere mangler kompetanse i deler av faget.

4k Geofag får samme eksamensform som de andre naturfagene i Vg2 og Vg3.

Begrunnelse:

Dagens eksamensform gir i praksis en opphopning midt på karakterskalaen som en følge av at det er problemer med å teste spesifikt på både høyt og lavt nivå. Det forventes at disse problemene blir mindre med en bedre egnet eksamensform.

4l Geofag X og teknologi og forskningslære X fjernes fra tilbudsstrukturen.

Begrunnelse:

X-fagene har liten utbredelse og dermed liten praktisk betydning for elevene. Dette er en oppfølging av Matematikkutvalgets anbefaling om å fjerne matematikk 2P (Udir, Matematikk i norsk skole anno 2014, 2014).

### **Teknologi og forskningslære**

4m Teknologi og forskningslære avløses av et nytt, overbyggende fag, naturvitenskap, som utfyller de andre realfagene.

Begrunnelse:

Et slikt fag kan øke kvaliteten av opplæringen i kompetansene

- kommunikasjon, samhandling og deltakelse
- å utforske og skape

i realfagsopplæringen, slik det er drøftet i X.X. Innføringen av NVS følges opp med en utvidelse av timerammene til samme nivå som for de andre programområdene i videregående opplæring.

4n Alternativt til forslaget over kan læreplanen i ToF revideres.

Begrunnelse:

Dette gjøres for å

- oppnå bedre progresjon og sammenheng mellom ToF 1 og ToF 2
- tydeliggjøre læreplanmålene
- tydeliggjøre koblingen til de andre programfagene for å sikre horisontal progresjon

4o Arbeidsgruppen foreslår at det utarbeides helhetlige læringsressurser i ToF/NVS. Dette trenger ikke bety læreverk, men en lærerveiledning slik som for naturfag.

Begrunnelse:

Lærerne i faget ønsker bedre læringsressurser. Det finnes i dag ikke noe læreverk i faget.

## **Kjemi**

4p Arbeidsgruppen mener det må avklares om «substitusjonsplikten», slik den er beskrevet av Miljødirektoratet, også omfatter kjemifagsopplæringen.

Begrunnelse:

Se punkt 4.7.5.

## **Arbeidsgruppens forslag for å organisere realfagsopplæringen**

4q Det bør innføres ny organisering av realfaglige studieprogrammer med utvidet årstimetall i videregående opplæring for å oppnå bedre

- mulighet for dybdelæring
- vertikal og horisontal progresjon
- bredde i kompetanser

Arbeidsgruppen har skissert to alternative modeller for hvordan dette kan gjøres i avsnitt 4.11.2.

Begrunnelse:

Det er behov for å styrke realfagsutdanningen i videregående opplæring for å øke den realfaglige kompetansen til elevene og gi et bedre grunnlag for dem som skal fortsette med realfaglige studier. Se ellers begrunnelsene i avsnitt 4.11

#### **7.4 Arbeidsgruppens forslag under kapittel 5**

5a Vurderingsordningen for programfagene endres i tråd med de reviderte læreplanene. Spesielt må eksamen kunne gi en bedre sluttvurdering enn hva tilfellet er i dag. Dette gjelder både det store spriket som er rapportert mellom de ulike vurderingsformene, og det at en del læreplanmål omtrent ikke danner grunnlag for vurdering.

5b Det gjøres forsøk med utprøving av sentralgitte, muntlige eksamensoppgaver for naturfagene. Dette for å sikre en lik vurderingspraksis over hele landet og mindre sprik mellom de ulike vurderingsformene enn tilfellet er i dag.

5c Prinsippet i Stortingsmelding 30 om helhetlig progresjon i utdanningen utvides til også å gjelde overgangen fra videregående opplæring til UH-sektoren.

Begrunnelse:

Det er behov for å sikre progresjon i overgangen mellom studiene. Dette kan også bidra til å få ned frafallet i en del realfaglige studier ved universitetene.

5d Det bør gå fram av emnebeskrivelsen (eller emnekoden) i hvilken grad et realfag fra et UH-studium overlapper med eller bygger videre på realfagskursene som tilbys i videregående opplæring.

Begrunnelse:

Arbeidsgruppen ønsker også en avklaring med hensyn til overgangen fra videregående opplæring til UH-studiene, slik at det blir enklere å forstå hvilken kompetanse emnene innebærer. Sikring av en formålstjenlig overgang mellom videregående opplæring og UH-sektoren kan bedre progresjonen og redusere frafallet i en del realfagsstudier. En tydeliggjøring av kompetansenivået i de ulike studiene vil gjøre det lettere å vurdere kompetansen til kandidater som søker jobb eller opptak til videre studier.



## **7.5 Arbeidsgruppens forslag under kapittel 6**

- 6a Ved en eventuell framtidig læreplanrevisjon gjøres grundige studier av læreplaner i land som f.eks. USA og New Zealand, der læreplanene i større grad vektlegger progresjon og dybdelæring.

Begrunnelse:

USA og New Zealand har gjort et omfattende arbeid for å utvikle læreplaner med tydelig progresjon. Arbeidsgruppen mener at mye av det som er utviklet i disse landene, også kan være nyttig å ta i betraktning ved en læreplanrevisjon i Norge.

## 8 Referanser

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30, 1945-1969.
- Andersen, A. (2012). Eksamen i Kjemi 2 - som forventet? *Naturfag*, 2/12, ss. 81-83.
- Aanesrud, M., Frøyland, M., & Remmen, K. B. (2013). Geofag i den videregående skolen - en kartlegging av fagets undervisningspraksis og status. *KIMEN*, 1, ss. 38-50.
- Angell, C., Bungum, B., & Henriksen, E. m. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Oslo: Høyskoleforlaget.
- ANSA. (2015). Hentet mars 2015 fra ANSA Medisin: <http://www.ansa.no/medisin>
- Bøe, M. V. (2013). Realfag i videregående skole og høyere utdanning: Valg med både hodet og hjertet. . I S. Sentralbyrå, *Utdanning 2013*. Oslo: Statistisk sentralbyrå.
- Bergem, O. K., Goodchild, S., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Nortvedt, G. A., Reikerås, E., et al. (2014). *Realfag: Relevante, engasjerende, attraktive og lærerike. Rapport fra Ekspertgruppa for realfagene*. Kunnskapsdepartementet, Kunnskapsdepartementet. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Bjønnnes, B. (2015). Læringsprogresjoner. *Seminar med Den naturlige skolesekken*. Naturfagsenteret.
- Bjørnsson, M., & Hörnquist, B. (2014). *Föremågor och kompetenser för framtiden. Översikt över nyare forskning om icke-kognitiva kompetenser och en analys av det norska läroplanverket. : En rapport på uppdrag av Ludvigsen-utvalget*.
- Bjørnstad, R., Fredriksen, D., & Gjelsvik, M. L. (2008). *Tilbud og etterspørsel etter arbeidskraft etter utdanning, 1986-2025*. Oslo: Statistisk sentralbyrå.
- Bungum, B. (2009). Hvem er ToF-læreren og hvordan former han faget? *Acta Didactica Norge*, 3 (1).
- Butler, R. (1988). Enhancing and Undermining Intrinsic motivation: The Effects of Task-involving and Ego-involving Evaluation on Interest and Performance. *British Journal of Educational Psychology*, 58, 1-14.

- Caspersen, J., Aamodt, P. O., & Vibe, N. o. (2014). *Kompetanse og praksis blant norske lærere*. Oslo: NIFU.
- Cooper, M., & Klymkowsky, M. (2013). Chemistry, Life, the Universe, and Everything: A New Approach to General Chemistry, and a Model for Curriculum Reform . *Journal of Chemical Education* , 1116-1122.
- Corvoran, T., Mosher, F. A., & Rogat, A. (2009). *Learning progressions in science. An evidence-based approach to reform*. Hentet fra Consortium for Policy Research in Education: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED506730.pdf>
- Dale, E. L., Engelsen, B. U., & Karseth, B. (2011). *Kunnskapsløftets intensjoner, forutsetninger og operasjonaliseringer: En analyse av en kæreplanreform*. Oslo: Pedagogisk forskningsinstitutt, UiO.
- Dælen, M., & Eriksen, I. M. (2015). *Det tenner en gnist*. NOVA.
- Department for Education, U. (2015). *New programmes of study for key stage 4 English and mathematics from September 2015*. Department for Education.
- DeWitt, J. A. (2014). Science-related aspirations across the primary-secondary divide; Evidence from two surveys in England. *International Journal of Science Education* , 36 (10), 1609-1629.
- DeWitt, J., & Archer, L. o. (2013). Nerdy, Brainy and Normal: Children's and Parents' Constructions of Those Who Are Highly Engaged with Science. . *Research in Science Education* , 43, 1455-1476.
- Dundas, A. A. (2011). Hentet mars 2015 fra Hva skjedde med teknologi i skolen? En studie av læreres erfaringer.: <http://www.ntnu.no/documents/142548/321503595/Alexander+Dundas.pdf/d06fb8b3-a80b-49a3-a6d3-5f32aa3cf1c3>
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington D.C.: The National Academic Press.
- Duschl, R., & Maeng, S. S. (2011). Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. *Studies in Science Education* , 47, 123-182.



- Einevoll, G. (2007). *Hva er fysikk?* Oslo: Universitetsforlaget.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning*. Walnut Creek: Altamira Press.
- Fjørtoft, H. (2009). *Effektiv planlegging og vurdering*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Frøyland, M. (2010). *Mange erfaringer i mange rom*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Galley, W. C. (2004). Exothermic Bond Breaking: A Persistent Misconception. *Journal of Chemical Education*, 81 (4).
- Gjefsen, H. M., Gjelsvik, M. L., Roksvaag, K., & Stølen, N. M. (2012). Utdannes det riktig kompetanse for fremtiden? *Økonomiske analyser*, 3, 54-63.
- Gov. UK. (2015). *National curriculum in England: Science programmes of study*. Hentet mars 2015 fra <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study>
- Grønmo, L. S. (2009). *Tegn til bedring. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007*. Oslo: Unipub.
- Grønmo, L. S., Onstad, T., Nilsen, T., Hole, A., Aslaksen, H., & Borge, I. C. (2012). *Framgang, men langt fram*. Oslo: Akademika Forlag.
- Grønmo, L. S., Onstad, T., Nilsen, T., Hole, A., & Aslaksen, H. o. (2012). *Framgang, men langt fram. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2011*. Akademika Forlag.
- Hanson, R. W. (1989). The Role of ATP in Metabolism. *Biochemical Education*, 17 (2).
- Harlen, W. (2010). *Principles and Big Ideas of Science Education*. Association for Science Education.
- Harlen, W., & Qualter, A. (2009). *The Teaching of Science in Primary Schools*. David Foulton Books.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- Haug, B. S. (2014). *Teaching for conceptual understanding in science within an integrated inquiry-based science and literacy setting*. Oslo: UiO.

Håkansson, J. S. (2012). *Utmärkt undervisning: Framgångsfaktorer i svensk og internasjonell belysning*. Stockholm: Natur og kultur.

Hiim, H. (2013). *Praksisbasert yrkesutdanning*. Oslo: Gyldendal .

Hipkins, R., Boldstad, R., Boyd, S., & McDowall, S. (2014). *Key competencies for the future*. New Zealand Council for Educational Research, Wellington.

IBO, International Biology Olympiad. (2015). *IBO*. Hentet mars 2015 fra IBO:  
<http://www.ibo-info.org/countries>

Iversen, J. H. (2014). *Yrkesretting og relevans i fellesfagene. Hovedrapport med sammenstilling og analyser*. Steinkjer: Trøndelag Forskning og Utvikling.

Kind, P. M. (2003). Praktisk arbeid og naturvitenskapelig allmenndannelse. I D. Jorde, & B. Bungum, *Naturfagdidaktikk. Perspektiver, forskning, utvikling*. Oslo: Gyldendal akademisk.

Kirkeby Hansen, P. (2013). Hvorfor og hvordan kom geofag inn som nytt fag i videregående opplæring? *KIMEN* .

Kjærnsli, M. O. (Red.). (2013). *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers prestasjoner i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012*. Oslo: Universitetsforlaget.

Kjærnsli, M. o. (2011). Students' Preference for Science Careers: International comparisons based on PISA 2006. *International Journal of Science Education* , 33 (1), 121-144.

Kjærnsli, M., Lie, S., & Olsen, R. V. (2007). *Tid for tunge løft. Norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*. Oslo: Universitetsforlaget.

Knain, E., & Kolstø, S. D. (2011). Utforskende arbeidsmåter - en oversikt. I E. Knain, & S. D. Kolstø, *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.

Kunnskapsdepartementet. (2014). *REALFAG - Rapport fra ekspertgruppa for realfagene*. Kunnskapsdepartementet. Oslo: Kunnskapsdepartementet.

Kunnskapsdepartementet. (2009). *Lovdata*. Hentet 11 29, 2014 fra Forskrift til opplæringslova: [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-23-724/KAPITTEL\\_4#KAPITTEL\\_4](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-23-724/KAPITTEL_4#KAPITTEL_4)

Kunnskapsdepartementet. (2010-2014). *Realfag for framtida. Styrking av realfag og teknologi*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.

Kunnskapsdepartementet. (2004). *Regjeringen.no*. Hentet 10 10, 2013 fra Stortingsmelding nr. 30 Kultur for læring:

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/20032004/stmeld-nr-030-2003-2004-/4.html?id=404455>

Kunnskapsdepartementet. (2015). *Samordna opptak*. Hentet mars 2015 fra Samordna opptak: <http://www.samordnaopptak.no/tall/2014/hoved/utdomr>

Lagerstøm, B. O., & Moafi, H. o. (2014). *Kompetanseprofil i grunnskolen*. Oslo: Statistisk sentralbyrå.

Lørenskog kommune. (2014). *Fantastiske resultater på muntlig eksamen*. Hentet 11 29, 2014 fra <http://www.kjenn.skole.lorenskog.no/?artID=239>

Lie, S., & Angell, C. o. (2009). *Fysikk i fritt fall - Analyse TIMSS Advanced 2008*. Oslo: Universitetet i Oslo, ILS.

Lipnevich, A. A. (2008, June). Responce to Assessment Feedback: The Effect of Grades, Praise, and Source of Information. *ETC*, 2-46.

Ludvigsen-utvalget. (2015, mars). *Utkast til utredning 9. mars, kapittel 3*. Hentet mars 2015 fra Utkast til utredning: <https://blogg.regjeringen.no/fremtidensskole/files/2013/11/Kap-3-utkast-9.-mars-2015.pdf>

Ludvigsen-utvalget, d. (2014, 09 03). Hentet 11 28, 2014 fra <http://blogg.regjeringen.no/fremtidensskole/>

Martin, M. O., Mullis, I. V., Foy, P., & Stanco, G. M. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Science*. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center.

Mørken, K., Sølna, H., & Villanger, I. D. (2015). Hvordan skaper vi gode betingelser for læring. *MNT-konferansen 2015, Teach less, LEARN MORE*. Nasjonalt senter for Realfagsrekruttering.

Ministry of Education, N. Z. (2015). *The New Zealand Curriculum online*. Hentet mars 2015 fra <http://nzcurriculum.tki.org.nz/>

MNT-konferansen. (2015). *MNT-konferansen*. Hentet 2015 fra <http://www.realfagsrekruttering.no/konferanser/mnt-konferansen-2015/>

Mork, S. (2013). Revidert læreplan i naturfag. Økt fokus på grunnleggende ferdigheter og forskerspiren. *NorDiNa*, 9, 206-210.

Mork, S., & Erlien, W. (2010). *Språk og digitale verktøy i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.

Mork, S., & Haug, B. S. (2015). Depth and progression. Primary teachers' experiences from teaching an integrated inquiry based science and literacy curriculum. *ESERA*. ESERA.

