

FORORD

Denne boka handler om resultatene fra TIMSS 2003. TIMSS-undersøkelsen har vært gjennomført av Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling (ILS) ved Det utdanningsvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo på oppdrag fra Utdanningsdirektoratet.

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) er en internasjonal undersøkelse som handler om matematikk og naturfag i skolen. Undersøkelsen omfatter elever i 4. og 8. klasse. Undersøkelsens kanskje viktigste mål er å beskrive og sammenlikne elevprestasjoner, så vel nasjonalt som internasjonalt, for deretter søke å forklare og forstå forskjeller i prestasjoner ut fra andre data i undersøkelsen. Man ønsker slik å kunne si noe om hvilke faktorer som best fremmer læring. Flere hundre tusen elever i vel 50 land har vært med i undersøkelsen. Dette gjør TIMSS til historiens mest omfattende komparative forskningsprosjekt som er gjennomført innen utdanning.

Vi har lagt vekt på å presentere resultatene på en måte som gjør at leserne forstår hva TIMSS faktisk kan fortelle noe om, og at de får et grundig innblikk i de viktigste funnene vi har gjort. For å få et så helhetlig bilde som mulig av realfagsundervisningen i Norge har vi lagt stor vekt på å trekke inn resultater fra PISA 2003 og fra evalueringsrapportene til L97.

Med denne boka prøver vi å nå mange ulike lesere, som skoleforskere, lærerutdannere, studenter, lærere, foreldre, politikere og andre som har interesse av utdanningsspørsmål. På den ene siden har vi forsøkt å være nokså stringente, i den forstand at vi har tilstrebet presisjon i terminologi og å ha et tydelig skille mellom funn og mulige forklaringer. På den andre siden har vi prøvd å unngå en altfor akademisk skrivestil. Vi har lagt vekt på at boka skal være vitenskapelig uten å være vanskelig tilgjengelig, og har forklart metoder og fagterminologi der vi mener det er nødvendig eller nyttig. I de teoretiske delene av rapporten har vi lagt inn nokså mange referanser til relevante publikasjoner, og dette håper vi vil være av verdi for dem som vil orientere seg videre innen fagområdet.

Vi vil takke fagmiljøet og alle som har vært involvert i prosjektet, for et godt samarbeid. En spesiell takk til Marion Lunde Caspersen og Lise Faafeng som på ulike måter har bidratt i prosessen.

Blindern, november 2004

INNHold

1	Hva i all verden har skjedd i realfagene	7
1.1	Hvor godt presterer norske elever i matematikk?	7
1.1.1	Matematikk i 8. klasse.....	7
1.1.2	Matematikk i 4. klasse.....	10
1.2	Hvor gode er norske elever i naturfag?.....	13
1.2.1	Naturfag i 8. klasse	13
1.2.2	Naturfag i 4. klasse	16
1.3	Sammenfatning	18
1.4	Kort om det videre innholdet i boka.....	18
2	Mål, metoder og gjennomføring	21
2.1	Hva er TIMSS?	21
2.1.1	Historikk	21
2.1.2	Organisering og viktige mål i TIMSS.....	22
2.1.3	Analyser av data	22
2.1.4	Populasjoner i TIMSS 1995, 1999 og 2003	23
2.2	Rammeverk og instrumenter for TIMSS 2003.....	24
2.2.1	Hensikt og utforming	24
2.2.2	Rammeverket for matematikk	25
2.2.3	Rammeverket for naturfag	26
2.2.4	Kontekstuelt rammeverk	28
2.2.5	TIMSS og PISA	28
2.2.6	TIMSS og L97	28
2.2.7	Oppgaver	29
2.2.8	Koder for åpne oppgaver	30
2.2.9	Spørreskjemaer.....	31
2.2.10	Oversettelse.....	32
2.3	Gjennomføring av undersøkelsen i Norge	33
2.3.1	Tidspunkt for gjennomføring	33
2.3.2	Utvalg av skoler og elever.....	33
2.3.3	Gjennomføring på skolene.....	34
2.3.4	Databehandling	35
2.3.5	Kvalitetskontroll	35
2.4	Hovedfunn fra TIMSS 1995.....	36
2.5	Valg av referanseland	37
3	TIMSS i et matematikdidaktisk perspektiv	39
3.1	Matematikk for alle – hvorfor, hva og hvordan?.....	39
3.1.1	Hvorfor matematikk for alle?	39
3.1.2	Innholdet i matematikk for alle	41

3.1.3	Undervisning i matematikk	45
3.2	TIMSS og L97	46
3.3	TIMSS og PISA	48
3.4	Matematikkundervisning på dagsorden i Norge	50
4	Matematikkprestasjoner	53
4.1	Ulike nivåer i matematikk	53
4.2	Kjønnforskjeller i matematikk	57
4.3	Prestasjoner på hvert av emneområdene	58
4.3.1	Sammenlikning mellom emneområdene	58
4.3.2	Prestasjoner på området Tall	61
4.3.3	Prestasjoner på området Algebra/Mønstre	66
4.3.4	Prestasjoner på området Målinger	69
4.3.5	Prestasjoner på området Datarepresentasjon	74
4.3.6	Prestasjoner på området Geometri	78
5	TIMSS i et naturfagdidaktisk perspektiv	83
5.1	Hva er naturfaglig kunnskap?	83
5.1.1	Naturvitenskap som produkt, prosess og sosialt system	83
5.1.2	Naturfaglig kunnskap som fakta, prosedyrer, skjemaer og strategier	84
5.2	Hvorfor lære naturfag?	85
5.3	Hvordan læres naturfag?	86
5.4	Konstruktivistisk undervisning i naturfag?	87
5.5	Naturfag som skolefag	88
5.6	Naturfag i TIMSS	89
5.6.1	Innholdsdimensjonen	89
5.6.2	Den kognitive dimensjonen	91
5.7	TIMSS og L97	92
5.8	TIMSS OG PISA	94
5.8.1	Likheter og forskjeller	94
5.8.2	Naturfag i PISA	95
5.9	Avslutning	97
6	Naturfagprestasjoner	99
6.1	Fordeling av elever etter nivåer	99
6.2	Kjønnforskjeller	101
6.3	Prestasjoner på hvert av fagområdene	103
6.4	Kjønnforskjeller på de ulike fagområdene	105
6.5	Resultater for enkeltoppgaver	107
6.5.1	Oppgaver for 8. klasse	107
6.5.2	Oppgaver for 4. klasse	115
7	Elevenes holdninger og selvoppfatning	123
7.1	Holdninger til matematikk	123
7.1.1	8. klasse	123
7.1.2	4. klasse	126
7.1.3	Holdninger og kjønn	127
7.1.4	Endringer i holdninger til matematikk siden 1995	129
7.2	Selvoppfatning i matematikk	130

7.2.1	8. klasse	130
7.2.2	4. klasse	133
7.2.3	Kjønnforskjeller.....	134
7.3	Holdning til naturfag	135
7.3.1	8. klasse	135
7.3.2	4. klasse	138
7.3.3	Holdninger og kjønn	138
7.3.4	Endring i holdning til naturfag siden 1995.....	139
7.4	Selvoppfatning i naturfag.....	141
7.4.1	8. klasse	141
7.4.2	4. klasse	143
7.4.3	Kjønnforskjeller.....	143
7.5	Sammenlikning mellom holdninger til matematikk og til naturfag i 8.klasse	144
7.6	Sammenheng med faglige prestasjoner	146
7.7	Avslutning.....	146
8	Undervisning i matematikk.....	149
8.1	Matematikklærernes kvalifikasjoner	149
8.2	Tid til matematikk og vektlegging av ulike emneområder	151
8.3	Organisering og arbeidsmåter i matematikkundervisningen	155
8.4	Matematikk knyttet til dagliglivet.....	158
8.5	Prøver i matematikk	159
8.6	Datamaskiner i matematikktimene	160
8.7	Lekser i matematikk	161
8.8	Forstyrrende elevfaktorer i matematikk-undervisningen	164
8.9	Avslutning.....	164
9	Undervisning i naturfag.....	167
9.1	Naturfaglærernes kvalifikasjoner.....	167
9.2	Tid til naturfag og ulike fagområder.....	169
9.3	Naturfag knyttet til dagliglivet	171
9.4	Arbeidsmetoder i naturfag	173
9.5	Eksperimentell undervisning i naturfag	174
9.6	Lekser i naturfag.....	177
9.7	Prøver i naturfag.....	180
9.8	Datamaskiner i naturfagtimene	181
9.9	Forhold som begrenser naturfag-undervisningen	184
9.10	Avslutning.....	184
10	Hjemmebakgrunn og fagskåre	187
10.1	Økonomisk, kulturell og sosial kapital	187
10.2	Spørsmål om hjemmebakgrunn i TIMSS 2003	189
10.3	Kulturell kapital og prestasjoner	190
10.3.1	Antall bøker i hjemmet.....	190
10.3.2	Mors og fars utdanning.....	192
10.4	Økonomisk kapital og prestasjoner	194
10.5	Språklig bakgrunn og prestasjoner	194
10.6	Har betydningen av hjemmebakgrunn økt siden 1995?	195
10.7	Veien videre: utdanningsambisjoner og hjemmebakgrunn	197

10.8	Avsluttende kommentarer.....	198
11	Oppsummering og konklusjon	201
11.1	Oppsummering av funn fra resultatkapitlene.....	201
11.2	Sammenheng mellom resultater, undervisning og læreplan.....	203
11.2.1	Intendert, implementert og resultert "læreplan"	203
11.2.2	Sammenlikning mellom de tre nivåene.....	204
11.3	TIMSS som vurdering i norsk skole.....	206
11.4	Med PISA på sporet av den tapte kunnskap.....	207
11.5	Hva i all verden har skjedd i realfagene?	208
11.5.1	En enhetlig og subjektiv beskrivelse basert på TIMSS og PISA	208
11.5.2	Where has all the knowledge gone?.....	209
11.5.3	Undervisningsformer.....	210
11.5.4	Endrede elev- og lærerroller	212
11.5.5	Lærerautoritet og uro	213
11.5.6	Innsats og krav.....	213
11.5.7	"Selv om du glemmer at en og en er to ..."	214
11.5.8	Avslutning	216
Referanser	217

1 HVA I ALL VERDEN HAR SKJEDD I REALFAGENE?

I dette første kapitlet vil vi gå rett på sak og gi noen data om elevprestasjoner fra TIMSS-undersøkelsen i 2003. Vi vil vise hvordan norske elever presterer i matematikk og naturfag sammenliknet med elever i andre land, og vi vil sammenlikne de ulike landenes prestasjoner med hvordan de presterte i TIMSS 1995. Det sier seg selv at etter en slik presentasjon er det behov for svar på spørsmål om mål, metoder og utdypende resultater for undersøkelsen. Beskrivelser av mål og metoder i TIMSS har vi valgt å presentere i neste kapittel, mens de resterende kapitler vil omhandle utdypende resultater og ulike fagdidaktiske og pedagogiske perspektiver.

1.1 Hvor godt presterer norske elever i matematikk?

1.1.1 Matematikk i 8. klasse

Vi vil begynne med å vise resultatene for åttendeklassingene i matematikk. Figur 1.1 gir en oversikt over gjennomsnitt og spredning for elevenes prestasjoner i matematikk i hvert land. For forklaringer til figuren, se tekstboks 1.1.

Tekstboks 1.1 Forklaring til figurene 1.1, 1.3, 1.5 og 1.7

Gjennomsnittlig skåre er gitt som et tresifret tall, og denne skalaen er standardisert ved at gjennomsnittet for alle land i TIMSS er satt til 467 poeng, og at det internasjonale standardavviket er satt til 100 poeng. Lengst til høyre i tabellen er fordelingen av elevenes skåre vist i form av et diagram som angir 5-, 25-, 75- og 95- prosentilene i tillegg til et 95 prosent konfidensintervall for gjennomsnittsverdien (to standardfeil, SE, i hver retning ut fra gjennomsnittet). I tillegg er det kolonner der det er vist elevenes gjennomsnittsalder, antall år på skolen og spredningen i prestasjoner i form av det nasjonale standardavviket.

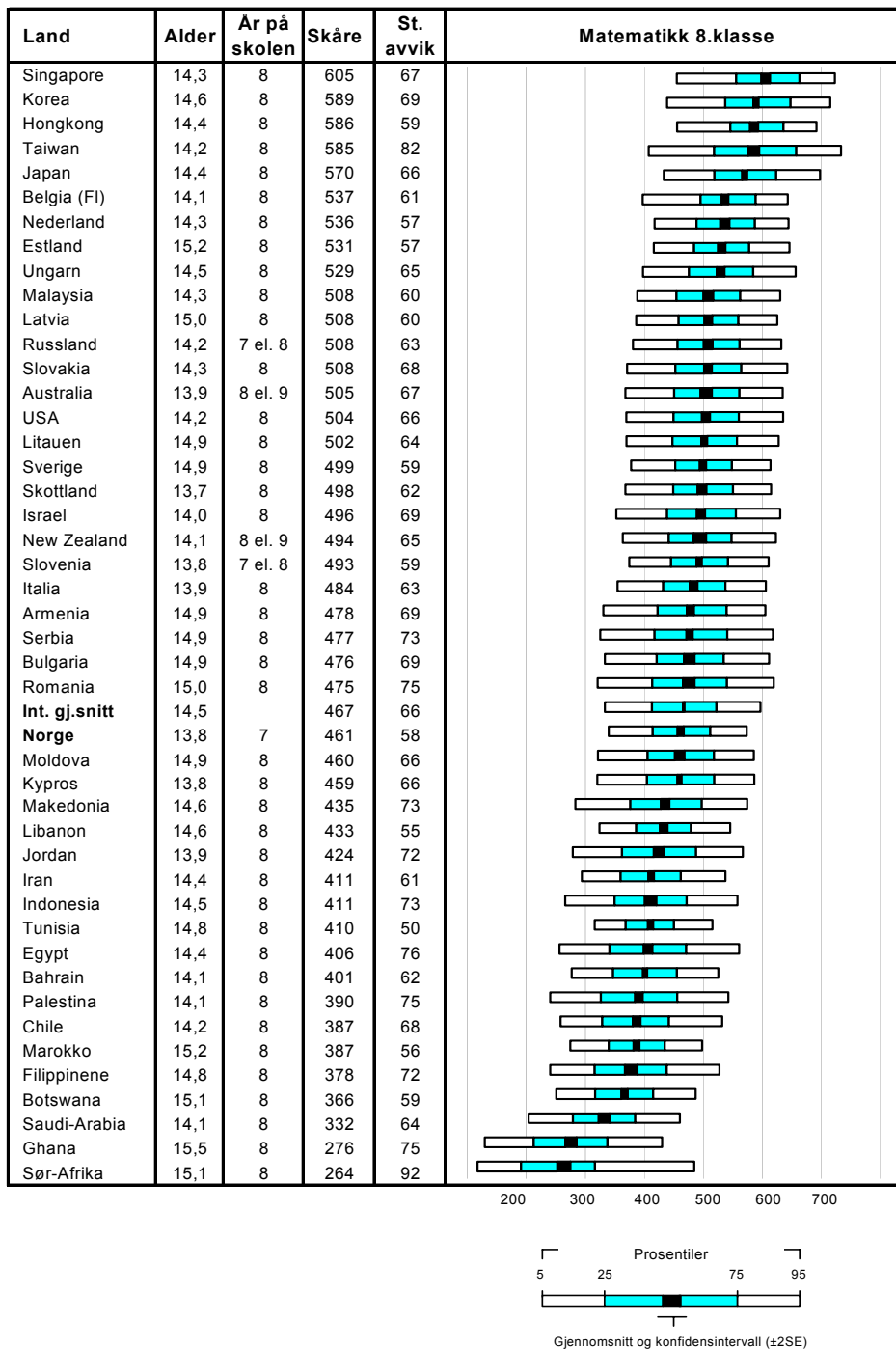
Grunnen til den spesielle poengsummen 467 er at med et slikt gjennomsnitt blir skalaen nøyaktig slik den var i TIMSS 1999, der gjennomsnittet for alle elevene ble satt til 500 poeng. Fordi mange av oppgavene fra 1995 og 1999 også er brukt i 2003, har det vært mulig å bruke samme målestokk i 2003 som i tidligere undersøkelser. Vårt land deltok ikke i TIMSS 1999, men vi kan ved hjelp av denne skalaen sammenlikne dagens elevers prestasjoner med like gamle elever fra TIMSS 1995. Det er videre viktig å legge merke til at selv om den internasjonale fordelingen av skåre har et standardavvik på 100 poeng, er gjennomsnittet av de nasjonale standardavvikene mye lavere.

Som det framgår av figur 1.1, er det en påfallende dominans i toppen av lista av land fra Øst-Asia. For øvrig ligger de aller fleste europeiske landene, både østlige og vestlige, over det internasjonale gjennomsnittet. Under dette gjennomsnittet finner vi stort sett land fra den tredje verden og noen få europeiske, deriblant Norge. Når vi skal diskutere disse resultatene, er det viktig å ta hensyn til at det er betydelige aldersforskjeller mellom elever i ulike land. Som vi ser, er norske elever blant de yngre, og de har gått ett år mindre på skolen enn de aller fleste andre. Men likevel framstår de her i et problematisk selskap. I en europeisk sammenheng viser norske elever seg som bortimot de aller svakeste i matematikk.

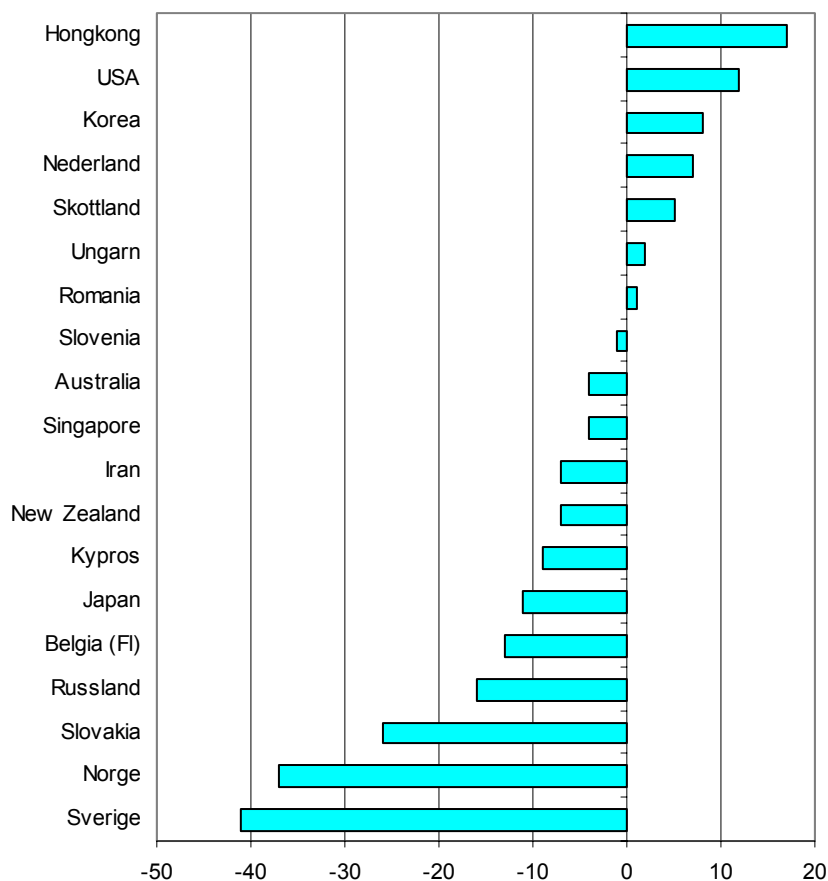
Av figur 1.1 framgår det at norske elever i 8. klasse skårer litt, men signifikant, lavere enn det internasjonale gjennomsnittet, slik de også gjorde i 1995. Siden det ikke er de samme landene som er med i 2003 og 1995, er sammenlikning med ”internasjonalt gjennomsnitt” problematisk og sier ikke nødvendigvis så mye om hvor gode de norske prestasjonene er. Det er mange flere land med, og spesielt flere utviklingsland, i 2003 enn det var i 1995. Mer interessant er det å studere hvor godt norske elever gjør det i forhold til i 1995. I 8. klasse har vi testet elever som både er like gamle og har like mange år på skolen. Det at de nå går i 8. klasse, men i sitt 7. skoleår, skyldes at disse elevene hoppet over ett klasses-trinn i forbindelse med gjennomføringen av reformen i 1997.