Mullis, I. V., Martin, M. O., Minnich, C. A., & Castle, C. E. (2012). *TIMSS 2011 Encyclopedia. Education Policy and Curriculum in Mathematics and Science*. . Chestnut Hill: TIMSS and PIRLS International Study Center.

Nahum, M.-N. H. (2010). Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Studies in Science Education*, 46 (2).

Nasjonalt senter for realfagrekruttering. (2015). *Nasjonalt senter for realfagrekruttering*. Hentet mars 2015 fra <http://www.realfagsrekruttering.no>

Nasjonalt senter for realfagsrekruttering. (2014). *Hva kan jeg bli med realfag*. Hentet 11 29, 2014 fra <http://hvakanjegblimedrealfag.no>

National Research Council. *How people learn. Brain, mind, experience and school*. Washington D.C.: National Academy Press.

Naturfagsenteret. (2015). *Forskerføtter og leserøtter*. Hentet mars 2015 fra Forskerføtter og leserøtter: <http://www.naturfagsenteret.no/c2046757/prosjekt/vis.html?tid=2075868>

Naturfagsenteret. (2015). *Naturesekken.no*. Hentet mars 2015 fra <http://www.naturesekken.no/>

Next Generation Science Standards. (2014). *Physical Science Progression*. Hentet 01 10, 2013 fra Next Generation Science Standards: <http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Appendix%20E%20-%20Progressions%20within%20NGSS%20-%200052213.pdf>

NIFU. (2014). Hentet 11 28, 2014 fra <http://www.nifu.no/files/2014/11/NIFUrapport2014-412.pdf>

OECD. (2013). *Education at a glance 2013. OECD indicators*. OECD.

OECD. (2013). *PISA 2015 draft science framework*.

- OECD. (2014). *Skills Strategy Diagnostic Report: Norway*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2005). *The definition and selection of key competencies. Executive summary*. Paris: OECD.
- Ostermeier, C., Prenzel, M., & Duit, R. (2010). Improving Science and Mathematics Instruction: The SINUS Project as an example for reform as teacher professional development. *International Journal of Science Education*, 30 (3), 303-327.
- Remmen, K. (2014). *Reconsidering recommendations for educational fieldwork in earth science: Exploring student learning activities during preparation, fieldwork and follow-up work*. (PhD). Oslo: Universitetet i Oslo.
- Samordna opptak. (2014). *Poengberegning*. Hentet 11.29.2014 fra <http://www.samordnaopptak.no/info/opptak/poengberegning/>
- Schanzenbach, D. W. (2014). *Does class size matter?* National Education Policy Center. Boulder, CO: National Education Policy Center.
- Schreiner, C. o. (2007). Science education and youth's identity construction - two incompatible projects? I D. Corrigan, & J. a. Dillon, *The re-emergence of values in science education* (ss. 321-247). Rotterdam: Sense Publishers.
- Screiner, C. (2006). *Exploring a ROSE-garden; Norwegian youth's orientations towards science - seen as signs of late modern identities. Based on ROSE (The Relevance of Science Education), a comparative study of 15 year old students' perceptions of science and science education*. (Doktoravhandling). Universitetet i Oslo.
- Sjaastad, J., Carlsen, T. C., & Opheim, V. (2014). *Evaluering av Lektor 2-ordningen. Gjæstelærere fra arbeidslivet i skolens realfagundervisning*. Oslo: NIFU.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Sjøberg, S. (2015). PISA and global educational governance - a critique of the project, its uses and implications. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 111-127.
- Sjøberg, S., Haldorsen, K., Lea, A., & Jorde, D. (1995). *Naturfagutredningen. Rapport 1: Naturfag i grunnskole og lærerutdanning. Sammendrag: Funn, anbefalinger og tiltak*.

Undervisnings- og Forskningsdepartementet. Oslo: Undervisnings- og Forskningsdepartementet.

Skaugrud, B. (2010). *Er kjemiforsøkene i skolen utgått på dato?* (Universitetet i Oslo) Retrieved 2014 12-10 from <http://www.naturfagsenteret.no/c1524357/binfil/download2.php?tid=1531160>

Skolelaboratoriet NTNU. (2015). *Realfagløyene*. Hentet mars 2015 fra <https://www.ntnu.no/skolelab/realfagloye>

Skolelaboratoriet, N. (2014). *Forskerlinjer, Hva, hvorfor, hvordan?* Skolelaboratoriet NTNU.

Skoleporten, Udir. (2014). *Læringsresultater - Standpunkt fellesfag*. Hentet 11 28, 2014 fra <https://skoleporten.udir.no/rapportvisning.aspx?enhetsid=00&vurderingsomrade=11&underomrade=15&skoletype=5&skoletypemenuid=1>

Skolverket. (2015). *Yrkesprogram i gymnasieskolan*. Hentet mars 2015 fra <http://www.skolverket.se/fran-skola-till-arbetsliv/yrkesutbildningar/2.8114/yrkesprogram-1.196818>

Stene, M. H. (2014). *Yrkesretting og relevans i fellesfagene - en kunnskapsoversikt*. Trøndelag Forskning og Utvikling. Steinkjer: Trøndelag Forskning og Utvikling.

Taber, K. (2009). College Students' Conception of Chemical Stability: The widespread adoption of a heuristic rule out of context and beyond its range of application. *International Journal of Science Education*, 31 (10), 1333-1358.

Tan, D. a. (2009). Ionization Energy: Implications of Preservice Teachers' Conceptions. *Journal of Chemical Education*, 86 (5).

Thorsen, T. A., & Frøyland, M. (2013). Behov for kompetanseheving blant geofaglærerne. *KIMEN*.

Turmo, A. o. (2007). *Pedagogisk og faglig kompetanse blant lærere i videregående skole*. Oslo: NIFU STEP.

Tytler, R. (2014). Attitudes, identity and aspirations towards science. . I N. G. Lederman, *Handbook of research on science education* (Vol. II, ss. 82-103). New York: Routledge.

Uddanningsministeriet. (2015). *Erhvervsuddannelserne - Reform 2015*. Hentet mars 2015 fra <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Erhvervsuddannelser/Reform-2015/Uddannelser/Overblik>

Udir. (2015). Hentet mars 2015 fra Grunnleggende ferdigheter: <http://www.udir.no/Lareplaner/Grunnleggende-ferdigheter/>

Udir. (2014). *Fag- og timefordeling og tilbudsstruktur for Kunnskapsløftet, Udir-1-2014*. Hentet 11 28, 2014 fra <http://www.udir.no/Regelverk/Finn-regelverk-for-opplaring/Finn-regelverk-etter-tema/Innhold-i-opplaringen/Udir-1-2014-Kunnskapsloftet-fag-og-timefordeling-og-tilbudsstruktur/Udir-1-2014-Vedlegg-1/3-Videregaende-opplaring/#a3.2>

Udir. (2015). *FiP*. Hentet mars 2015 fra <http://www.udir.no/kl06/FIP1-01/Hele/Kompetansemaal/>

Udir. (2015). *Karakterstøttende prøver*. Hentet mars 2015 fra <http://www.udir.no/Vurdering/Karakterstottende-prover/>

Udir. (2013). *Læreplan i naturfag*. Hentet 11 28, 2014 fra <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/Formaal/>

Udir. (2014). *Matematikk i norsk skole anno 2014*. Oslo: Udir.

Udir. (2015). *NMF*. Hentet mars 2015 fra <http://www.udir.no/kl06/NMF1-01/>

Udir. (2015). *Oppgaver til videregående*. Hentet mars 2015 fra Oppgaver til videregående: <https://pgsf.udir.no/dokumentlager/DokumenterAndrekataloger.aspx?proveType=Ev>

Udir. (2015). *Prinsipp for opplæringa, Læringsplakaten*. Hentet mars 2015 fra <http://www.udir.no/Lareplaner/Kunnskapsloftet/Prinsipp-for-opplaringa/Laringsplakaten/>

Udir. (2015, 03). *TiP*. Hentet 2015 fra <http://www.udir.no/kl06/TPR1-01/Hele/Kompetansemaal/>

Udir. (2014). *Trekkordning ved eksamen i Kunnskapsløftet, Udir 1-2009*. Hentet 11 29, 2014 fra <http://www.udir.no/Regelverk/Finn-regelverk-for-opplaring/Finn-regelverk-etter-tema/Vurdering/Udir-1-2009-Trekkordning-ved-eksamen-i-Kunnskapsloftet/>

Udir. (2014). *Vedlegg 1 til rundskriv Udir-01-2014*. Hentet mars 2015 fra Fag- og timerfordeling og tilbudsstruktur for Kunnskapsløftet Udir-1-2014: <http://www.udir.no/Regelverk/Finn-regelverk-for-opplaring/Finn-regelverk-etter->

tema/Innhold-i-oppleringen/Udir-1-2014-Kunnskapsloftet-fag--og-timefordeling-og-tilbudsstruktur/Udir-1-2014-Vedlegg-1/1-Bestemmelser-for-hele-grunnoppleringen/Udir. (2014). *Veiledning i lokalt arbeid med læreplaner*. Hentet 11 28, 2014 fra <http://www.udir.no/Lareplaner/Veiledninger-til-lareplaner/Veiledning-i-lokalt-arbeid-med-lareplaner/?read=1>

Udir. (2011). *Veiledning til læreplanen i Naturfag*. Hentet mars 2015 fra Veiledning til læreplanen i Naturfag: <http://www.udir.no/Lareplaner/Veiledninger-til-lareplaner/Revidert-2013/Veiledning-til-lareplan-i-naturfag/>

Undervisningsministeriet. (2015). *EMU Danmarks læringsportal*. Hentet mars 2015 fra Grunnskole: <http://www.emu.dk/omraade/gsk#cookieaccepted>

Utbildningsstyrelsen. (2015). *Utbildningsstyrelsen*. Hentet mars 2015 fra <http://www.oph.fi>  
Utdanning.no. (2015). *Utdanningssystemet*. Hentet mars 2015 fra Videregående opplæring: <http://utdanning.no/utdanningssystemet/#/?page=videre>

Utdanningsdirektoratet. (2014). *Fagvalet til elevane i vidaregåande opplæring skoleåret 2013/2014*. Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsforbundet. (2011). *Klassestørrelse og læringsutbytte - hva viser forskningen?* Oslo: Utdanningsforbundet.

van Marion, P. (2008). Praktisk arbeid i biologi. I P. van Marion, & A. Strømme, *Biologididaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

van Marion, P., & Øren, F. (2014). *Forskerlinjer, Hva, hvorfor, hvordan? Rapport fra erfaringsdelingsseminar*. Skolelaboratoriet NTNU. Skolelaboratoriet NTNU.

Wake, G. D., & Burkhardt, H. (2013). Understanding the European policy landscape and its impact on change in mathematics and science pedagogies. *ZDM Mathematics Education*, 14, 851-861.

Ødegaard, M., & Frøyland, M. (2010). Undersøkende naturfag ute og inne. Forskerføtter og leserøtter. *KIMEN*.



## Vedlegg

### A. Kompetansemål innen teknologi i læreplanverket

Trinn	Læreplanmål: eleven skal kunne
1. og 2.	<ul style="list-style-type: none"><li>• lage gjenstander som kan bevege seg ved hjelp av vann eller luft, og samtale om hvordan de virker</li><li>• lage gjenstander som bruker refleksjon av lys, og samtale om hvordan de virker</li></ul>
3. og 4.	<ul style="list-style-type: none"><li>• planlegge, bygge og teste enkle modeller av byggkonstruksjoner og dokumentere prosessen fra idé til ferdig produkt med tekst og illustrasjoner</li><li>• beskrive konstruksjoner og diskutere hvorfor noen konstruksjoner er mer stabile og tåler større belastning enn andre</li><li>• gjenkjenne og beskrive bærende strukturer i ulike byggverk i nærmiljøet</li></ul>
5. til 7.	<ul style="list-style-type: none"><li>• planlegge, bygge og teste mekaniske leker og forklare prinsipper for mekaniske overføringer</li><li>• planlegge, lage og teste enkle produkter som gjør bruk av elektrisk energi, og reklamere for ferdig framstilt produkt</li><li>• beskrive livsløpet til et produkt og diskutere i hvilken grad produktet er forenelig med bærekraftig utvikling</li></ul>
8. til 10	<ul style="list-style-type: none"><li>• utvikle produkter ut fra kravspesifikasjoner og vurdere produktenes funksjonalitet, brukervennlighet og livsløp i forhold til bærekraftig utvikling</li><li>• teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess, og vurdere materialbruken ut fra miljøhensyn</li><li>• beskrive et elektronisk kommunikasjonssystem, forklare hvordan informasjon overføres fra avsender til mottaker, og gjøre rede for positive og negative konsekvenser</li></ul>
Vg1	<p>NB: hovedområdet har fått navnet bioteknologi.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• forklare genetisk kode og hovedtrekkene i proteinsyntesen og gi eksempler på hvordan arv og miljø samspiller</li><li>• forklare begrepene krysning og genmodifisering og gi eksempler på hvordan bioteknologi brukes til modifisering av egenskaper hos planter og dyr</li><li>• gi en oversikt over ulike former for medisinsk bruk av bioteknologi og diskutere muligheter og utfordringer ved slik bruk</li><li>• sammenligne argumenter om bruk av bioteknologi og drøfte ulike faglige og etiske problemstillinger knyttet til disse</li></ul>

## B. Uttalelse fra faglig råd for yrkesopplæringen

Faglig råd for restaurant- og matfag mener dagens læreplan i naturfag overlapper i stor grad læreplanen for restaurant- og matfag på Vg1 og savner for eksempel næringsmiddelkjemi. Innen design- og håndverk er det ønske om å gå faglig i dybden innenfor bærekraftig utvikling, materialbruk og miljø. De påpeker at kompetansemålene burde vært mer rettet mot eleven som yrkesutøver, og ikke bare som personlig forbruker. Faglig råd for naturbruk understreker at kompetanse i naturfag er svært relevant, og at det burde være enkelt å lage et likeverdig naturfag som også er svært yrkesrelevant. De foreslår å ha et naturfag med valgbare emner, slik at emnene vil variere fra utdanningsprogram til utdanningsprogram. Faglig råd for elektrofag mener at fysikk bør innføres som et naturfaglig emne på Vg1 elektrofag. De mener dette kan øke motivasjonen og skape større forståelsesgrunnlag som igjen skaper tryggere og sikrere fagfolk. Faglig råd for helse- og oppvekstfag mener at læreplanen slik den er i dag, dekker delvis behovene som HO har, men at det også er behov for kunnskap om bioteknologi og etiske problemstillinger knyttet til bioteknologi.

## C. Spørreundersøkelse om utfordringer i naturfag

### Hensikt

Arbeidsgruppen ønsket å innhente informasjon om lærernes egne erfaringer og synspunkter på hva som er utfordringer i naturfagundervisningen. Dette er tenkt som et supplement til forskning og andre kilder og en måte å skaffe kunnskapsbasert informasjon om lærernes erfaringer.

### Metode

Det ble utarbeidet et spørreskjema i Google Docs. Hoveddelen av spørreskjemaet bestod av påstander som lærerne sa seg mer eller mindre enige i. Svarkategoriene var gitt ut fra en Likerts skala med alternativer «Svært enig», «Noe enig», «Verken enig eller uenig», «Noe uenig» og «Svært uenig». I tillegg inneholdt spørreskjemaet spørsmål knyttet til rammefaktorer, arbeidsformer og vurderingsformer. Det ble sendt ut eget spørreskjema for naturfaget i grunnskolen, og for hvert naturfag og programfag i videregående opplæring. Spørreskjemaet ble distribuert via e-postlistene til Norsk fysikklærerforening og Skolelaboratoriens formidlingstjeneste for kursinformasjon, skolelab.no. Det vil si at alle lærere som har deltatt på kurs i regi av et av skolelaboratoriene og en stor andel av samtlige fysikklærere i Norge, fikk tilsendt spørreundersøkelsen direkte via e-post. Totalt ble det sendt ut invitasjon til å delta i spørreundersøkelsen til over 5000 lærere. I tillegg ble det lagt ut lenke til undersøkelsen på nettsidene til Naturfagsenteret.