Som nevnt ovenfor har man, basert på oppgaver som var med både i 1995 og 2003, kunnet gjøre pålitelige beregninger for å avgjøre om prestasjonene har endret seg, og i tilfelle i hvilken retning. Figur 1.2 viser resultatet av en slik analyse for land som var med både i 1995 og nå i 2003 i populasjon 2, 8. klasse. Forbedringer fra 1995 i elevenes prestasjoner framkommer i diagrammet som en søyle i positiv retning, mens en søyle i negativ retning betyr tilbakegang fra 1995. Feilmarginene ligger på mellom 5 og 10 poeng. På figuren har vi valgt å ikke vise data for land som testet elever med mer enn ½ års avvik fra 1995 i gjennomsnittlig alder.

Figur 1.1 Hovedresultater i matematikk for alle landene i 8. klasse. Se tekstboks 1.1 for forklaring



Figur 1.2 *Endring i matematikkskåre for 8. klasse fra TIMSS 1995 til TIMSS 2003 for de landene der dette kan sammenliknes*



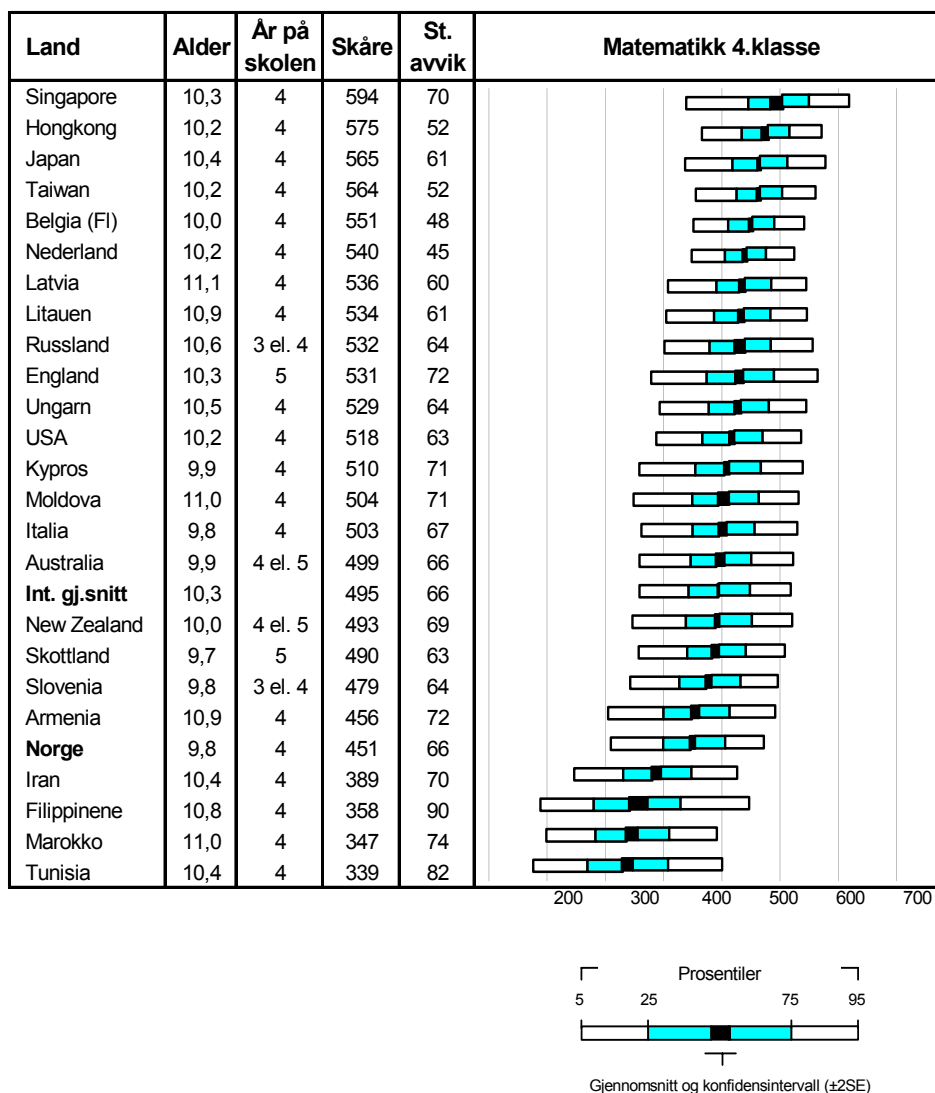
Vi ser av figur 1.2 at i flere land, og særlig i Hongkong og USA, skårer elevene klart bedre enn de gjorde i 1995, mens i andre land har elevprestasjonene klart gått tilbake. Sverige og Norge er de to landene som har størst tilbakegang i elevprestasjoner fra 1995 til 2003. Særlig siden også resultatet i 1995 var relativt svakt for Norges del, er en nedgang på hele 37 poeng urovekkende. TIMSS 1995 ble gjennomført på to klassetrinn i hver populasjon, og gjennomsnittlig framgang i løpet av et trinn var ca 40 poeng. Dette viser at dagens elever ligger omtrent et helt skoleår lavere i prestasjoner sammenliknet med nivået i matematikk i 1995.

1.1.2 Matematikk i 4. klasse

Vi skal nå se på de tilsvarende resultatene for 4. klasse. Som i 8. klasse har vi testet elever med samme alder i 1995 og 2003, men til forskjell fra elevene i 8.

klasse har elevene i 4. klasse hatt ett år mer på skolen enn tilsvarende aldersgruppe hadde i 1995. Dette innebærer også at elevene i vårt land går på samme klassesertrin som elever i nesten alle de andre landene.

Figur 1.3 Hovedresultater i matematikk for alle landene i 4. klasse. Se tekstboks 1.1 for forklaring



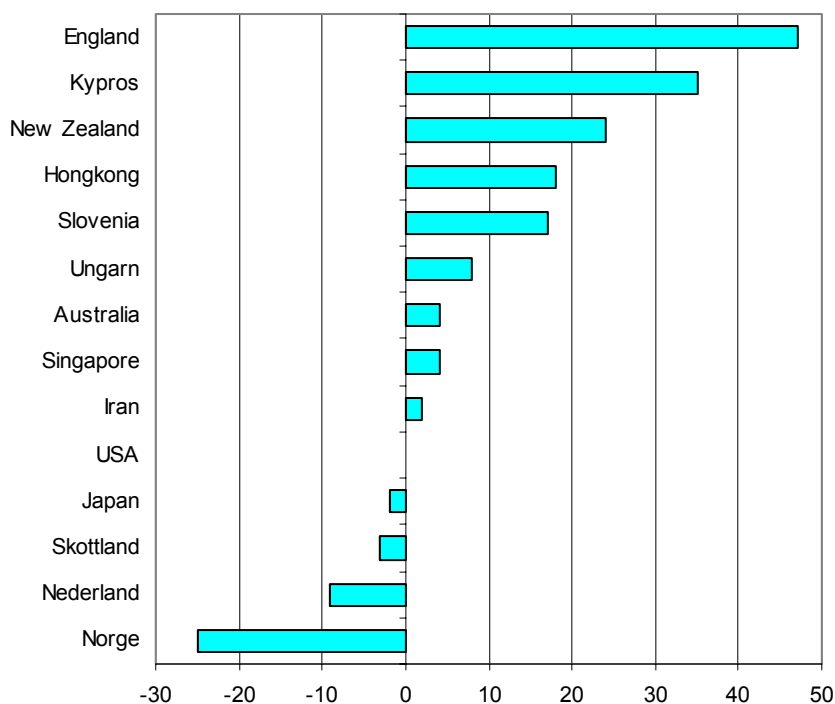
Figur 1.3 viser resultater for 4. klasse i hvert land. For forklaring av figuren viser vi til tekstboks 1.1. Som vi ser av figuren, ligger norske elever i 4. klasse enda lavere i forhold til det internasjonale gjennomsnittet enn det de norske elevene i 8. klasse gjorde. Bildet er altså enda mindre oppmuntrende enn for 8. klasse. Riktignok varierer gjennomsnittlig alder på elevene ganske mye mellom

land, men antall år på skolen er ganske likt. Det har sammenheng med at man i TIMSS på grunn av situasjonen i en del utviklingsland har latt år på skolen bli mer avgjørende for hvilke elever som testes enn alder (se kapittel 2). Alder er fortsatt grunnlaget for den offisielle definisjonen i TIMSS 2003. Det internasjonale gjennomsnittet for dette klassetrinnet har gått ned fra 524 poeng i 1995 til 495 i 2003, mens gjennomsnittsalderen for elevene har økt, noe som selvsagt har sammenheng med hvilke land som deltok den gangen og nå.

Som for de eldre elevene er det de østasiatiske landene som dominerer øverst på denne lista, og også her ligger de fleste europeiske landene over gjennomsnittet. Det som imidlertid er mest påtakelig i en norsk sammenheng, er utvilsomt at vårt land her plasserer seg i selskap med land vi vanligvis ikke sammenlikner oss med, og det kan være god grunn til å spørre hvordan dette kan ha seg. En umiddelbar reaksjon er at de norske resultatene synes å være oppsiktsvekkende svake. Som for 8. klasse er det derfor naturlig å studere hvordan prestasjonene i de enkelte land har endret seg fra 1995 til 2003. Figur 1.4 viser dette for de landene som har testet elever med tilnærmet samme alder begge ganger. Feilmarginen varierer noe fra land til land, men ligger stort sett mellom 5 og 10 poeng.

Av figur 1.4 framgår det at mange land skårer klart bedre i 2003 enn de gjorde i 1995. Det er bare to land som går signifikant tilbake, Nederland og Norge. Og for vårt lands vedkommende framstår tilbakegangen som nærmest katastrofal. Dette må vi altså se på bakgrunn av at de norske resultatene i 1995 også ble vurdert som svake. En av konklusjonene når det gjaldt 9-åringer den gangen, var: ”*Det ser ut til at norske elever lider under å ha gått ett år mindre på skolen.*” (Brekke mfl. 1998, s. 121). I 2003 tester vi fjerdeklassinger med samme alder, men med ett år *mer* på skolen enn de elevene som vi testet i 1995. At vi da har gått markert tilbake, er både oppsiktsvekkende og ikke minst sterkt beklagelig. For å gi et inntrykk av hvor mye en tilbakegang på rundt 25 poeng er, vil vi peke på at i populasjon 1 i TIMSS 1995 svarte ett års skolegang gjennomsnittlig til ca. 60 poeng forbedring langs samme skala. Forenklet kan vi si at elevene våre i 2003 har gått ett år lenger på skolen, men ligger likevel bortimot et halvt år etter i sin faglige utvikling sammenliknet med situasjonen åtte år tidligere.

Figur 1.4 Endring i matematikkskåre for 4. klasse fra TIMSS 1995 til TIMSS 2003 for de landene der dette kan sammenliknes

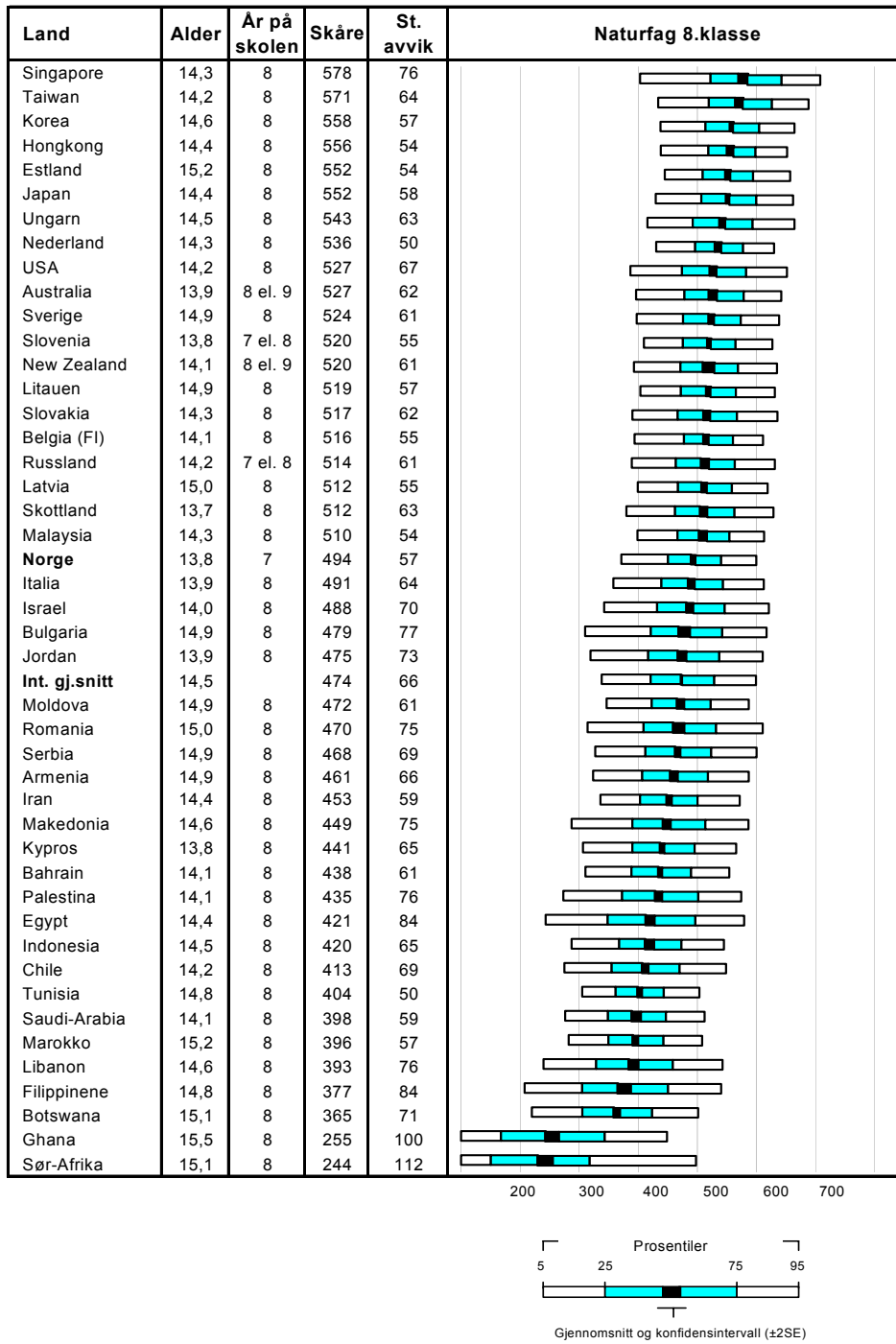


1.2 Hvor gode er norske elever i naturfag?

1.2.1 Naturfag i 8. klasse

Figur 1.5 viser åttendeklassingenes gjennomsnittsskåre i naturfag for hvert av deltakerlandene. Av figuren framgår det at de norske elevene også i naturfag skårer svakt, men ikke så svakt som i matematikk. De norske elevene skårer riktignok omtrent 20 poeng over det internasjonale gjennomsnittet, men likevel lavere enn de landene det kanskje er mest naturlig å sammenlikne seg med. Det er imidlertid viktig å ta alder og antall skoleår med i betraktning, og da ser vi at de norske elevene er relativt unge, og at de i motsetning til de fleste bare har gått sju år på skolen.

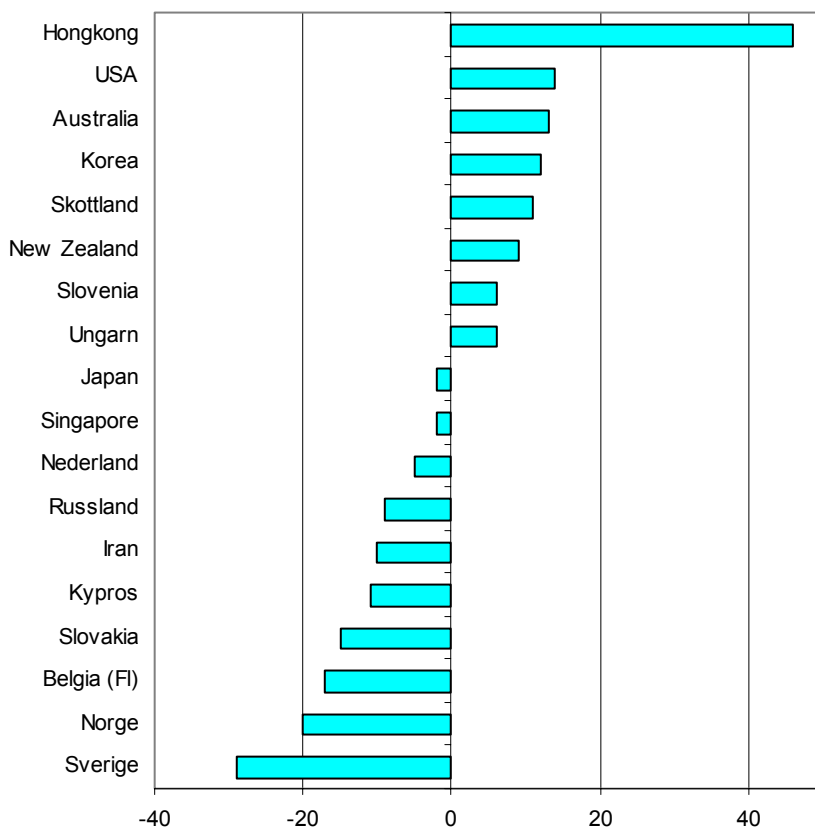
Figur 1.5 Internasjonale resultater i naturfag for 8. klasse. Se tekstboks 1.1 for forklaring



Videre viser figur 1.5 at det som for matematikk er en klar dominans av øst-asiatiske land blant de landene som skårer høyest. Singapore skåret klart best også i TIMSS 1995. Japan og Korea var også da blant de beste. For øvrig skårer også de fleste europeiske landene over gjennomsnittet.