### Resultater

Antall svar for hvert fag er gitt i tabell V.1

Tabell V- 1 Svarfrekvens fordelt på fag

Naturfag 1.-10.	Naturfag Vg1, SF	Naturfag Vg1, YF	Biologi 1	Biologi 2	Fysikk 1	Fysikk 2	Kjemi 1	Kjemi 2	ToF 1	ToF 2
330	182	170	57	60	157	117	72	58	43	18

Lenker til enkeltresultater står på side 162.

En sortert oppsummering av svarene for påstandsspørsmålene for hvert fag står på side 164 –177.

En gruppert oppsummering av svar på spørsmål om bruk av ulike typer praktisk arbeid står på side 178-181.

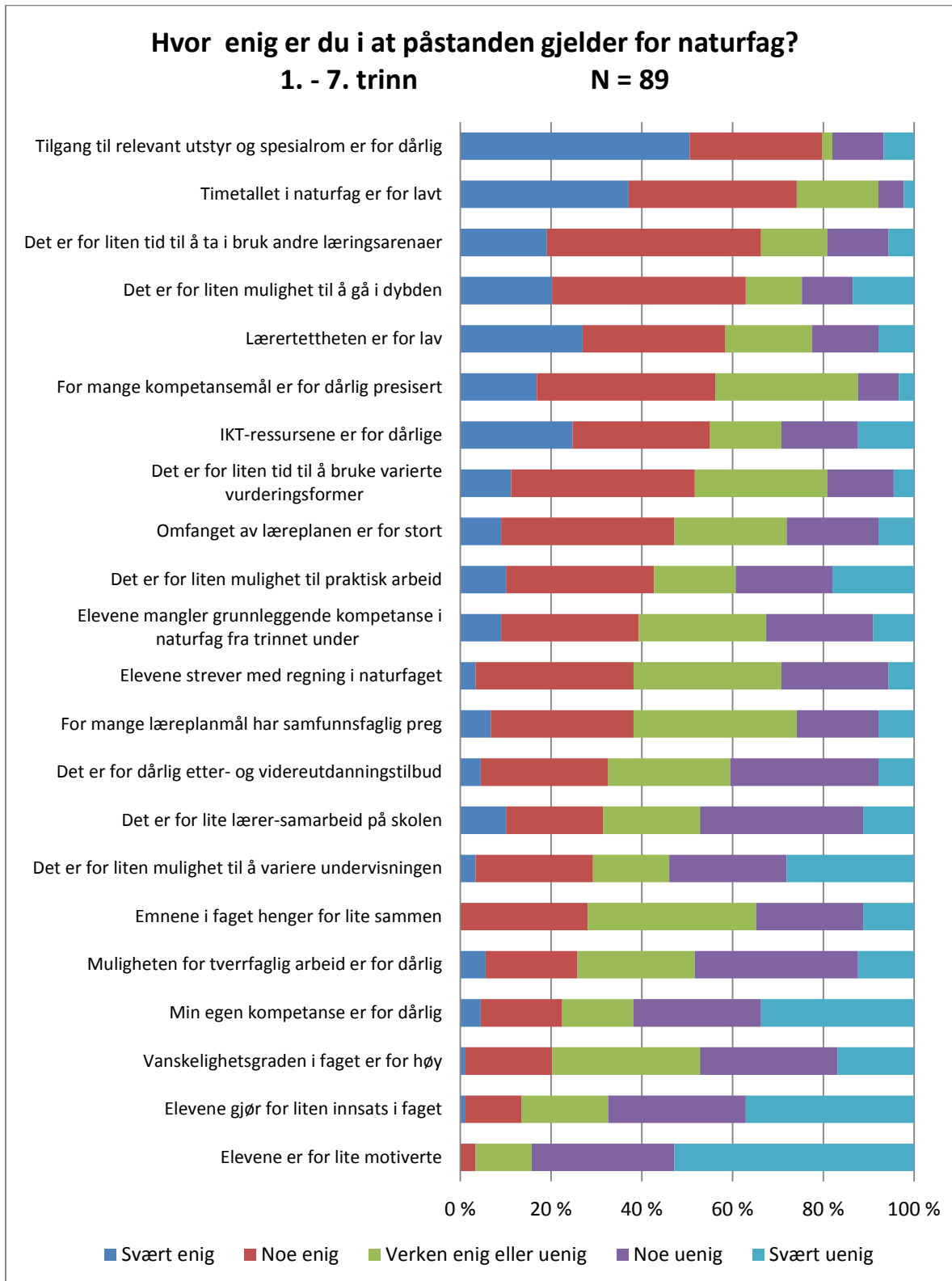
## Lenker til resultater - Spørreundersøkelsen om utfordringer i naturfagene

Lenker til resultater i pdf (For andre formater, se <http://www.ntnu.no/skolelab/lenker>) :

- Naturfag 1.-10. trinn:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+1-10trinn.pdf/a9456188-bc8a-4ea8-a2d0-f5d48e0a7f7c>
- Naturfag Vg1 SF:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+Vg1+SF.pdf/be34ce31-3d16-46b9-85a8-d8410831aeb4>
- Naturfag Vg1 YF:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+Vg1+YF.pdf/9be57a19-a260-45c9-97cf-d7a20512242a>
- Biologi 1:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+Biologi+1.pdf/f497cf00-821b-4cfa-8945-ba80725b260a>
- Biologi 2:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+Biologi+2.pdf/a10ed12e-60e7-44ce-9970-02c67074f9b6>
- Fysikk 1:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+Fysikk+1.pdf/1ab98ea8-b984-4883-9ef4-30a4553406fa>
- Fysikk 2:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+Fysikk+2.pdf/f4de29c9-8a35-4b64-8f51-4fef460a18dc>
- Kjemi 1:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+Kjemi+1.pdf/e3df9509-c4ca-4c95-a173-c56a2c5e0149>

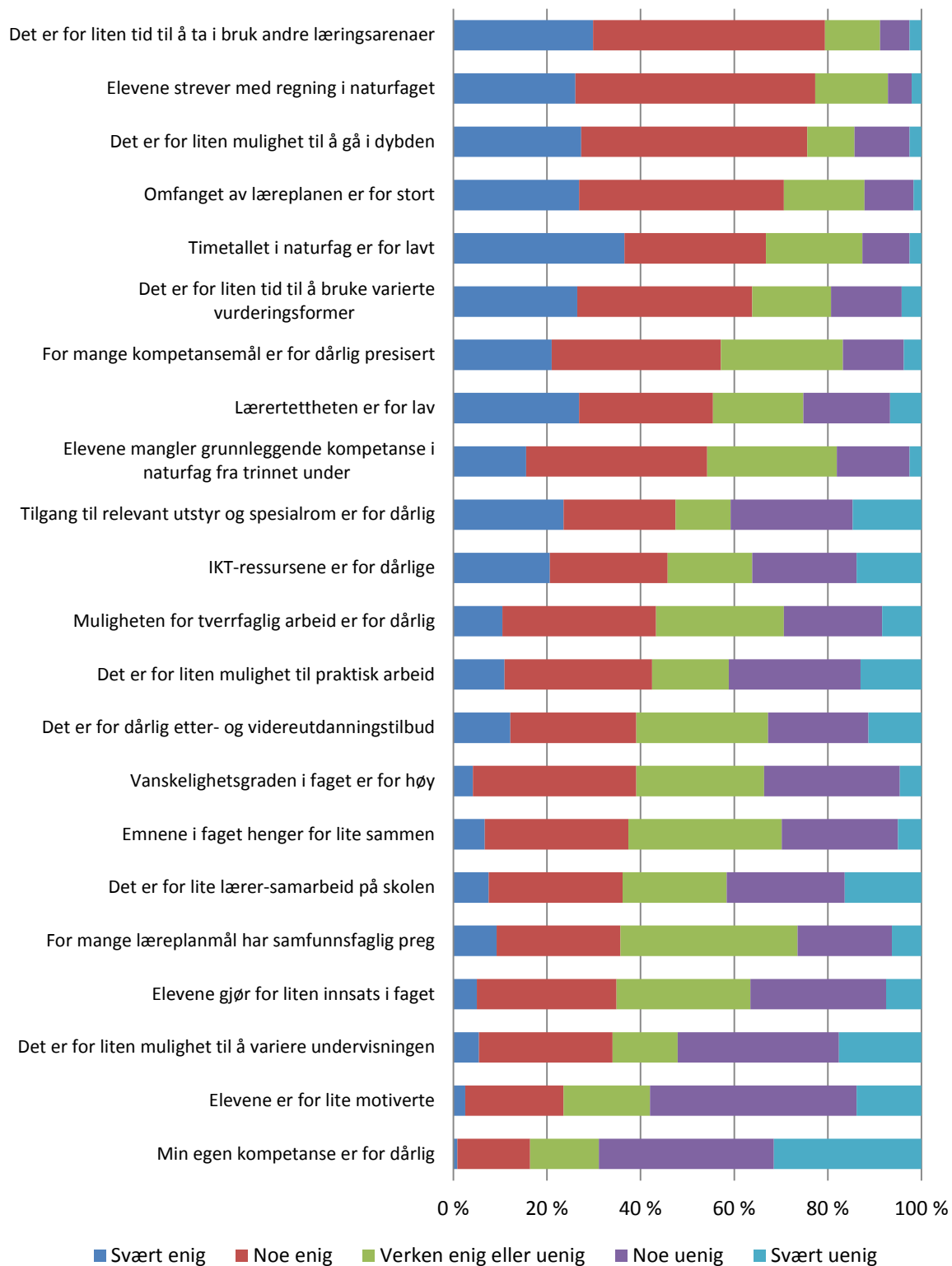
- Kjemi 2:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+Kjemi+2.pdf/56bfc7ae-1f7a-4305-8bd1-a09d1a5f252a>
- ToF 1:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+ToF+1.pdf/d6177fcb-dc34-4c07-bdcc-976ffb8ddae6>
- ToF 2:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Resultater+SU+ToF+2.pdf/ea420c78-685d-46d4-8580-97c090f3b8ff>

## Påstander i spørreundersøkelsen sortert etter enighet



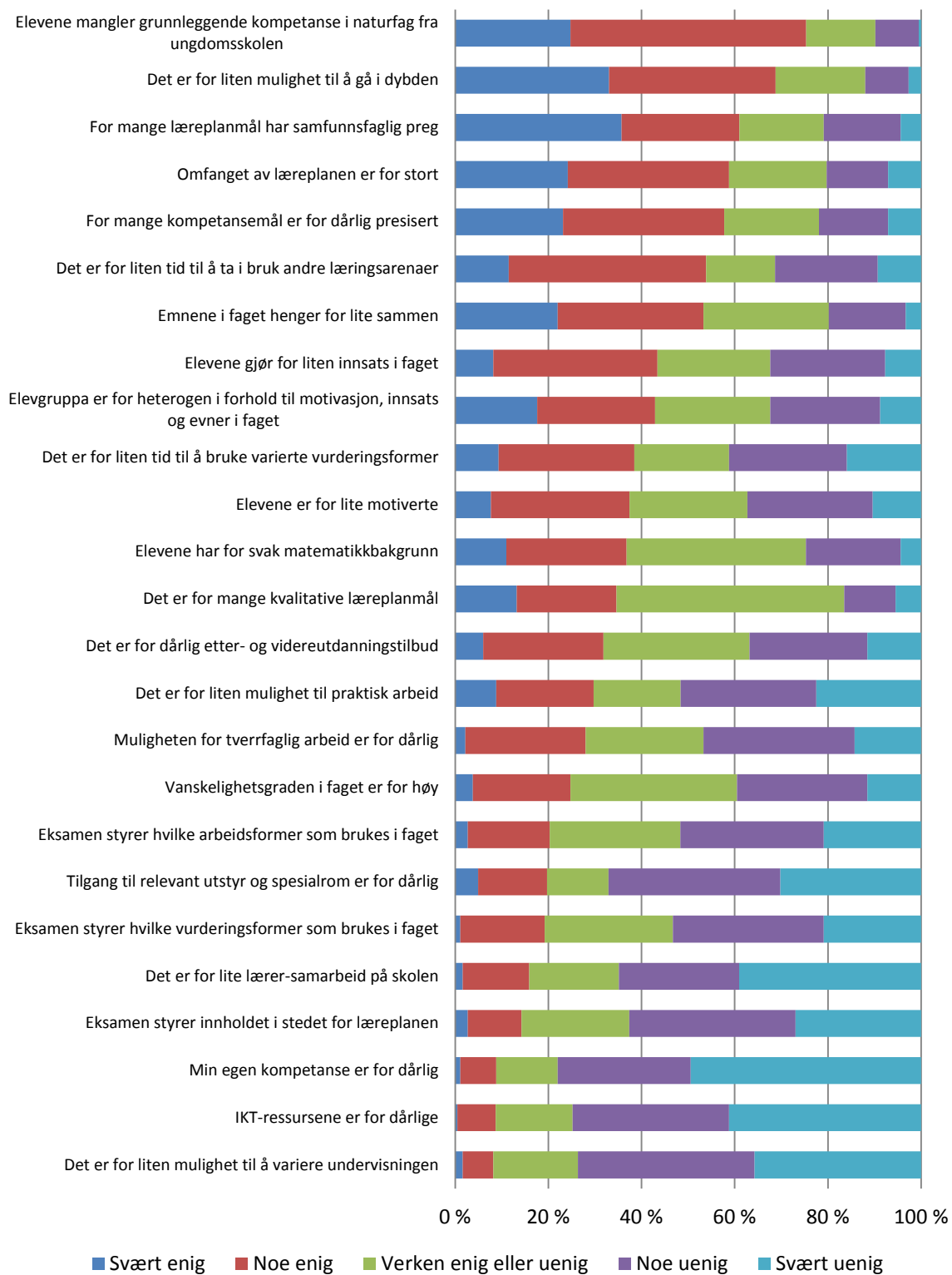
## Hvor enig er du i påstanden gjelder for naturfag? 8. - 10. trinn

N = 238



## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for naturfag?