I det følgende vil vi sammenlikne resultatene i naturfag fra TIMSS 2003 med de resultatene vi fant i TIMSS 1995 for like gamle elever. Figur 1.6 viser differansen mellom gjennomsnittsskårene i de to undersøkelsene. Det vil si at de landene som presterer relativt best i 2003, har søyler som peker mot høyre. Landene er sortert etter hvor stor framgangen er, og sier ikke noe om hvor høy gjennomsnittsskåre de enkelte landene har. Feilmarginen varierer noe fra land til land, men ligger stort sett mellom 5 og 10 poeng. I denne sammenlikningen har vi bare tatt med de land som har deltatt i begge undersøkelsene, og der elevenes gjennomsnittlige alder ikke avviker mer enn ½ år.

Figur 1.6 Endring i naturfagskåre for 8. klasse fra TIMSS 1995 til TIMSS 2003 for de landene der dette kan sammenliknes

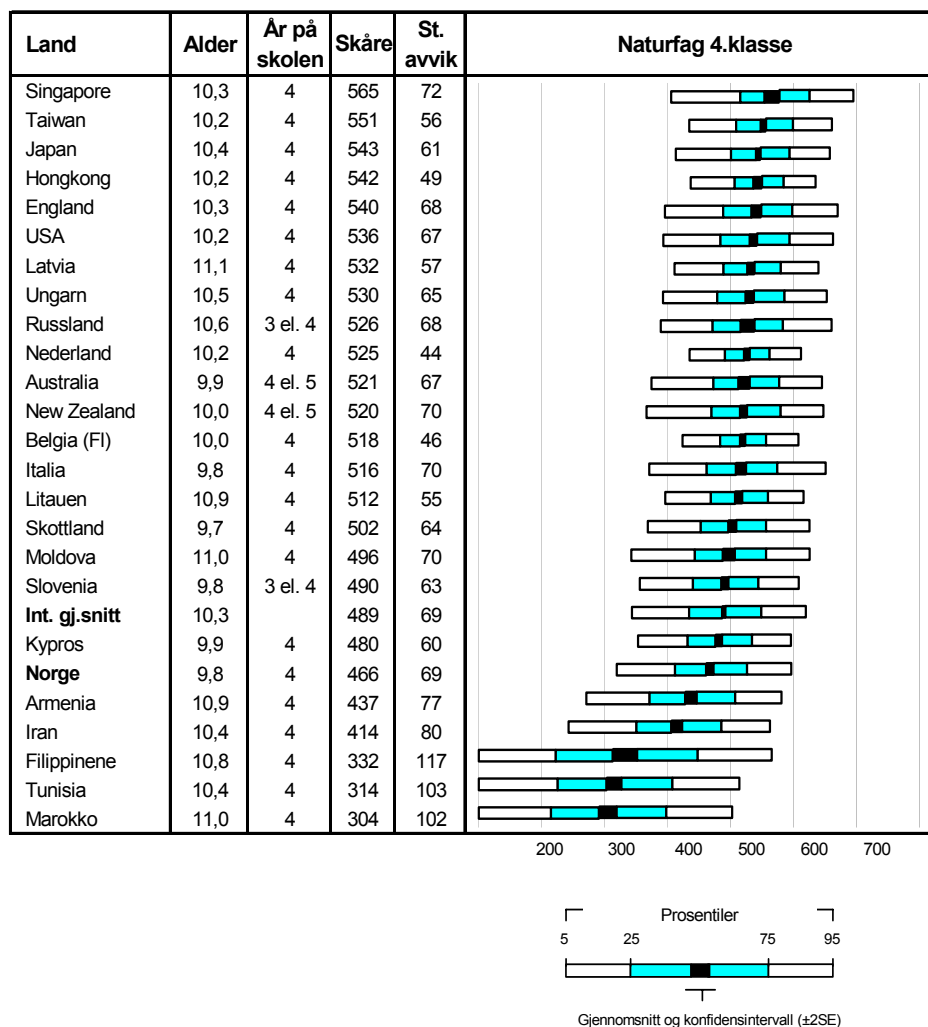


For det første legger vi merke til at akkurat som i matematikk er Norge og Sverige de to landene som har hatt størst tilbakegang. Tilbakegangen i poeng er imidlertid ikke så stor som i matematikk. For vårt land svarer tilbakegangen

1 HVA I ALL VERDEN HAR SKJEDD I REALFAGENE?

omtrent til at elevene nå ligger et halvt år ”etter” elevenes dyktighet i 1995. For øvrig ser vi at Hongkong markerer seg med en spesielt stor framgang, noe som trolig henger sammen med at de har hatt en omfattende læreplanreform i naturfag. I Norge har det som kjent også vært en omfattende reform, men i vårt land ser det ut til at virkningen har vært annerledes.

Figur 1.7 Internasjonale resultater i naturfag i 4. klasse. Se tekstaboks 1.1 for forklaring



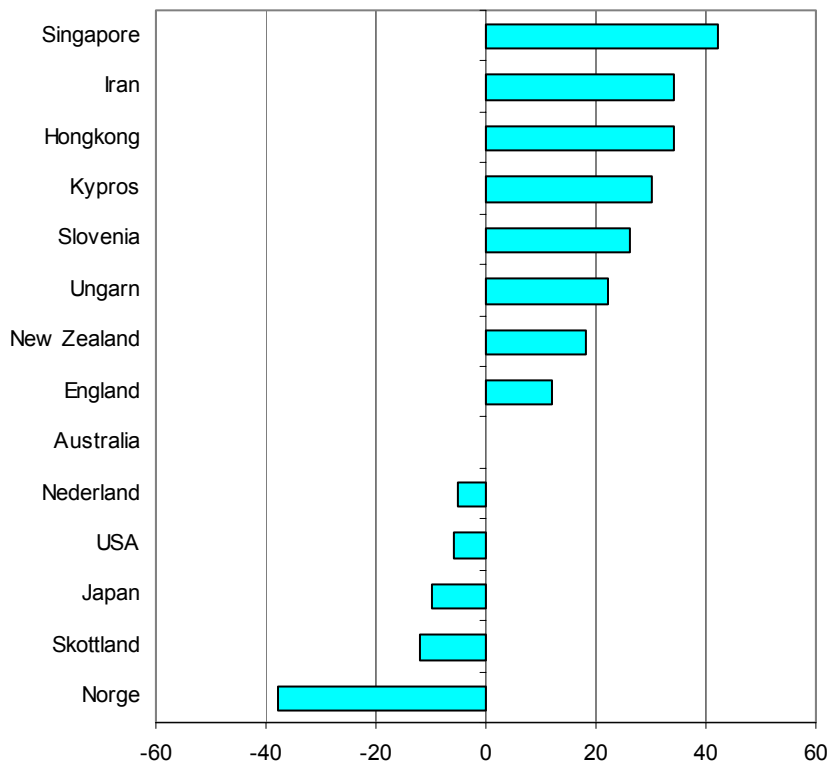
1.2.2 Naturfag i 4. klasse

Figur 1.7 viser tilsvarende resultater for 4. klasse. I likhet med resultatene for 8. klasse er det en klar dominans av østasiatiske og dernest europeiske land blant de høytskårende landene. Figuren viser også at de norske elevene skårer signi-

fikant lavere enn det internasjonale gjennomsnittet, og faktisk aller lavest i Europa. Igjen ser vi at norske fjerdeklassinger skårer oppsiktsvekkende svakt, og det er naturlig å sammenlikne med hvordan jevnaldrende elever skåret i 1995.

Figur 1.8 viser differansen for gjennomsnittskåre mellom undersøkelsene i 1995 og 2003. Landene er sortert etter hvor stor endringen har vært, og søyler mot høyre vil si positiv framgang. Ett land med store endringer i gjennomsnittsalder er ikke tatt med på figuren. Det første vi legger merke til på denne figuren, er den store tilbakegangen de norske resultatene viser, den er langt større enn i alle andre land. Og igjen må vi bare undre oss over hva som ligger bak en så sterk tilbakegang når vi tar med i betraktningen at elevene har gått ett år mer på skolen. En tilbakegang på nesten 40 poeng svarer omtrent til at elevene i 4. klasse i 2003 er bortimot "et helt år svakere" enn de jevnaldrende i 3. klasse i 1995.

Figur 1.8 Endring i naturfagskåre for 4. klasse fra TIMSS 1995 til TIMSS 2003 for de landene der det kan sammenliknes direkte



1.3 Sammenfatning

Bildet vi har fått av norske elevers kunnskaper i matematikk og naturfag i 2003, er i høyeste grad bekymringsfullt. Som vi ser, er det flere land som skårer klart bedre i 2003 enn i 1995, mens elevene i vårt land går klart tilbake i begge populasjonene og i begge fagene. Riktignok er det også flere relativt høytpresterende land som også går tilbake. For et høytpresterende land er en liten tilbakegang i en populasjon ikke særlig problematisk. Det som er problemet for Norge, er at resultatene er så entydig negative på begge alderstrinnene. Og vi snakker her om tilbakegang fra et nivå som allerede i 1995 ble vurdert som svakt sammenliknet med andre land (Lie mfl. 1997a,b). Dette skjer på tross av at våre fjerdeklassinger har ett år mer på skolen enn dem vi testet i 1995. I den forbindelse er det naturlig å peke på de samme negative tendensene også i PISA i 10. klasse (Kjærnsli mfl. 2004).

Et annet trekk som framgår av de internasjonale resultatene, gjelder spredningen av prestasjoner innad i hvert land. Dette er vist ved bredden av søylene til høyre på figurene og i en egen kolonne over standardavvikene. I vårt land er spredningen gjennomsnittlig stor i 4. klasse, mens den er litt under gjennomsnittet i 8. klasse. Sett i forhold til den sterke enhetsskoletanken i vårt land kunne vi kanskje ha ventet at spredningen ville ha vært betydelig lavere enn gjennomsnittet. På den andre siden er det bildet vi får av spredningen mellom norske elever, ikke så forskjellig fra det som var i TIMSS 1995 (Lie mfl. 1997a,b) og for realfagene i PISA 2000 (Lie mfl. 2001) og PISA 2003 (Kjærnsli mfl. 2004).