Vg1 SF N = 182

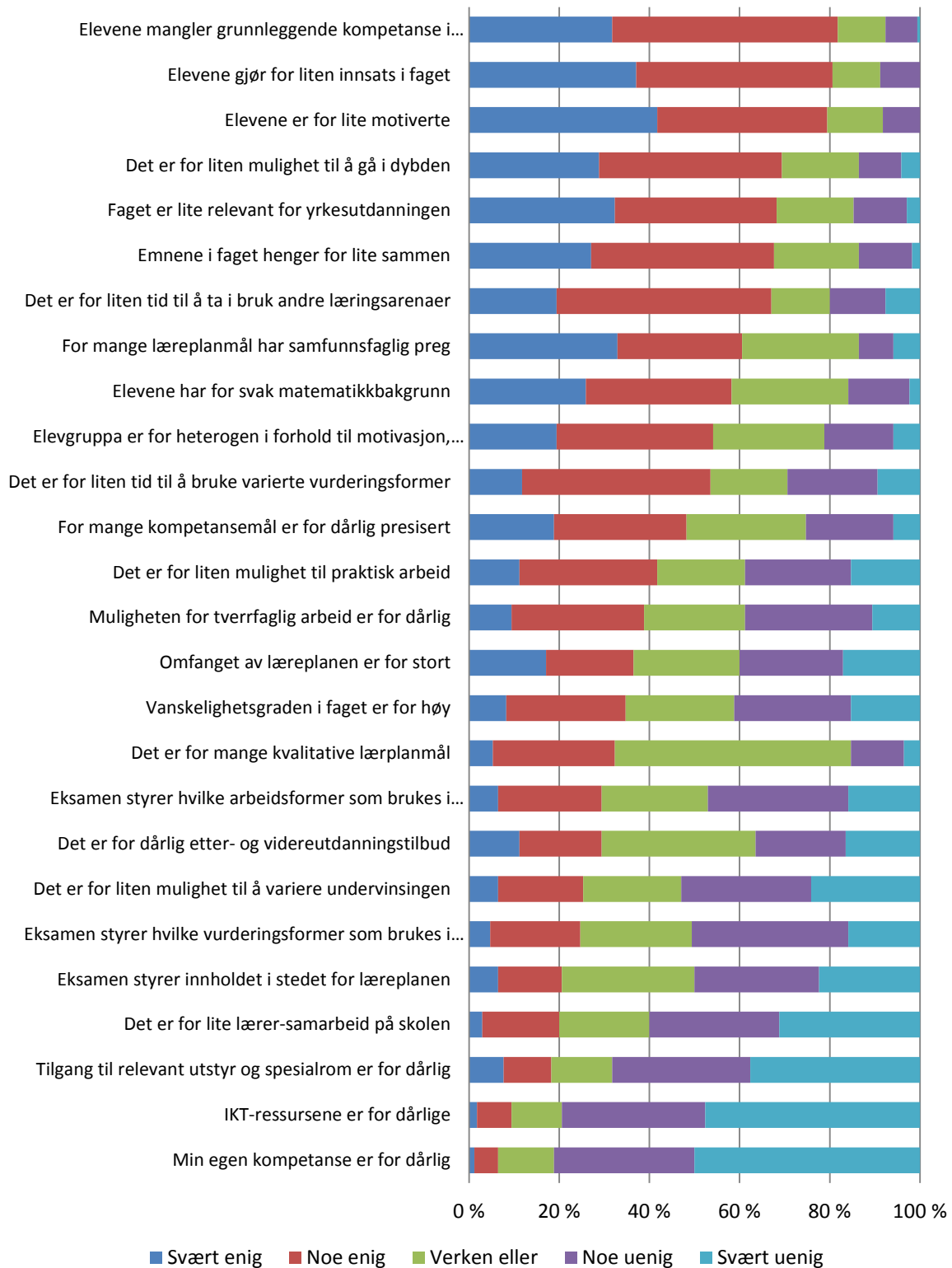




## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for naturfag?

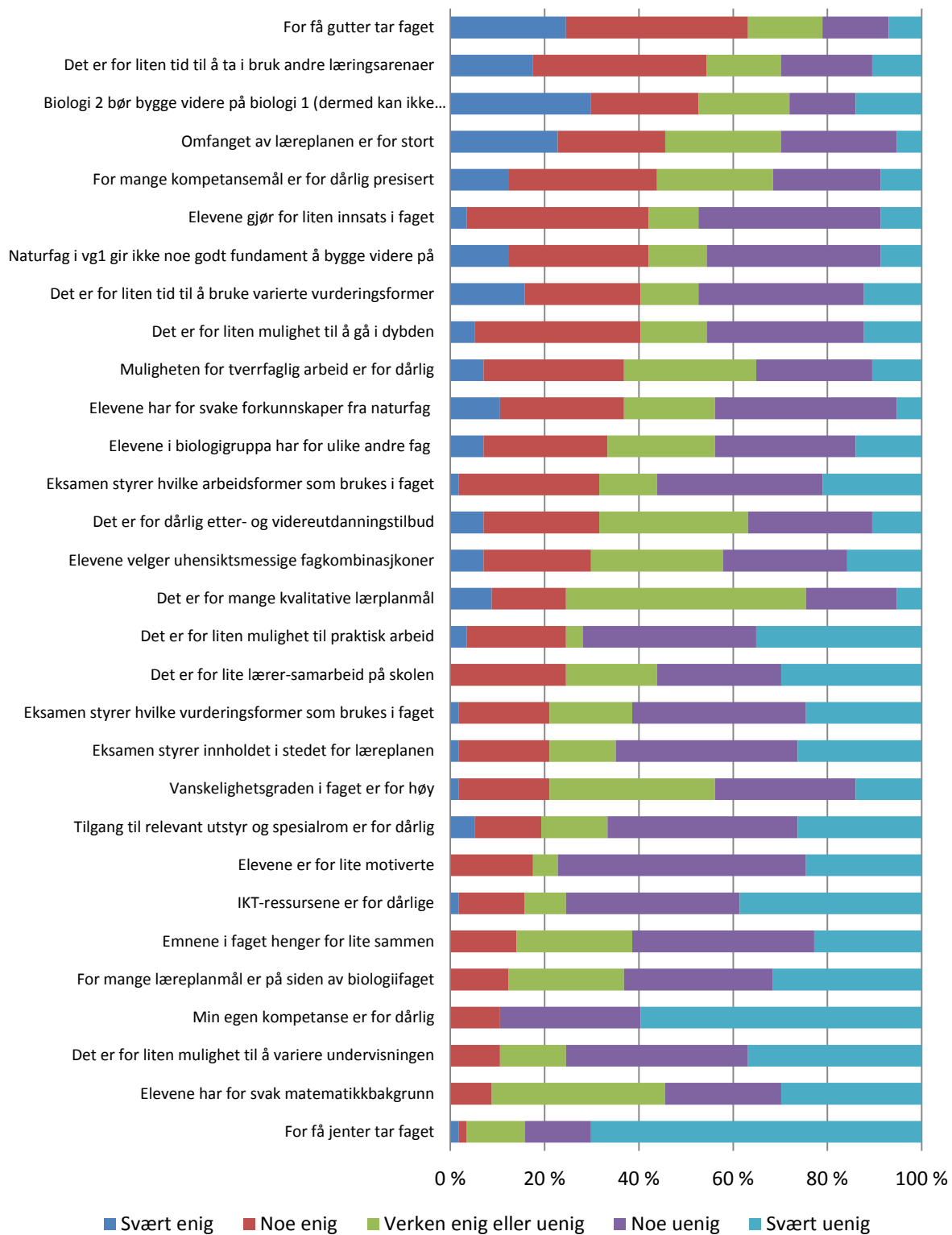
Vg1 YF

N = 170



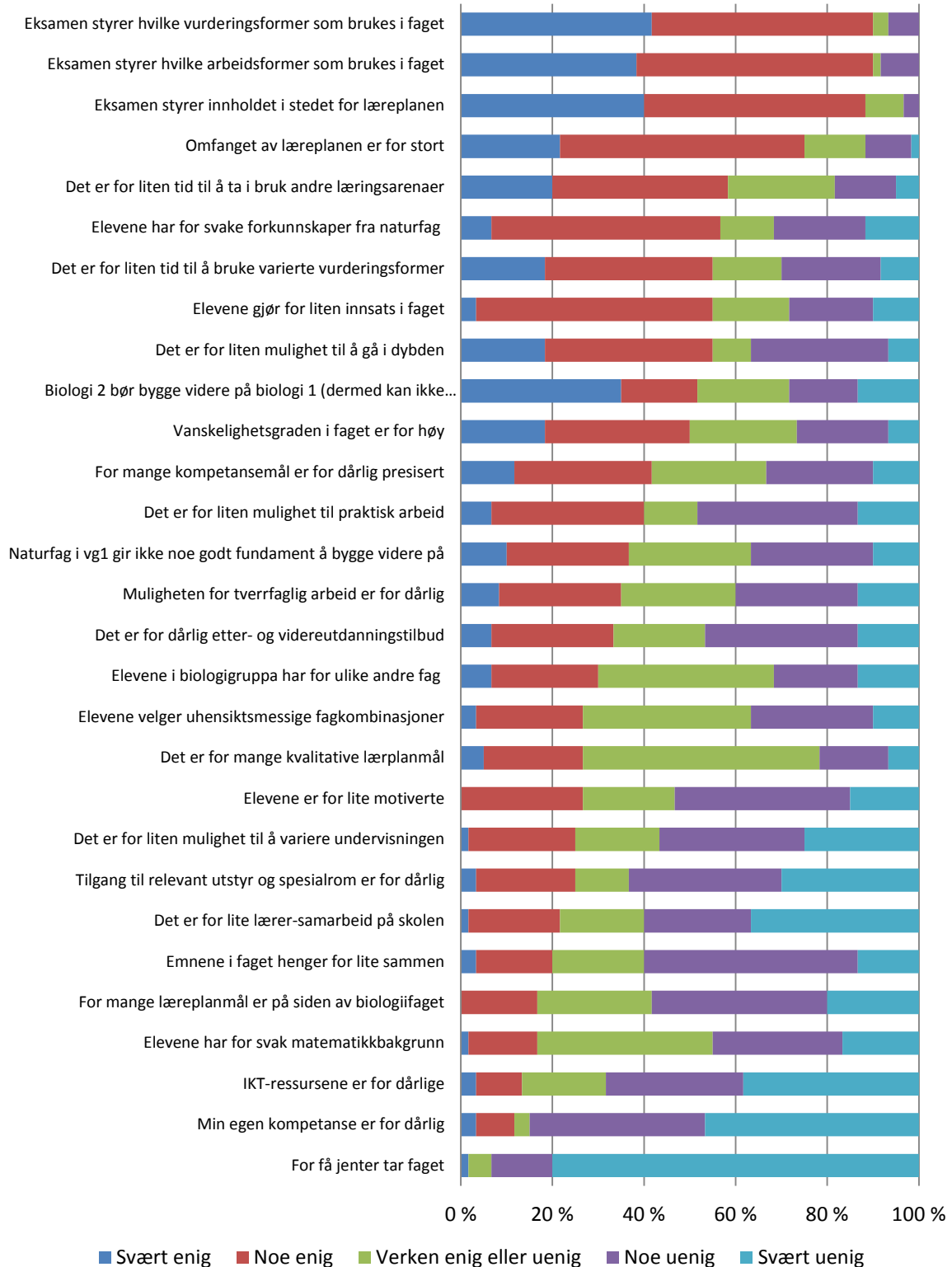
## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for biologi 1?

N = 57



## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for biologi 2?

N = 60



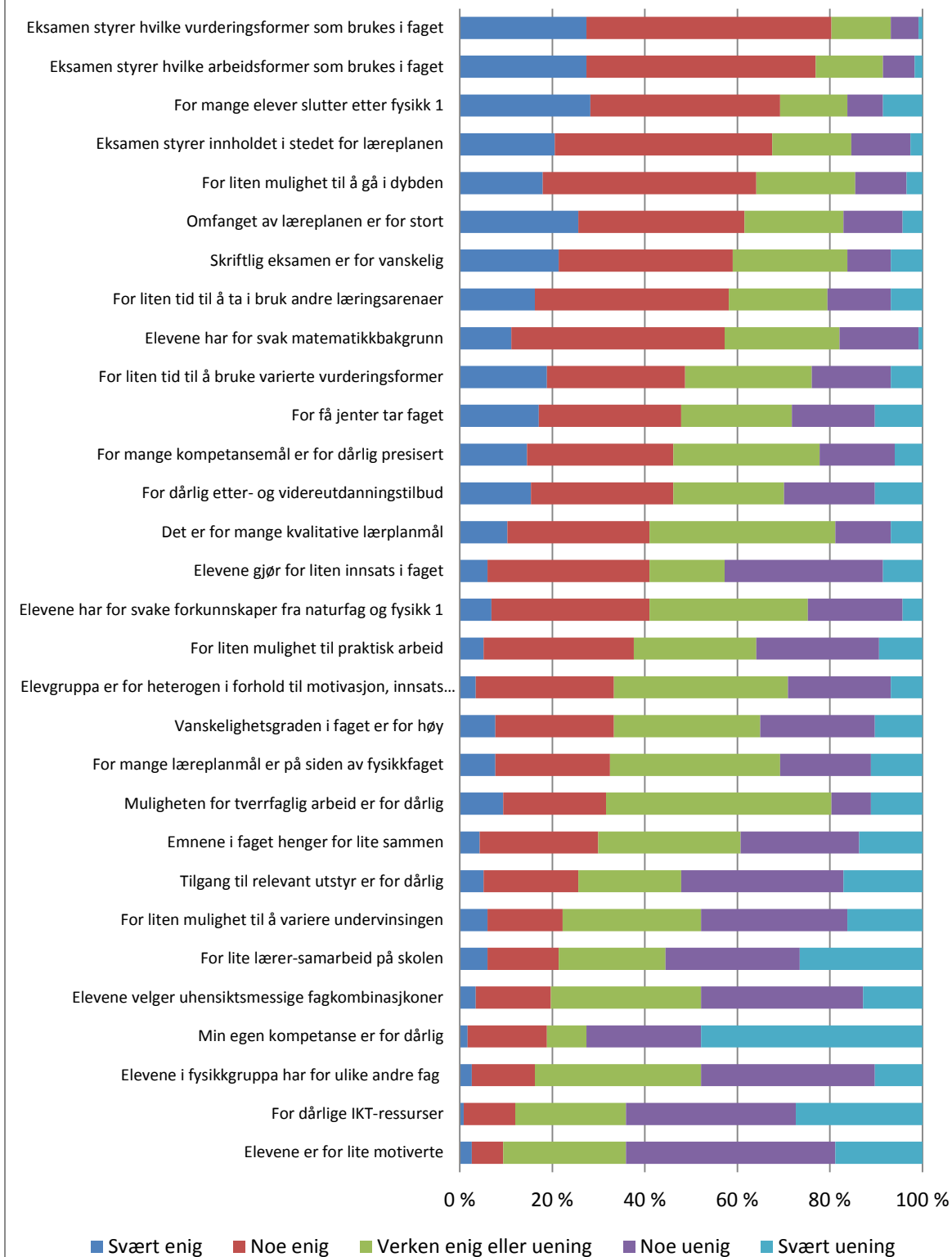
## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for fysikk 1?

N = 157



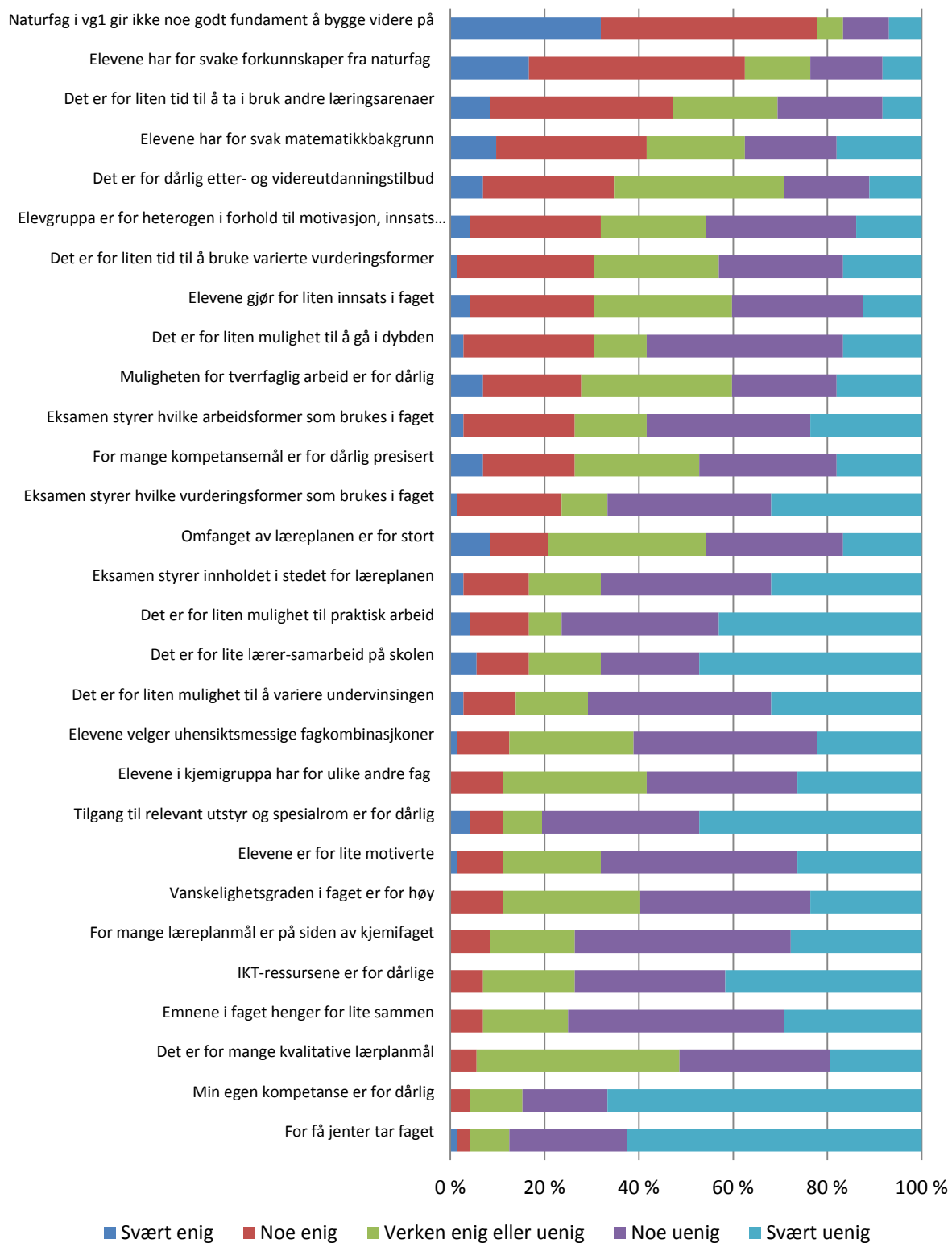
## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for fysikk 2?

N = 117



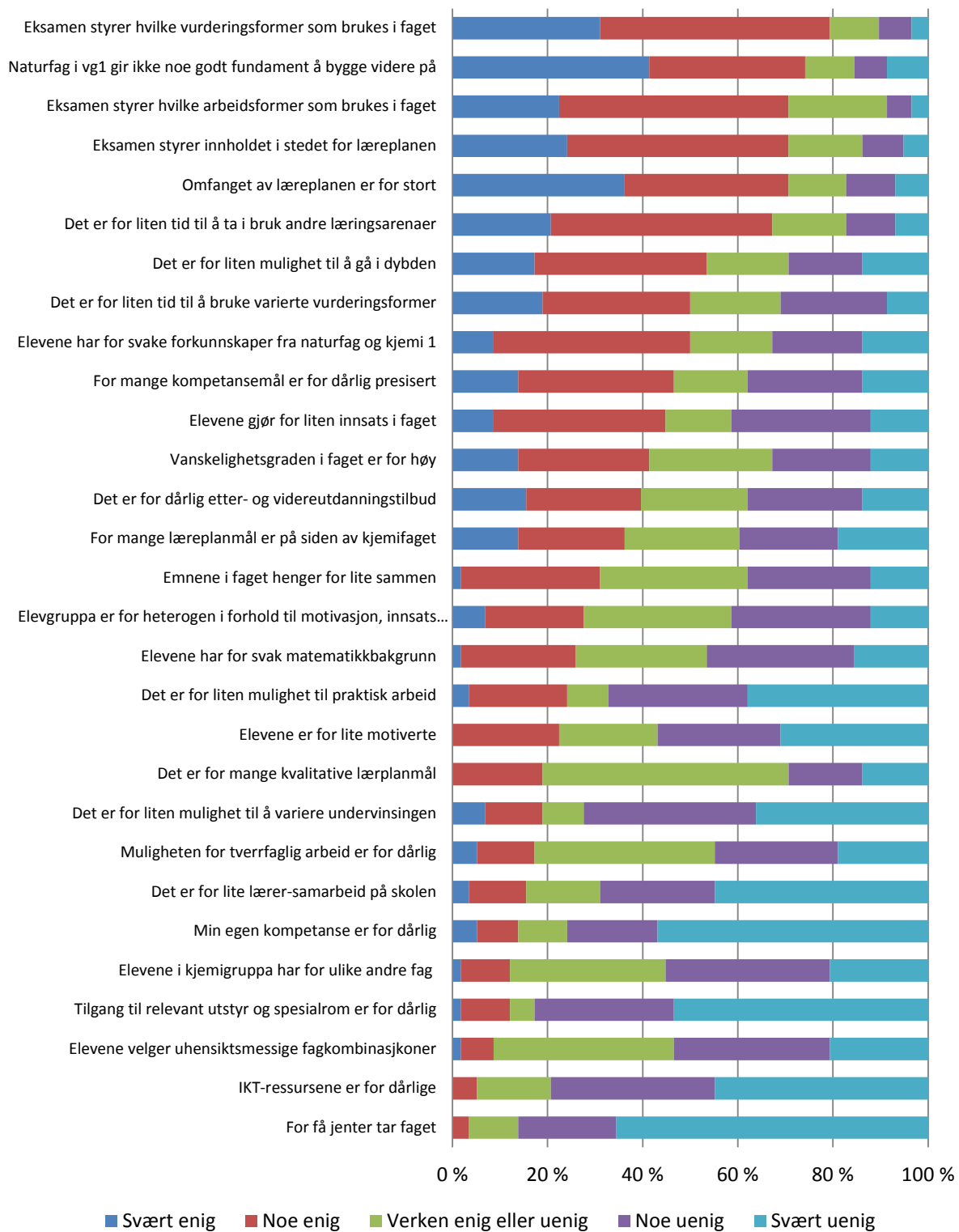
## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for kjemi 1?

N = 72



## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for kjemi 2?

N = 58



## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for ToF 1?

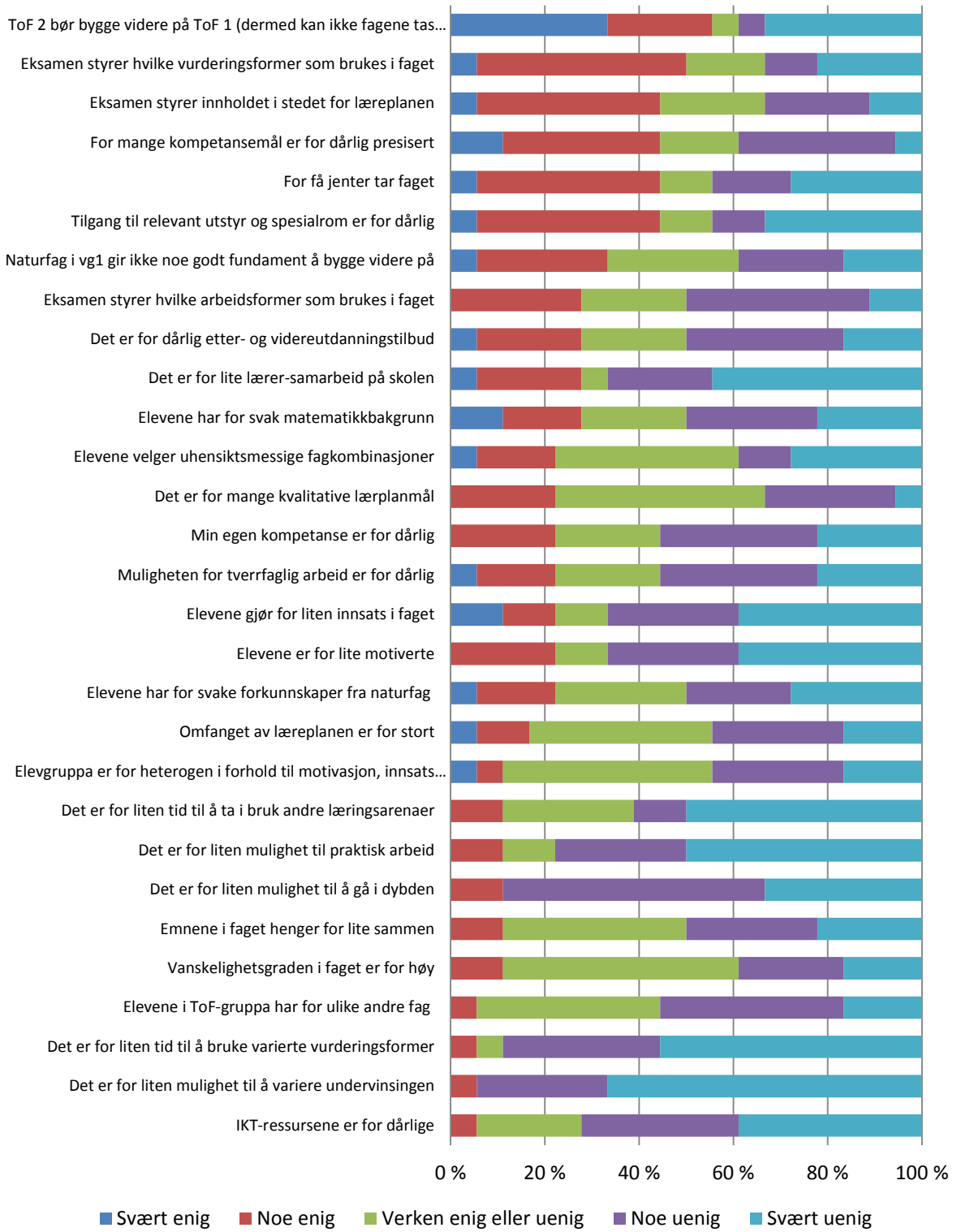
N = 43





## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for ToF 2?

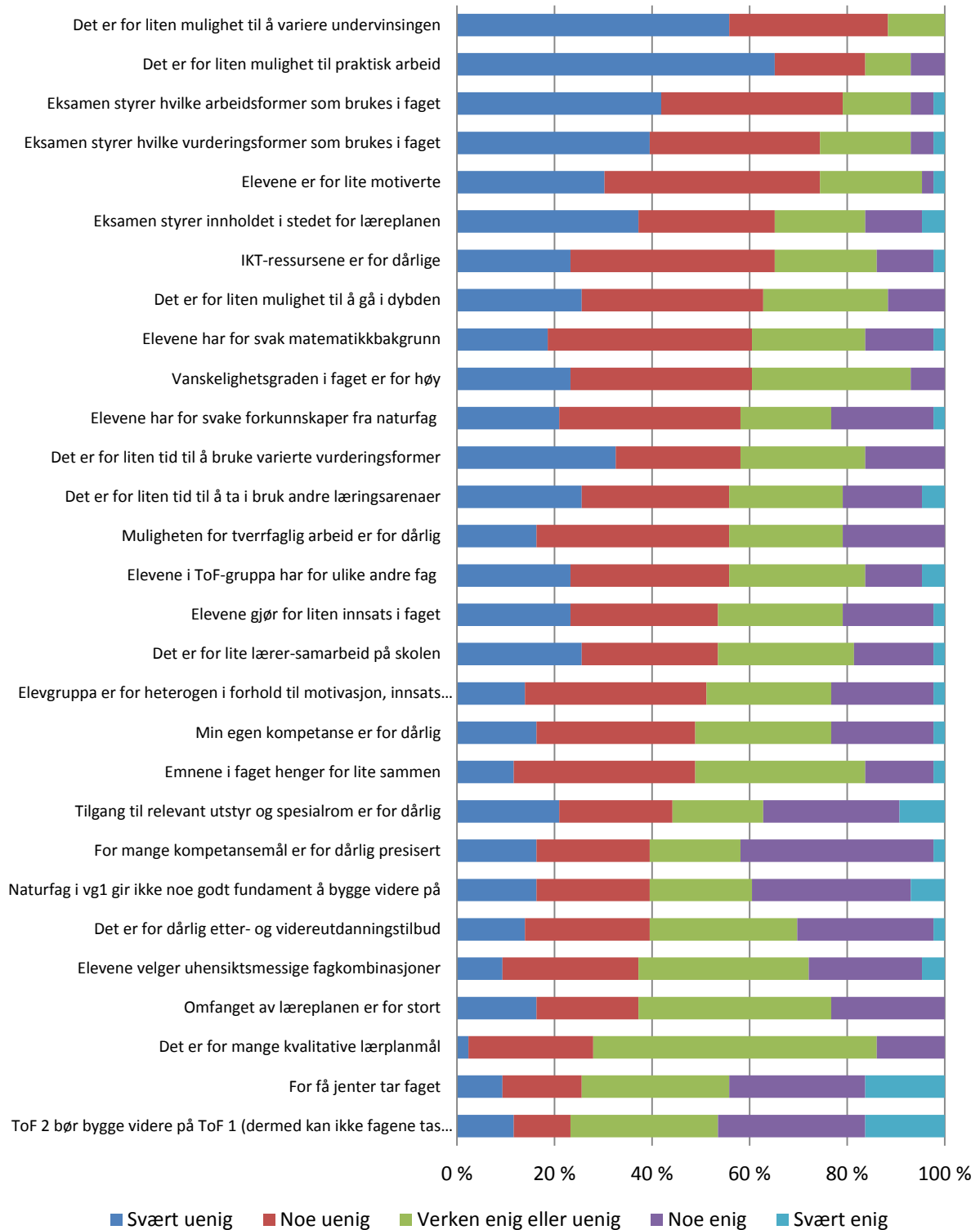
N = 18



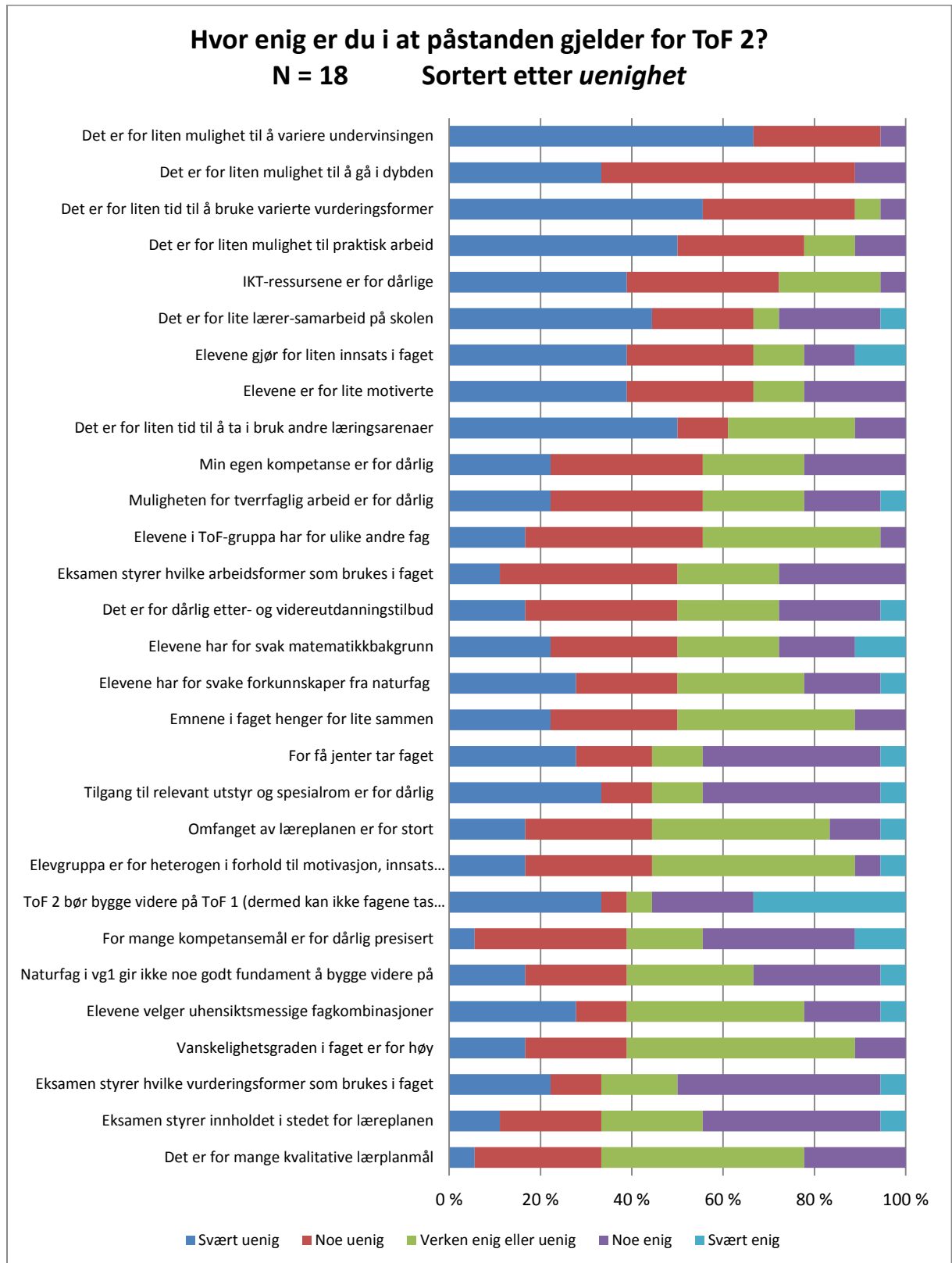
## Hvor enig er du i at påstanden gjelder for ToF 1?