Det mest slående for Norges vedkommende er altså det entydig negative bildet vi får av elevenes kunnskaper og ferdigheter i realfagene. Vi trenger en grundig debatt om dette, og vi vil flere ganger utover i rapporten komme tilbake til mulige årsaker til de dårlige resultatene. Det er mange faktorer som kan ha bidratt til dette, og vi vil advare mot å trekke for bastante slutninger. Vi har allerede nevnt at norske elever er litt yngre enn elever i mange andre land. Men når det gjelder å sammenlikne de norske resultatene i 2003 med resultatene fra 1995, er dette argumentet irrelevant. Vi har begge ganger testet elever med samme gjennomsnittsalder, den eneste forskjellen er at de i 2003 hadde ett år mer skolegang i 4. klasse. Selv om også våre elevers prestasjoner og dermed plassering internasjonalt gir grunn til bekymring, er det den klare tilbakegangen i prestasjoner på begge klassetrinn fra 1995 som er mest problematisk. At norske elever presterer markert dårligere på begge alderstrinn og i begge fagene i 2003 enn de gjorde i 1995, framstår som et betydelig problem som det er viktig å prøve å forstå bakgrunnen for. Resten av denne boka vil på mange måter dreie seg om nettopp dette.

1.4 Kort om det videre innholdet i boka

I det neste kapitlet vil vi redegjøre for mål, metoder, organisering og gjennomføring av TIMSS-undersøkelsen. Kapittel 3 vil dreie seg om fagdidaktiske

perspektiver i matematikk. Her vil vi gi en kort oversikt over noen begrunnelser for faget, litt om hvordan faget framstår i norsk læreplan, og hvordan matematikk defineres i TIMSS. I kapittel 4 går vi inn på kjønnsforskjeller og hvordan norske elever presterer innenfor ulike emneområder i matematikk, og vi gir noen oppgaveeksempler som illustrerer dette. De to neste kapitlene handler om tilsvarende i naturfag. Kapittel 7 gjør rede for data om elevers holdninger og selvtillit i realfagene, mens kapitlene 8 og 9 dreier seg om organisering og innhold i undervisningen i de to fagene. Betydningen av elevenes hjemmebakgrunn vil stå i fokus i kapittel 10. Det siste kapitlet, kapittel 11, inneholder en oversikt over funnene og en mer generell diskusjon av resultatene i en fagdidaktisk og skolepolitisk sammenheng.

2 MÅL, METODER OG GJENNOMFØRING

Etter at vi i det første kapitlet har vist noen hovedresultater, er det nå tid for å forklare hvor alle disse dataene kommer fra, hva slags undersøkelse dette er, og hvordan den er gjennomført. Dette kapitlet dreier seg derfor om å beskrive mål og metoder for TIMSS-undersøkelsene generelt og TIMSS 2003 spesielt. Det er mange detaljer i dette kapitlet, detaljer som hver for seg er viktige for å gi et helhetlig bilde av undersøkelsen og kvaliteten på dataene. Imidlertid er ikke alle disse detaljene nødvendige for å kunne forstå resultatene slik de presenteres i denne rapporten.

2.1 Hva er TIMSS?

2.1.1 Historikk

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) er en internasjonal undersøkelse som handler om matematikk og naturfag i skolen. Undersøkelsens kanskje viktigste mål er å beskrive og sammenlikne elevprestasjoner, så vel nasjonalt som internasjonalt, for deretter søke å forklare og forstå forskjeller i prestasjoner ut fra andre data i undersøkelsen. Man ønsker slik å kunne si noe om hvilke faktorer som best fremmer læring. Flere hundre tusen elever i vel 50 land er nå med i undersøkelsen. Dette gjør TIMSS til historiens mest omfattende komparative forskningsprosjekt som er gjennomført innen utdanning.

TIMSS administreres av den internasjonale organisasjonen IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), som er et nettverk for utdanningsforskning. IEA ble etablert i 1959. Dette skjedde i forkant av FIMS (First International Mathematics Study, se Husén 1967) som fant sted i begynnelsen av 1960-årene. Den ble etterfulgt av FISS (First International Science Study, se Comber & Keeves 1973) tidlig i 1970-årene. De påfølgende studiene SIMS (Second International Mathematics Study, se Travers & Westbury 1989, Robitaille & Garden 1989, Burstein 1992) og SISS (Second International Science Study, se IEA 1988, Postlewaite & Wiley 1992, Rosier & Keeves 1991) ble gjennomført i første halvdel av 1980-årene. Av disse deltok Norge kun i SISS (se for eksempel Sjøberg 1986). Det er vanskelig å knytte bestemte årstall til disse første store internasjonale undersøkelsene, da de ble gjennomført til forskjellige tider i de ulike landene som deltok.

Arbeidet med TIMSS tok til i 1991 under navnet ”Third International Mathematics and Science Study”, men selve undersøkelsen fant sted i 1995 med Norge som et av deltakerlandene. I 1999 ble ”TIMSS-Repeat” gjennom-

ført, men da uten norsk deltakelse. Fra og med undersøkelsen i 2003 ble TIMSS omdøpt til "Trends in International Mathematics and Science Study", og man tar nå sikte på å gjennomføre undersøkelser hvert fjerde år, det vil si i 2003, 2007, 2011 osv.

I stedet for å gjennomføre nye separate matematikk- og naturfagstudier i 1990-årene ble altså TIMSS etablert som et integrert realfagsprosjekt. Dermed kan TIMSS-studien bidra til at både sammenhenger og viktige forskjeller mellom matematikk og naturfagene i skolen blir grundig belyst.

2.1.2 Organisering og viktige mål i TIMSS

Det internasjonale prosjektsenteret ligger ved Boston College i USA. Andre sentre med delansvar for TIMSS-studien er IEA Data Processing Center i Hamburg og Statistics Canada i Ottawa. I hvert land er det et nasjonalt senter som har ansvar for all tilrettelegging og gjennomføring i eget land. Det norske prosjektsenteret er lagt til Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling (ILS) ved Universitetet i Oslo (UiO). Det er naturlig nok et tett samarbeid mellom prosjektsenteret i Boston, delsentrene som er nevnt ovenfor, og de nasjonale prosjektgruppene i deltakerlandene.

Målene for TIMSS er kort beskrevet å

- undersøke elevenes kunnskaper i matematikk og naturfag
- studere hvordan kunnskaper henger sammen med faktorer som for eksempel holdninger, kjønn, hjemmebakgrunn, skolearbeid, fritidssysler og undervisningens innhold og organisering
- gjøre sammenlikninger mellom land
- studere utvikling over tid ved å sammenlikne nye resultater med resultater fra tidligere TIMSS-undersøkelser
- prøve å finne fram til faktorer, nasjonalt og internasjonalt, som fremmer god læring og en positiv utvikling innen realfagene i skolen

2.1.3 Analyser av data

Data analyseres på følgende tre "nivåer":

1. nivå: Systemet

Det første nivået gjelder systemet slik det legges til rette av myndighetene og samfunnet. Vi tenker da på det som står i fagplaner og lærebøker. Vi snakker her om den intenderte læreplanen ("intended curriculum"). Systemets rammefaktorer, skolesystemets struktur og elevenes muligheter for valg av skole og fag er også analysert. Informasjon på dette området blir hentet inn ved hjelp av spørreskjemaer som besvares av lærere og skoleledere, fortrinnsvis rektorer eller inspektører. Opplysninger hentes også inn fra den nasjonale prosjektgruppa.

2. nivå: Klasserommet

Neste nivå er klasserommet. Dette nivået handler om selve undervisningen og læringsmiljøet i klassen. Hvordan blir den intenderte læreplanen satt ut i livet? Vi snakker her om den implementerte læreplanen ("implemented curriculum"). Både elever og lærere svarer på spørreskjemaer om hva som skjer i klasserommet. Viktige bakgrunnsfaktorer man her vil ha fatt i, vil være elevenes hjemmebakgrunn, klassemiljøet, hva de gjør i fritiden, og hvor mye tid de bruker på hjemmearbeid. Likedan vil man for lærernes del vite noe om deres utdanning og holdninger, undervisningsmetoder, hvilke emner som blir undervist, og deres arbeidssituasjon.

3. nivå: Elevene

Det tredje og siste nivået er knyttet til det vi kaller den resulterte læreplanen ("attained curriculum"). Eksempler på viktige problemstillinger på dette nivået er:

- Hvordan varierer elevenes faglige prestasjoner mellom kjønn, klasser, skoler og land?
- Hvilke holdninger til realfagene har elevene utviklet?
- Hvordan varierer disse holdningene med alder og kjønn og mellom land?
- Kan noen av de andre variablene i undersøkelsen, for eksempel hjemmebakgrunn (primært familiens sosioøkonomiske status) "forklare" disse variasjonene?

For hvert enkelt land foretas det analyser av sammenhengen mellom disse tre nivåene av "læreplanen". Ut fra dette forsøker man så å trekke slutninger om i hvilken grad "systemets" og lærerens mål og intensjoner blir nådd. Landene sammenliknes også innbyrdes slik at forholdene kan studeres i et internasjonalt perspektiv.

2.1.4 Populasjoner i TIMSS 1995, 1999 og 2003

TIMSS 1995

TIMSS fokuserte i 1995 på tre ulike alderstrinn. Populasjonene var definert slik:

- **Populasjon 1:** De to klasstrinnene med flest 9-åringer
- **Populasjon 2:** De to klasstrinnene med flest 13-åringer
- **Populasjon 3:** Det siste året i videregående skole

Norge deltok i alle tre populasjonene. De elevene som var med i den norske delen av undersøkelsen, kom fra 2. og 3. klasse, fra 6. og 7. klasse og fra det tredje året i videregående skole, alle studieretninger. Klassebetegnelsen er her de som gjaldt før L97.

TIMSS 1999

Denne undersøkelsen ble som nevnt kalt "TIMSS-Repeat", og populasjonen var begrenset til det som var øverste klasstrinn i populasjon 2 i 1995. Norge deltok ikke i denne undersøkelsen.

TIMSS 2003

TIMSS 2003 rettet seg mot to klassetrinn. I vårt land (og de fleste andre) dreide det seg om 4. klasse og 8. klasse. Populasjonene var definert slik:

Populasjon 1: Det øverste av de to klassetrinnene med flest 9-åringer

Populasjon 2: Det øverste av de to klassetrinnene med flest 13-åringer

Imidlertid ble det godkjent at noen land, særlig enkelte utviklingsland, deltok med eldre elever enn definisjonen skulle tilsi. Det som er felles for alle deltakerlandene, er følgelig i større grad klassetrinnet enn elevenes alder. Derfor er populasjonene i de internasjonale rapportene betegnet etter klassetrinn. Vi har i denne boka brukt Populasjon 1/2 eller 4./8. klasse om hverandre som betegnelser for de to populasjonene.

Populasjon 1 svarer til 4. klasse i de fleste landene, også i vårt land. For Norges vedkommende kan vi dermed sammenlikne resultatene for jevngamle elever, testet i henholdsvis 1995 og 2003. De som ble testet i 2003, har imidlertid fulgt ny læreplan og gått ett år mer på skolen enn elever som deltok i 1995.

Populasjon 2 svarer til 8. klasse i de fleste landene, deriblant vårt land. Imidlertid er det viktig å huske at våre "åttendeklassinger" egentlig gikk i sitt sjuende skoleår fordi de hoppet over "2. klasse" da L97 ble innført. Vi har data fra elever i 7. klasse i 1995, og vi kan da gjøre sammenlikninger mellom elever som var like gamle, og som hadde gått like mange år på skole i 1995 og 2003. Elevene som deltok i 2003, hadde imidlertid fulgt den nye læreplanen, L97, siden 3. klasse. Selv om vi ennå ikke kan få en fullstendig vurdering av effektene av reformen, gir resultatene mange viktige indikasjoner på virkningene av reformen når det gjelder realfagene.

2.2 Rammeverk og instrumenter for TIMSS 2003

2.2.1 Hensikt og utforming

Utviklingen av rammeverket for TIMSS 2003 (Mullis mfl. 2003) bygger videre på Curriculum Frameworks for Mathematics and Science (Robitaille 1993), som dannet basis for undersøkelsene som ble gjennomført i 1995 og 1999. Revisjonen reflekterer endrede læreplaner og endret undervisningspraksis i deltakerlandene gjennom det siste tiåret. Man ønsker samtidig å opprettholde muligheten til å studere trender, og mange oppgaver fra 1995 og 1999 ble derfor gitt på ny i 2003. Det er lagt vekt på bred internasjonal deltakelse i utformingen av rammeverket. Et sammensatt panel av matematikk- og naturfageksperter fra flere land har bidratt til utformingen av de delene av rammeverket som er direkte fagrelaterte. Hensikten med dette var å forsikre seg om at mål som blir ansett for å være viktige i realfagundervisningen i deltakerlandene, ble vurdert og eventuelt inkludert i rammeverket. Dersom det skal tas hensyn til resultatene fra TIMSS-undersøkelsen i vurderingen av realfagenes situasjon i de nasjonale skolesystemene, er det viktig at elevene blir testet i lærestoff de ifølge læreplanen og rapportert undervisningspraksis i hovedsak skal kunne.

Det ble tatt hensyn til følgende faktorer ved den endelige utformingen av innholdskategoriene og utvelgelsen av oppgaver til testen (Mullis mfl. 2003):

- at innholdet var inkludert i læreplanen hos majoriteten av deltakerlandene
- at innholdet sannsynligvis kan regnes som viktig for matematikk- og naturfagundervisning i framtiden
- at oppgavene var godt tilpasset de deltakende elevers alderstrinn
- at oppgavene måtte fungere teknisk godt i en storskalaundersøkelse
- at hver oppgave medvirket til en balansert test med hensyn til innholdskategorier og kognitive nivåer

Det siste punktet er ikke minst viktig ettersom det er en uttalt målsetting at man fra og med 2003 i TIMSS gradvis vil legge mer vekt på spørsmål og oppgaver som gir bedre innsikt i elevers analytiske og utforskende evner. For å kunne nå dette målet vil problemløsningsoppgaver få en stadig større plass i testen.

Resultater fra TIMSS 2003 kan benyttes til ulike formål av forskjellige aktører. Politikere, undervisningspersonale og forskere vil få data som viser elevenes kunnskaper og ferdigheter i matematikk og naturfag i 2003. I tillegg vil data fra følgende områder bli lagt fram:

- trenddata fra 1995 via 1999 til 2003. (Ettersom Norge ikke deltok i 1999, vil det selvsagt ikke foreligge norske data fra denne undersøkelsen. Trendanalyser fra 1995 til 2003 vil vi imidlertid kunne foreta også her i Norge.)
- sammenliknbare data fra andre land med analyser som antyder mulige årsaker til forskjeller i skåre
- data som muliggjør analyse av likheter og forskjeller i undervisningen mellom deltakerlandene

2.2.2 Rammeverket for matematikk

Rammeverket for matematikk (Mullis mfl. 2003, s. 7–34) har to organiserende dimensjoner, en innholdsdimensjon og en kognitiv dimensjon. Hver dimensjon har flere kategorier. Innholdsdimensjonen definerer hvilke temaområder som dekkes av testen, og den kognitive dimensjonen definerer den typen kognitiv atferd som forventes av elevene i møtet med de aktuelle oppgavene. De ulike kategoriene er igjen delt inn i en rekke underkategorier, for eksempel er tall delt inn i hele tall, brøk og desimaltall, forhold, proporsjonalitet og prosent. Ved rapportering internasjonalt er det innholdsdimensjonen som brukes til å rapportere mer detaljerte resultater.

Som det framgår av tabellene 2.1 og 2.2, er det prosentvis satt av noe ulik testtid for de utvalgte innholdskategoriene og kognitive kategoriene i 4. og 8. klasse. Det er kun foretatt enkelte små justeringer i disse kategoriene i forhold til dem man benyttet i 1995 og 1999, slik at grunnlaget for å sammenlikne prestasjoner ikke er forrykket.

Tabell 2.1 Fordeling av matematikkoppgaver etter innholdsdimensjon

	4. klasse	8. klasse
Tall	40 %	30 %
Algebra/Mønstre*	15 %	25 %
Målinger	20 %	15 %
Geometri	15 %	15 %
Datarepresentasjon	10 %	15 %

* For 4.klasse benytter man betegnelsen Mønstre som mer dekkende for innholdet

Tabell 2.2 Fordeling av matematikkoppgaver etter kognitiv dimensjon

	4. klasse	8. klasse
Kjenne fakta og prosedyrer	20 %	15 %
Bruke begreper	20 %	20 %
Løse rutineproblemer	40 %	40 %
Gjennomføre resonnement	20 %	25 %

Generelt vil man kunne si at den kognitive kompleksiteten til en oppgave øker fra en kognitiv dimensjon til den neste, altså ovenfra og ned i tabellen. Det vil være en progresjon fra det å kjenne fakta og prosedyrer til å bruke begreper og videre til å benytte denne kunnskapen til å løse et problem. Likeledes vil det være mindre krevende å bruke matematisk kunnskap innenfor relativt kjente og ukompliserte situasjoner i forhold til å benytte disse kunnskapene til systematisk resonnering innenfor nye og til dels ukjente problemområder. Denne kognitive kompleksiteten må likevel ikke forveksles med oppgavens vanskelighetsgrad. Det er fullt mulig å lage både lette og vanskelige matematikkoppgaver innenfor alle de nevnte kognitive dimensjonene. Faktisk etterstreber man i TIMSS nettopp en slik variasjon i vanskelighetsgrad i forhold til både innholdsdimensjonene og de kognitive dimensjonene. Internasjonalt er det bestemt å gjøre nye beregninger og publisere en ny rapport der landene og elevgrupper innad i land sammenliknes også langs de kognitive dimensjonene.

At elever skal kunne kommunisere matematiske ideer og prosesser, er ansett som svært viktig i moderne matematikkundervisning. Begrunnelsen for dette er særlig at det å kunne representere, modellere og tolke informasjon framstår som helt nødvendig for å kunne orientere seg i dagens samfunn. I TIMSS ser man på denne evnen til kommunikasjon som et svært viktig resultat av matematikkundervisningen i skolen, men den er ikke inkludert som en egen kognitiv dimensjon. I stedet ser man på det som en type virksomhet som spenner over alle de matematiske innholdskategoriene og prosessene. Prinsipielt bør det derfor være mulig å måle elevenes evne til kommunikasjon gjennom åpne oppgaver knyttet til alle de foreliggende avgrensede dimensjonene.

2.2.3 Rammeverket for naturfag

I likhet med rammeverket for matematikk har rammeverket for naturfag to organiserende dimensjoner, en innholdsdimensjon og en kognitiv dimensjon. Begge har flere elementer som definerer henholdsvis de spesifikke naturfaglige fagområdene i undersøkelsen og den ulike kognitive atferden som forventes av

elevene i møte med oppgavene. Det er en noe ulik vektning av disse elementene i testene for 4. og 8. klasse, og dette er vist i tabellene 2.3 og 2.4.