N = 43

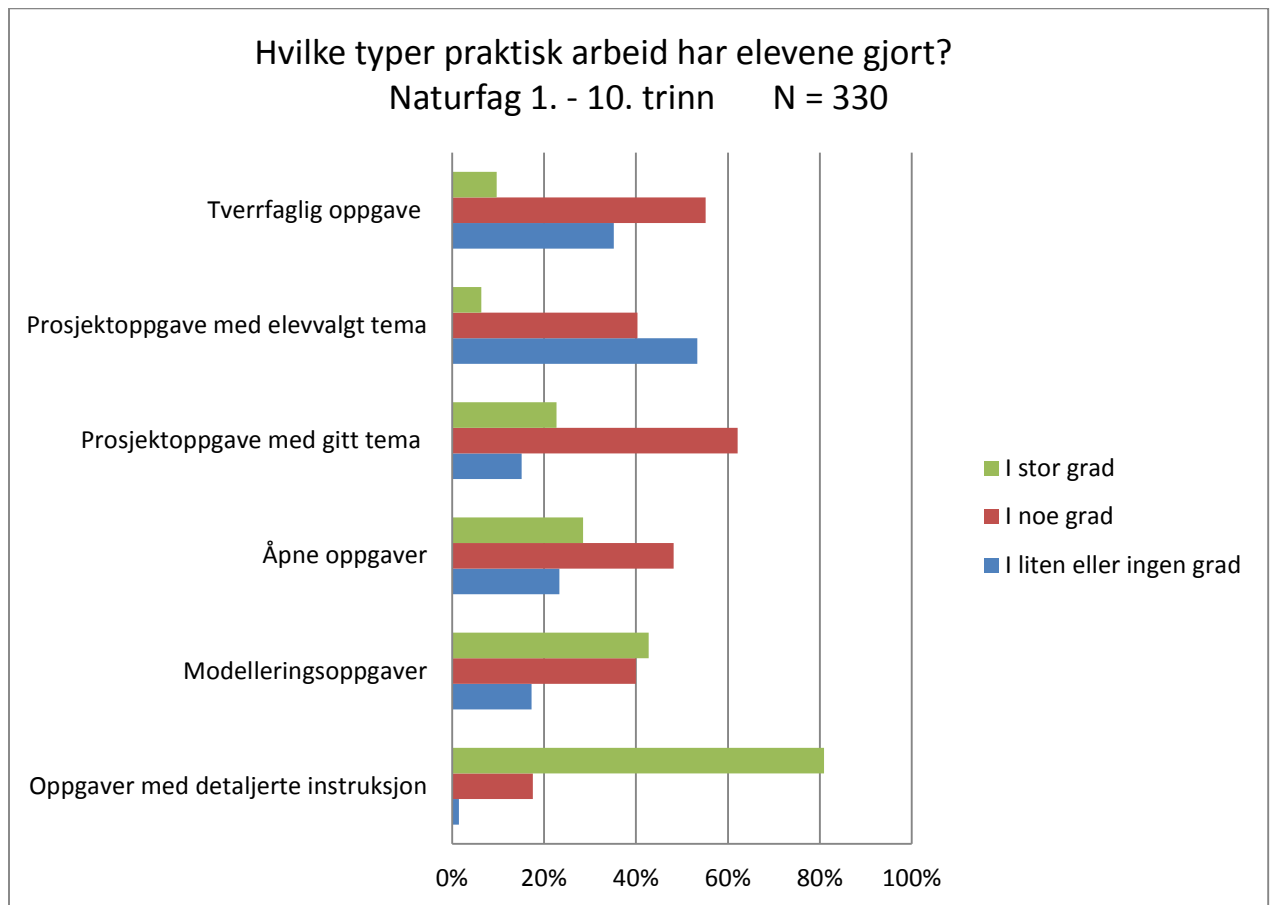
Sortert etter *uenighet*



## Påstander for ToF 2 sortert etter *uenighet*



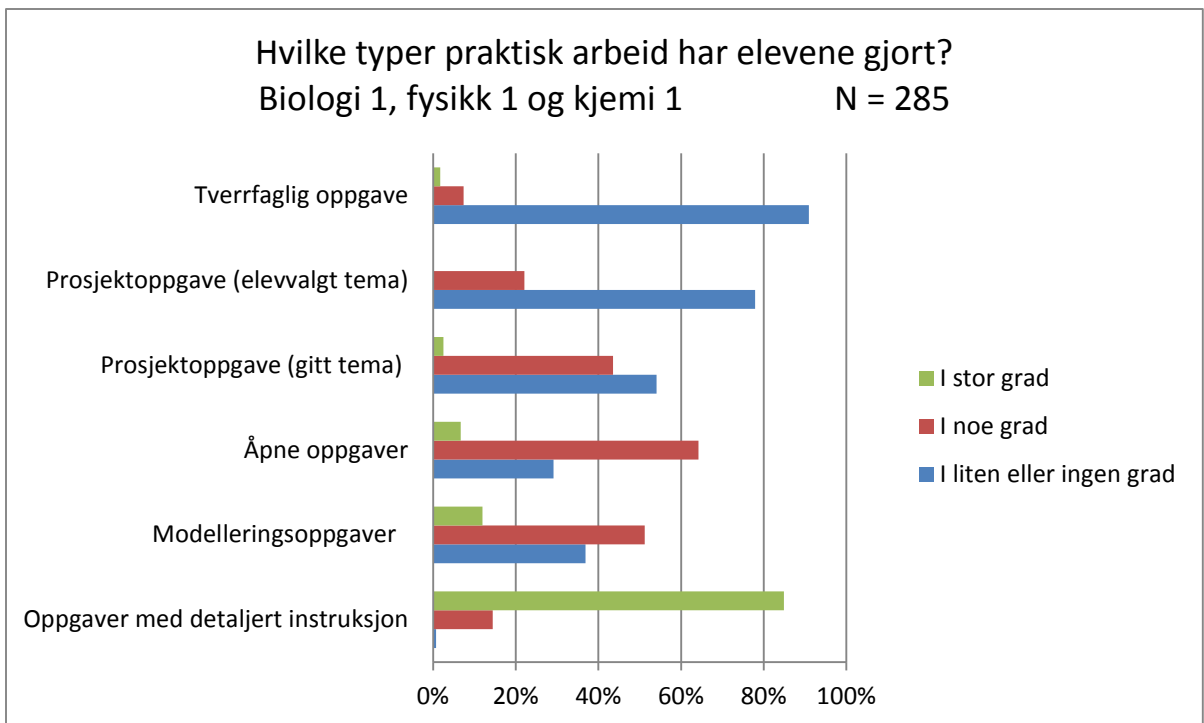
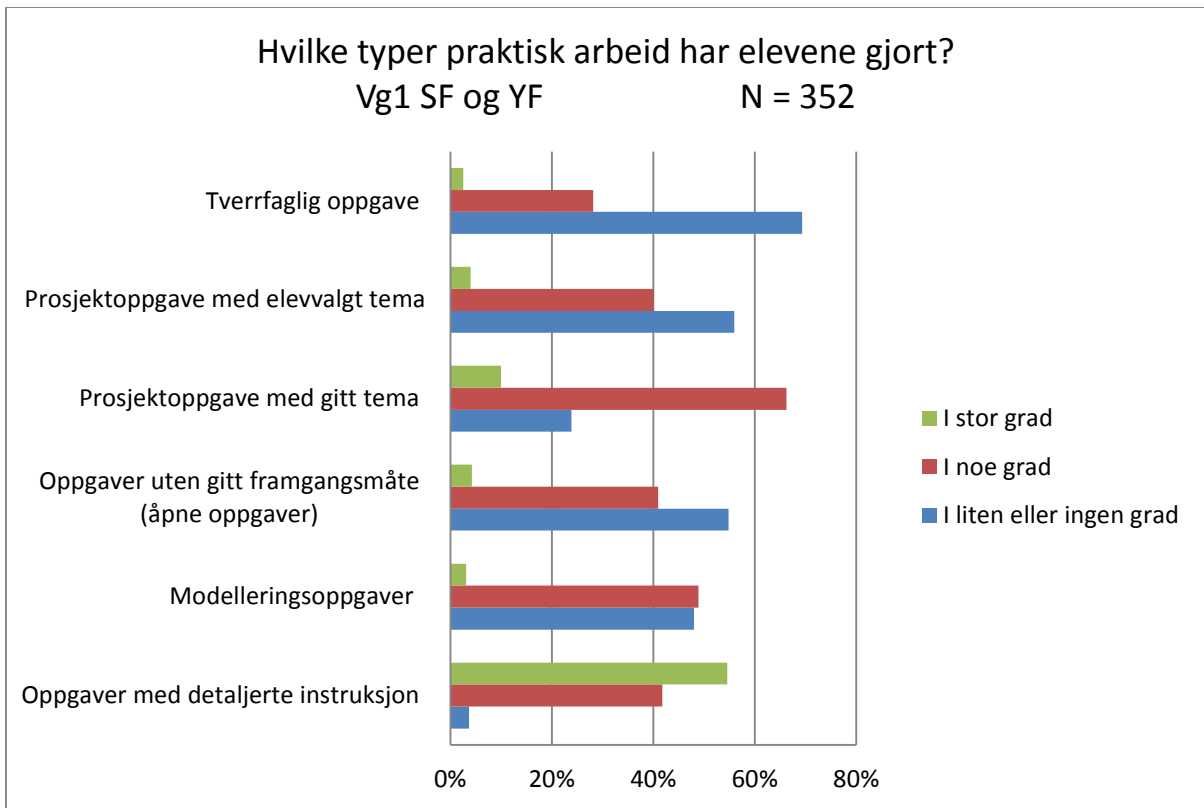
## Resultater fra arbeidsgruppens spørreundersøkelse om arbeidsformer

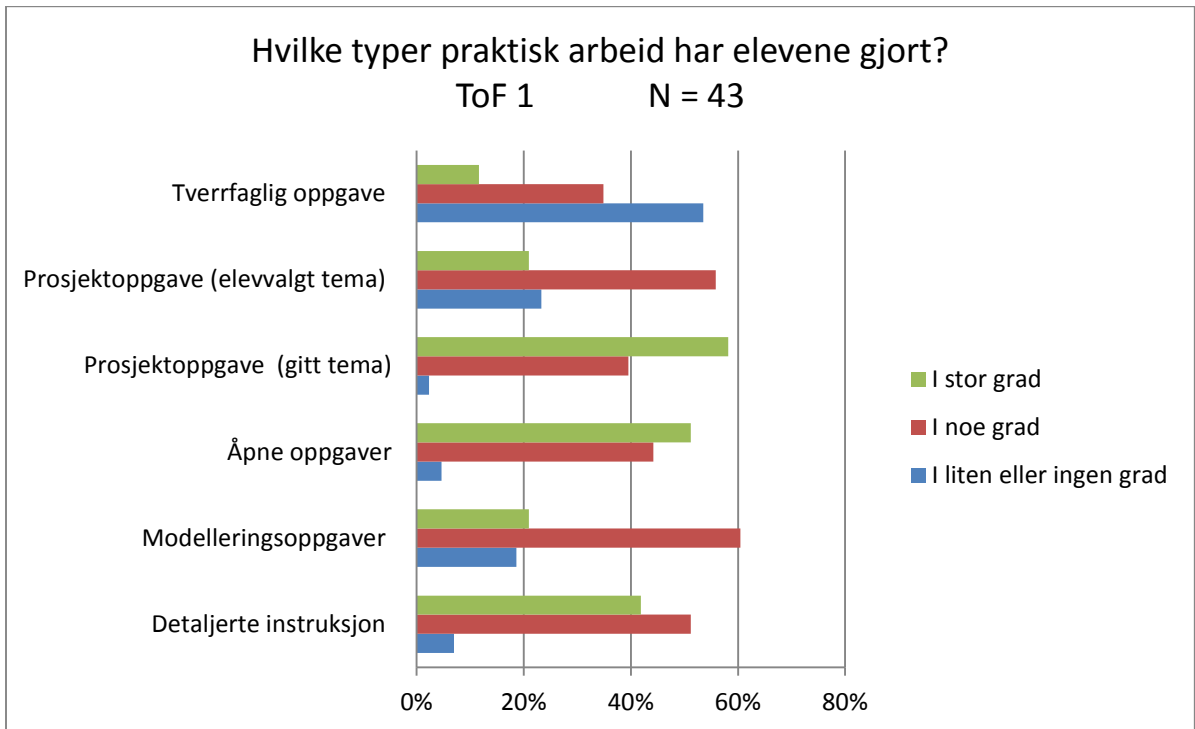
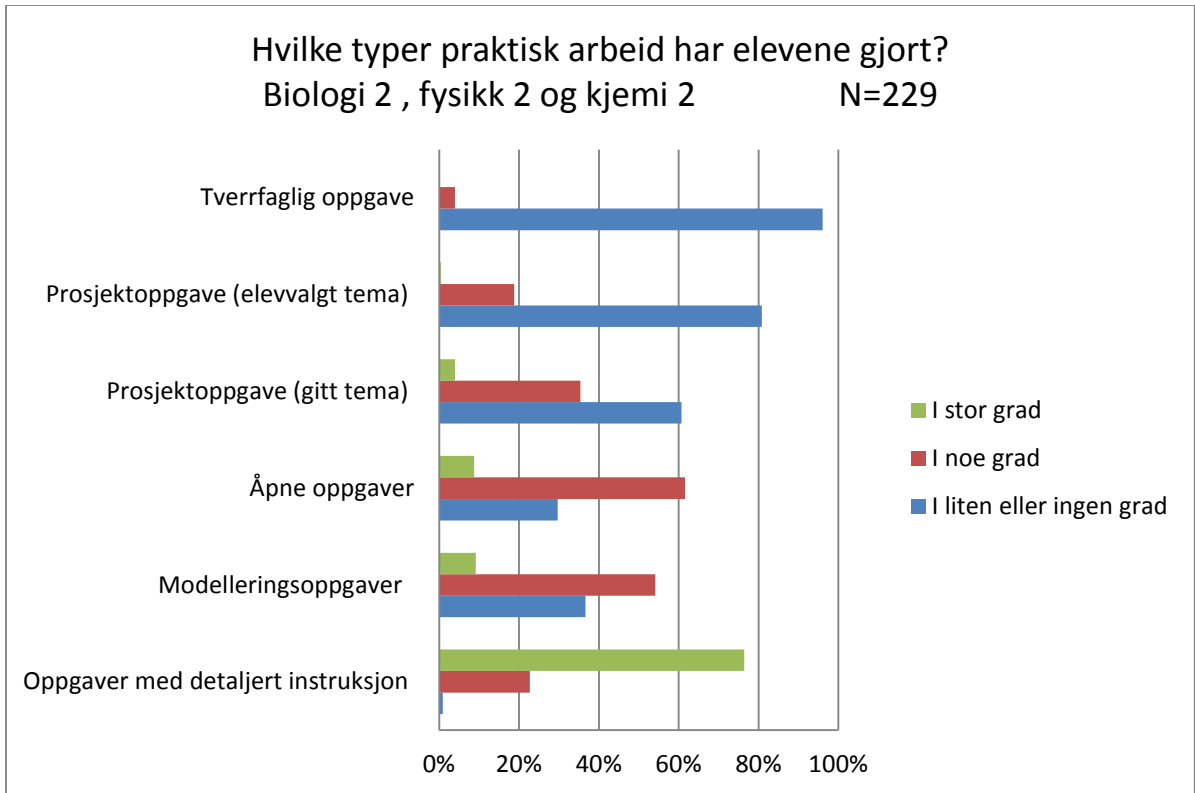


9

---

\* Svaralternativene var gitt som «Ingen, 1-2 ganger, 3-4 ganger, 5 eller flere ganger». Dette ble omskrevet til «I ingen eller liten grad, i noe grad, i stor grad» ved at «3-4 ganger» og «5 ganger eller flere» ble slått sammen til «I stor grad»

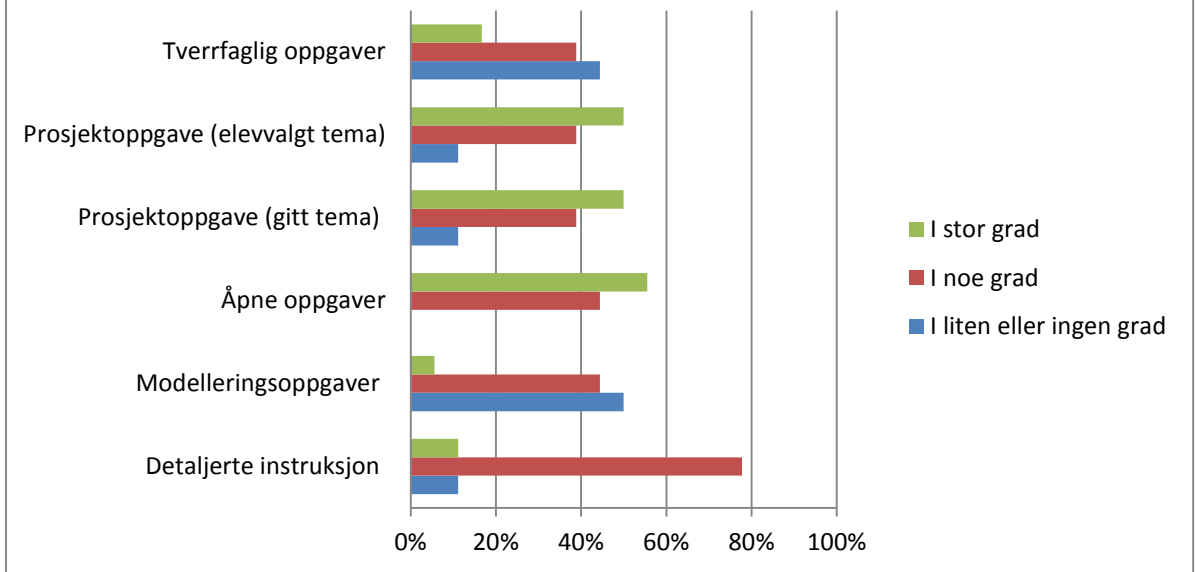




## Hvilke typer praktisk arbeid har elevene gjort?

ToF 2

N = 18



## **D. Spørreundersøkelse om tid til undervisning**

### **Hensikt**

Arbeidsgruppen ønsket å innhente informasjon om lærernes egne erfaringer og synspunkter på problemstillinger knyttet til bortfall av undervisningstid.

### **Metode**

Det ble utarbeidet et spørreskjema i Google Docs. Hoveddelen av spørreskjemaet bestod av påstander som lærerne sa seg mer eller mindre enige i. Svarkategoriene var gitt ut fra en Likerts skala med alternativer «Svært enig», «Noe enig», «Verken enig eller uenig», «Noe uenig» og «Svært uenig». I tillegg inneholdt spørreskjemaet noen bakgrunnsspørsmål, noen spørsmål relatert til eksamen, og noen spørsmål som forsøkte å kvantifisere bortfallet. (Pga. at noen av disse ved en feil ble gjort obligatoriske å besvare, ble troverdigheten i svarene mindre. De er derfor ikke brukt i rapporten.)

Det ble sendt ut et spørreskjema for grunnskolen og et for videregående opplæring. Spørreskjemaet ble distribuert via e-postlistene til Skolelaboratoriernes formidlingstjeneste for kursinformasjon, skolelab.no. Det vil si til alle lærere som har deltatt på kurs i regi av et av skolelaboratoriene. Totalt ble det sendt ut invitasjon til å delta i spørreundersøkelsen til over 4000 lærere.

### **Resultater**

Antall svar, grunnskole: 273

Antall svar, videregående opplæring: 188

Lenker til enkeltresultater står på side 183.

En sortert oppsummering av svarene for påstandsspørsmålene for hvert fag står på side 184-191.



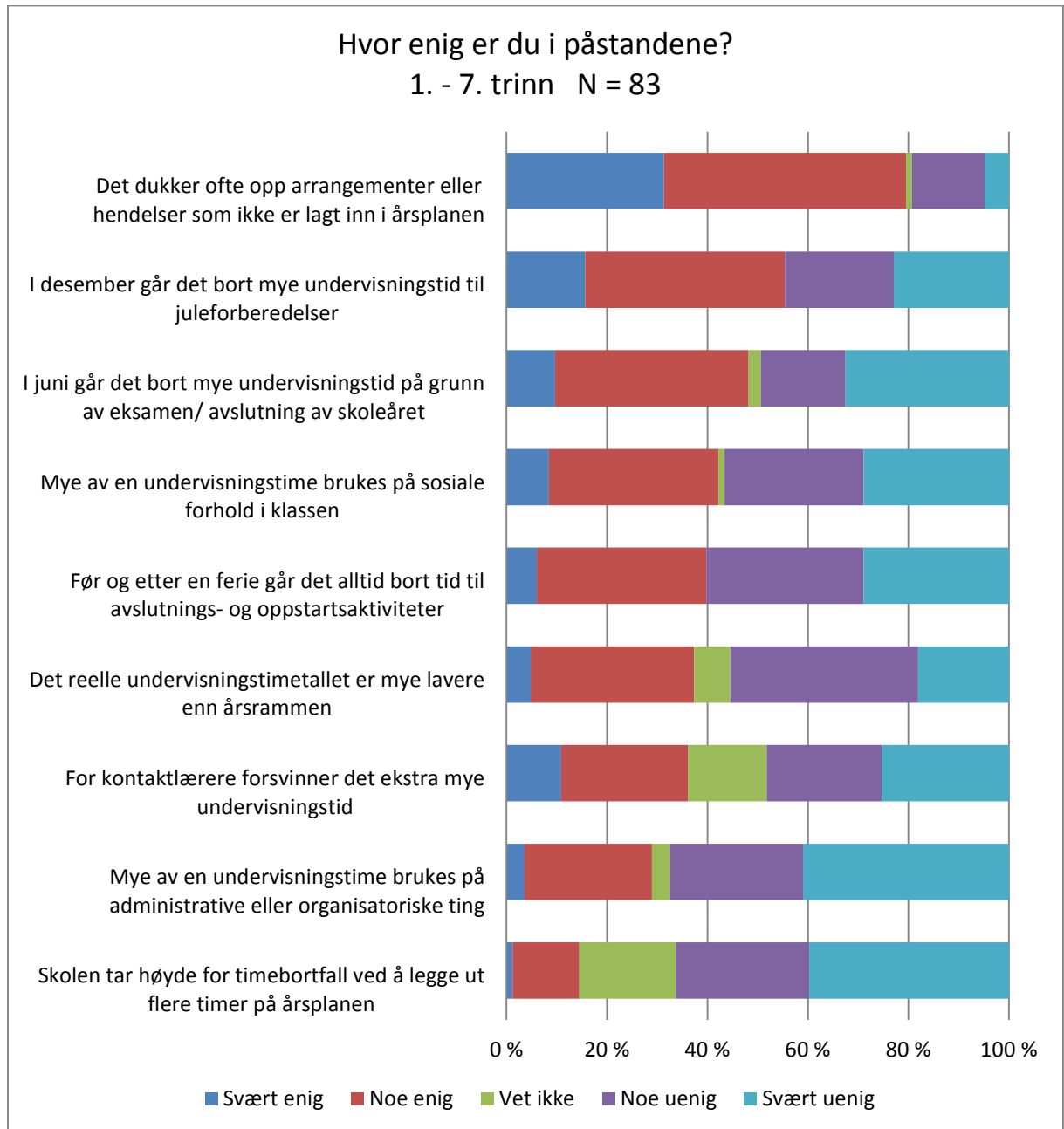
## Spørreundersøkelsen om tid til undervisning

Lenker til resultater i pdf (for andre formater, se <http://www.ntnu.no/skolelab/lenker>):

- 1.-10. trinn:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Tidsunders%C3%B8kelsen+GSK.pdf/e59c0de1-0c7d-407c-8d31-834560c1574f>
- videregående trinn:  
<https://www.ntnu.no/documents/2004699/1263604498/Tidsunders%C3%B8kelsen+vgs.pdf/b85123d6-8010-4cba-9fb5-cdd99bda6831>

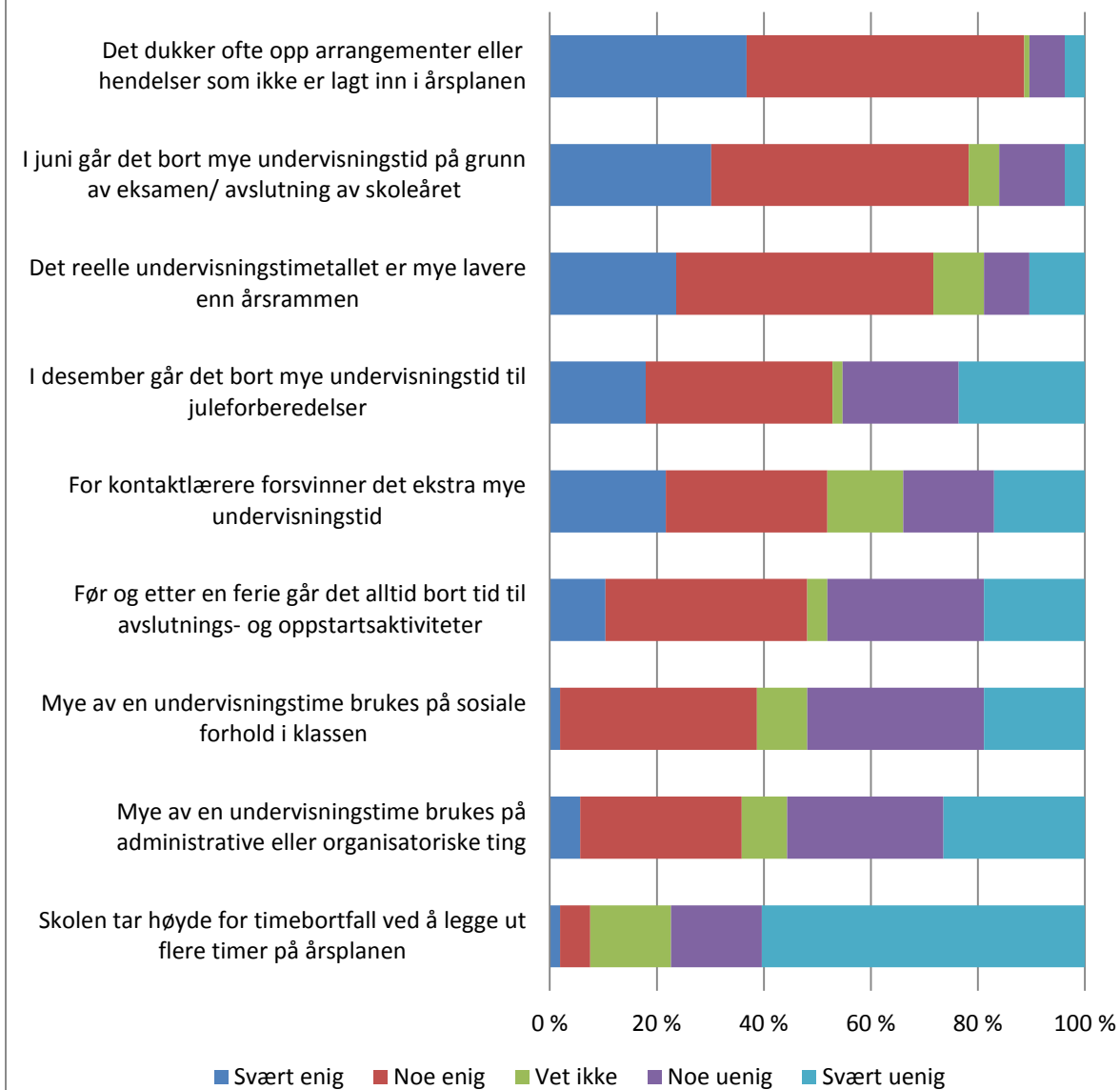
## Resultater – 1. - 10. trinn

### Påstander om tid til undervisning

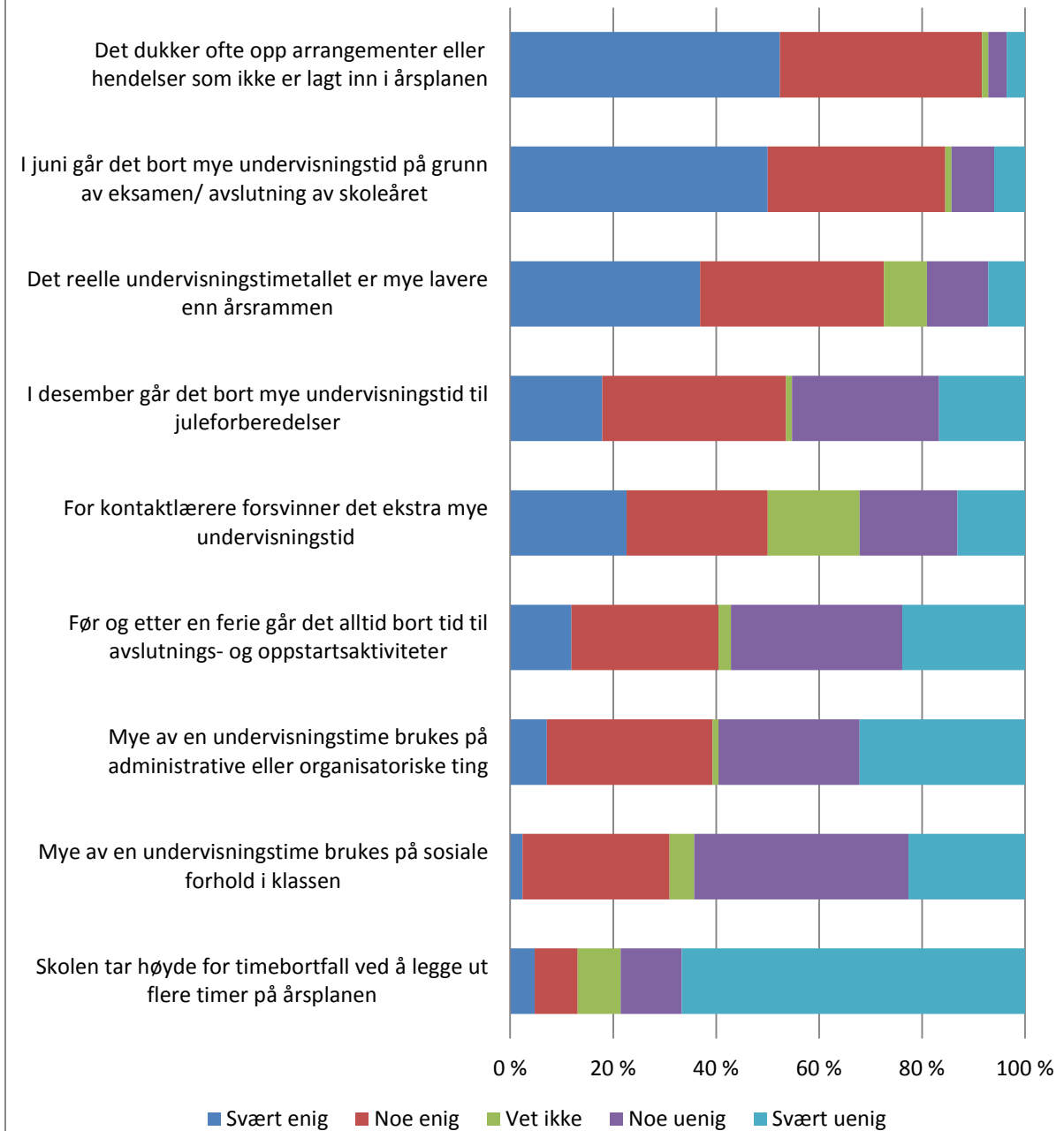


## Hvor enig er du i påstanden?

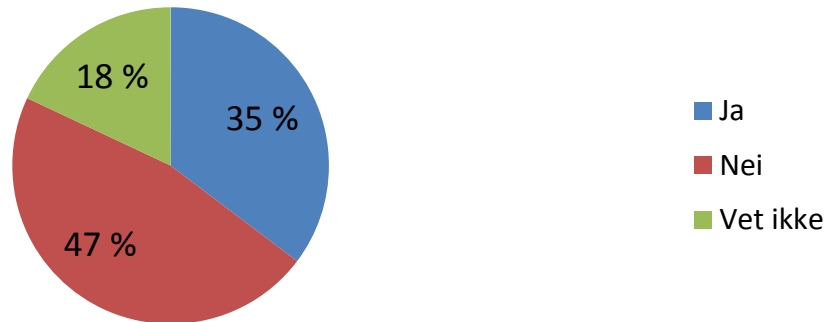
8. + 9. trinn N = 106



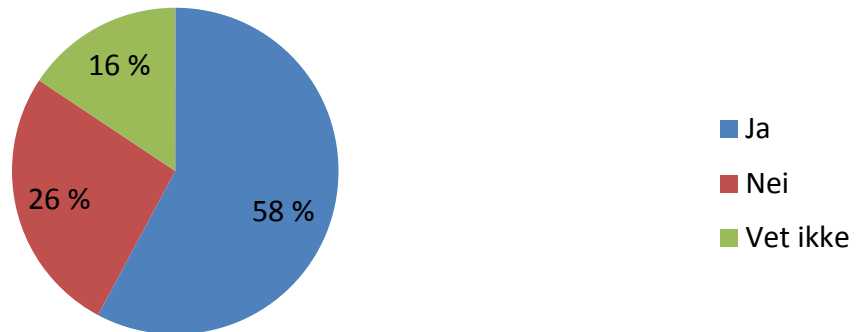
## Hvor enig er du i påstanden? 10. trinn N = 84



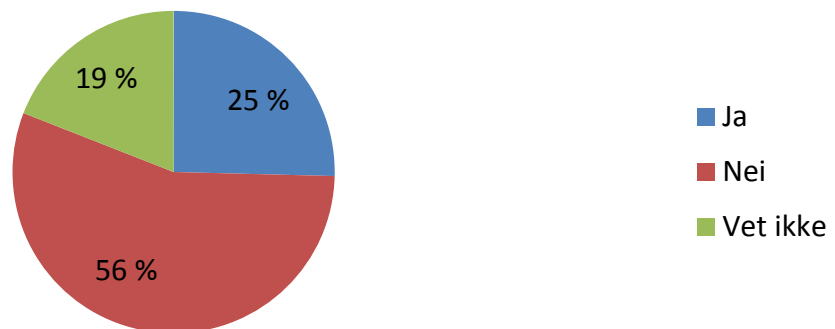
Fikk elevene det timetallet de skulle ha i følge læreplanen?  
1.- 10. trinn N = 272



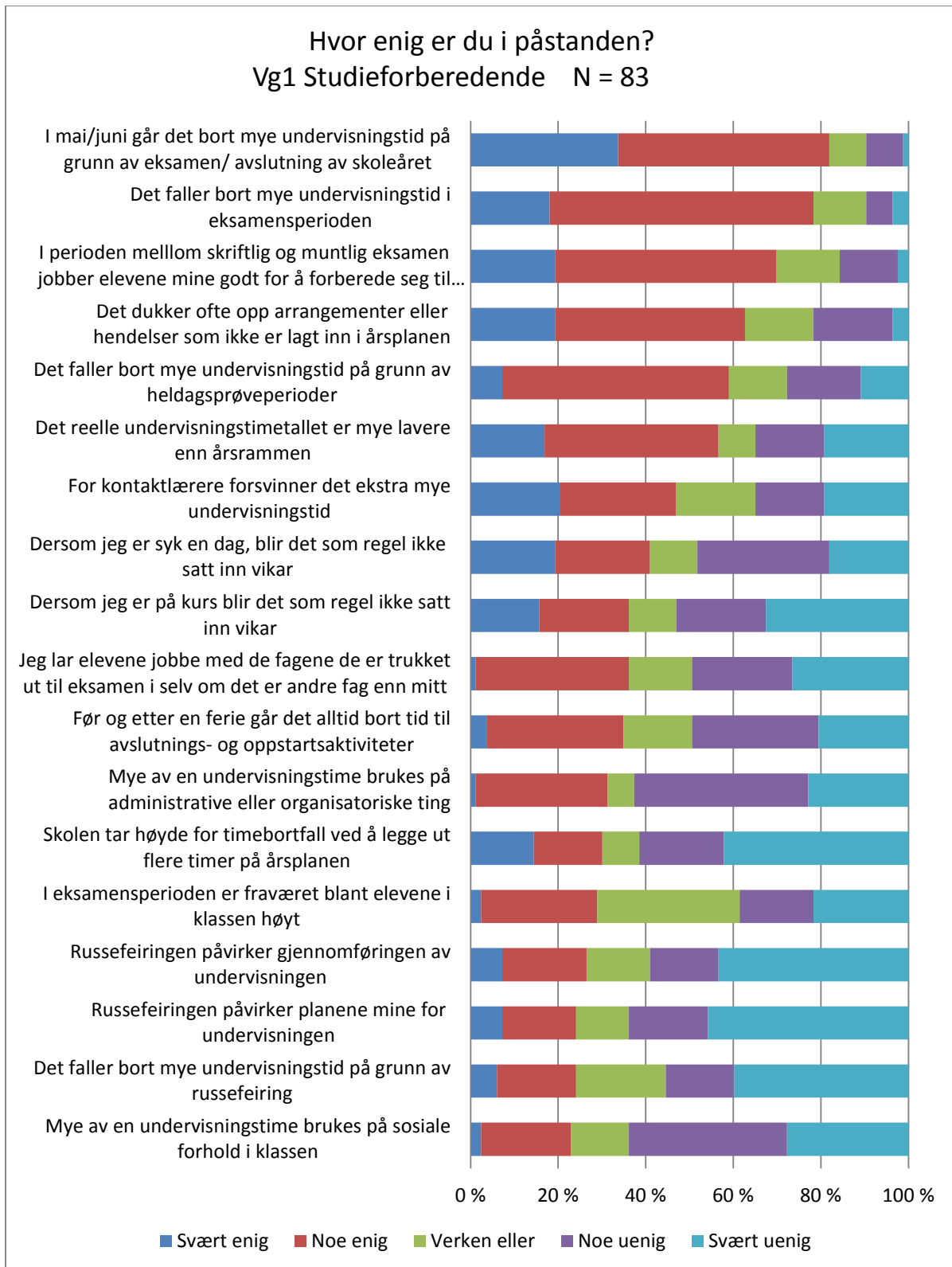
Fikk elevene det timetallet de skulle ha i følge læreplanen?  
1. - 7. trinn N = 83



Fikk elevene det timetallet de har krav på i følge læreplanen?  
8. - 10. trinn N = 189

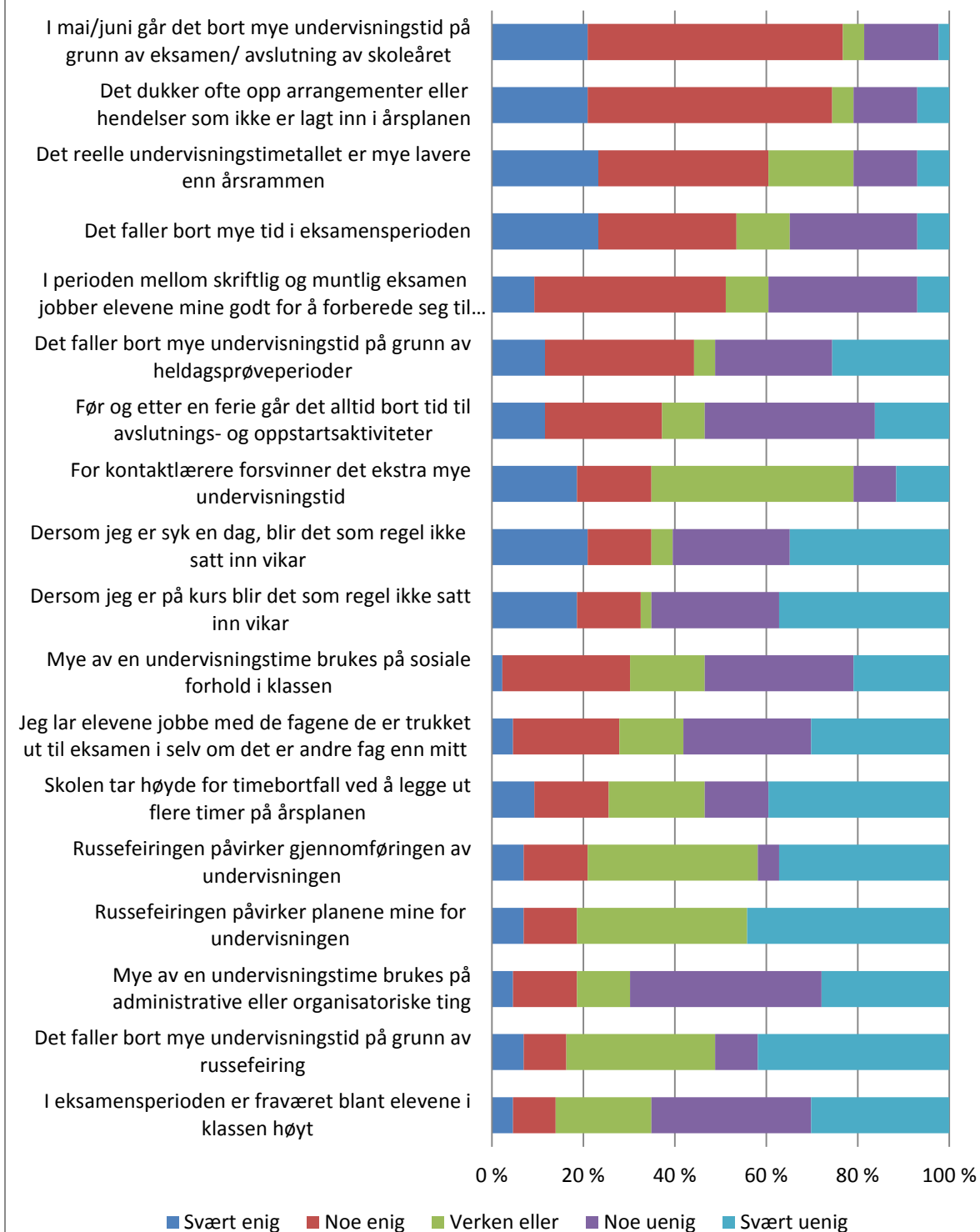


## Resultater – videregående trinn

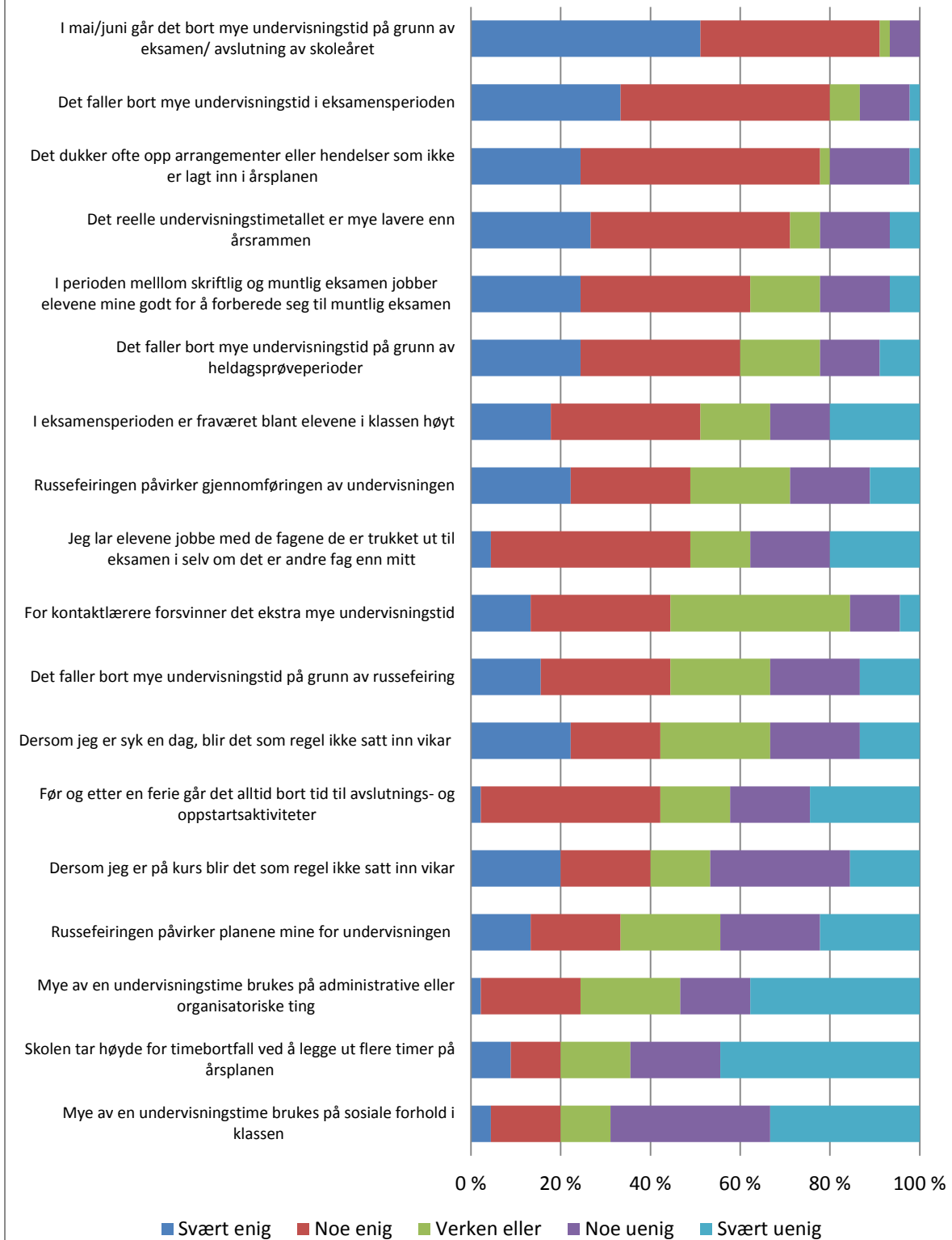


## Hvor enig er du i påstanden?

Vg1 Yrkesfag N = 43



## Hvor enig er du i påstanden? Vg3 Studieforbredende N = 45





## Fikk elevene det undervisningstimetallet de hadde krav på?

Alle – videregående trinn