Tabell 2.3 Fordeling av naturfagoppgaver etter innholdsdimensjon

	4. klasse	8. klasse
Biologi	45 %	30 %
Fysikk/Kjemi	35 %	*
Kjemi	*	15 %
Fysikk	*	25 %
Geofag**	20 %	15 %
Miljølære	*	15 %

* Kjemi og fysikk er slått sammen til én kategori i 4. klasse. Miljølære er ikke egen kategori for dette klassetrinnet.

** Med Geofag menes det som på engelsk kalles "earth science", emner innen astronomi, naturgeografi, geologi og geofysikk.

Vi ser av tabell 2.3 at det vil være fem rapporteringskategorier for 8. klasse og tre for 4. klasse. Som for matematikk vil resultatene her bli rapportert separat for hvert element i innholdsdimensjonen og for faget totalt.

Tabell 2.4 Fordeling av naturfagoppgaver etter kognitiv dimensjon

	4. klasse	8. klasse
Faktakunnskap	40 %	30 %
Begrepsforståelse	35 %	35 %
Resonnement og analyse	25 %	35 %

Som vi ser av tabell 2.4, er det tre kategorier for den kognitive dimensjonen for begge klassetrinnene med noe ulik vektning. Internasjonalt blir det imidlertid ikke lagt opp til rapportering etter denne dimensjonen.

I tillegg til innholdsdimensjonen og den kognitive dimensjonen vil man ha ytterligere en kategori, nemlig naturvitenskapelig arbeidsmetode. Naturvitenskapelig arbeidsmetode på dette nivået innebærer at elevene forventes å vise at de kan

- formulere spørsmål og hypoteser
- planlegge undersøkelser
- samle inn og representere data
- analysere og tolke data
- trekke konklusjoner og skrive forklaringer

Selv om disse fasene i naturvitenskapelig arbeidsmetode er passende for elever i både 4. og 8. klasse, vil kravene til kompleksitet øke med høyere klassetrinn i takt med elevenes kognitive utvikling.

Det er særlig gjennom oppgaver som krever at elevene benytter sine kunnskaper og sin forståelse i en praktisk kontekst, at man vil kunne måle deres evne til å benytte naturvitenskapelig arbeidsmetode. De aktuelle oppgavene er derfor konstruert på en måte som skal gjøre det mulig å vurdere i hvilken grad

elevene har den nødvendige forståelsen og innsikten som skal til for å bruke naturvitenskapelig arbeidsmetode

2.2.4 Kontekstuell rammeverk

For å få en dypere forståelse av hva resultatene fra TIMSS 2003 innebærer, og hvordan de kan brukes for å forbedre undervisning og læring i matematikk og naturfag, er det viktig å forstå elevenes læringskontekst. Parallelt med den faglige testen blir det derfor samlet inn opplysninger om blant annet

- læreplaner
- skoler
- læreres utdanning og deres undervisning
- klasseromsaktiviteter og karakteristiske trekk ved disse
- elevers hjemmebakgrunn og holdninger

Det blir lagt vekt på å undersøke hvordan man gjennom de nasjonale undervisningssystemene søker å nå de læreplanmålene man har satt seg. I likhet med hvordan rammeverket for matematikk og naturfag definerer hvilke områder som elevene blir testet i, vil det kontekstuelle rammeverket avgrense hvilke forhold elevene blir spurt om når det gjelder undervisning og læring.

2.2.5 TIMSS og PISA

TIMSS kan karakteriseres som en læreplanbasert undersøkelse. Et av de viktigste kriteriene for utvelgelse av oppgaver er at de er relevante i forhold til hva som undervises i majoriteten av deltakerlandene. Man ønsker altså å måle det som kan betegnes som ”skolekunnskap”. I PISA, en komparativ internasjonal undersøkelse innenfor utdanning i regi av OECD, har man valgt å bruke et annet utgangspunkt (Lie mfl. 2001, Kjærnsli mfl. 2004). Her har man utviklet et rammeverk ut fra en konsensus blant deltakerlandene på politisk nivå om hvilke kunnskaper og ferdigheter som det vil være nødvendig å inneha for å kunne delta som fullverdige borgere i framtidens samfunn. Det fokuseres først og fremst på de nyttige sidene ved fagene, og man søker å måle elevenes evne til aktivt å bruke sine kunnskaper og erfaringer. OECD ønsker gjennom PISA-undersøkelsen å få et svar på hvor godt skolen forbereder elevene på å møte de utfordringene de trolig vil møte i framtiden. Selv om man slik ser at utgangspunktet for de to undersøkelsene er forskjellig, vil det overordnede målet i både PISA og TIMSS være å framskaffe veldokumenterte forskningsresultater som bidrar til at deltakerlandene skal kunne ha bedre grunnlag for å ta avgjørelser om skolepolitiske spørsmål. For ytterligere informasjon om mål og perspektiver i PISA, se Kjærnsli mfl. 2004.

2.2.6 TIMSS og L97

Oppgavene i TIMSS er laget med utgangspunkt i deltakerlandenes læreplaner og er basert på en betydelig grad av enighet om hva som anses som en viktig

del av skolens matematikk og naturfag. I gjennomgangen av rammeverket for TIMSS 2003 har vi sett at undersøkelsen dekker over et vidt spekter av faglige emner og typer av kognitive ferdigheter innenfor matematikk og naturfag. For å kunne si noe om hvorvidt TIMSS kan sies å representere en relevant evaluering av norske elever i 2003 og 1995, vil vi måtte undersøke i hvilken grad den i rimelig grad stemmer overens med henholdsvis M87 og L97 når det gjelder faglige mål og prioriteringer. I kapitlene 3 og 5 vil vi komme nærmere inn på dette. En internasjonal undersøkelse må nødvendigvis strebe etter å dekke mer enn det som er felles for alle lands læreplaner, og følgelig vil elever i alle land møte utfordringer de ikke har møtt i undervisningen tidligere. Målet er at utvalget av emner og oppgavetyper framstår som ”like urettferdig for alle land” (ifølge et vanlig, men uoffisielt slagord). I den forstand er det vanskelig å se at TIMSS-testene i matematikk og naturfag på noen spesiell måte har gitt fordeler eller ulemper for norske elever.

Rammeverket for TIMSS 2003 er en videreføring av de rammeverkene man utarbeidet for TIMSS 1995 og 1999. Den utviklingen som har skjedd, gjenspeiler endringer i fagdidaktiske tanker og teorier i samme tidsrom og av den grunn noe avvikende prioriteringer av hva som bør testes. En del såkalte ”trendoppgaver” er blitt beholdt, mens en del nye oppgaver er kommet til. Både læreplanene våre og TIMSS-undersøkelsen har vært påvirket av de til enhver tid rådende fagdidaktiske syn og den utviklingen som der finner sted. Vår konklusjon er at man med stor tyngde kan hevde at de faglige emnene og perspektivene i TIMSS 2003 representerte et relevant utgangspunkt for å måle norske elevers faglige nivå i 2003 og endringen i nivå siden 1995.

2.2.7 Oppgaver

Dersom elever skulle bli testet i samtlige emner innenfor matematikk og naturfag, ville dette medført minst en sju timers prøve på 8. klassetrinn og mer enn fem og en halv times testing på 4. klassetrinn. En slik testtid er selvsagt helt uakseptabel. Oppgavene blir derfor fordelt på et visst antall hefter etter et nøye utarbeidet mønster, og elevene får så ett hefte hver. Det er i alt 12 hefter for hver av de to populasjonene, og disse roteres innenfor alle deltakende klasser. I en og samme klasse kan altså maksimalt tre elever få det samme oppgaveheftet.

Tradisjonelt har det i store undersøkelser vært brukt flervalgsoppgaver hvor elevene skal krysse av for riktig svar. Flervalgsoppgavers store styrke er at de generelt øker reliabiliteten til en undersøkelse, rett og slett ved at det tar mindre tid å svare på dem, og at man derfor kan inkludere flere oppgaver i testen. Dessuten kan svarene rettes objektivt, noe som gir høy sensorreliabilitet. I tillegg blir rettingen mindre tidkrevende, testen kan lett standardiseres, og administrasjonskostnadene blir lavere. For en mer utførlig drøfting av egenskaper ved flervalgsoppgaver, se Olsen mfl. (2001).

Tidligere har vi beskrevet hvordan man i TIMSS også ønsker å måle elevenes evne til å kommunisere matematiske ideer og prosesser og deres innsikt i og bruk av naturvitenskapelig arbeidsmetode. Til dette formålet vil åpne opp-

gaver egne seg langt bedre enn flervalgsoppgaver. Allerede i 1995 bestemte man seg i TIMSS for å inkludere åpne oppgaver i testingen av elever. Dette ble deretter fulgt opp i både 1999 og i 2003. Fordelingen mellom de to oppgavetyperne i 2003 var omtrent 60 prosent flervalgsoppgaver og 40 prosent åpne oppgaver i begge populasjonene.

Prosessen med å velge ut de matematikk- og naturfagoppgavene som ble med i hovedundersøkelsen, var svært omfattende. En del av oppgavene er såkalte trendoppgaver, det vil si oppgaver som også ble benyttet i 1995 og/eller i 1999. Hensikten med å bruke disse er at man ønsker å kunne måle hvorvidt det over tid er skjedd endringer i elevenes kunnskaper og ferdigheter i realfag (se mer om dette i 2.3.4).

De nye oppgavene ble plukket ut etter å ha vært igjennom en grundig utprøving på flere hold. For det første er de anbefalt som gode oppgaver av de faglige ekspertkomiteene. Dernest ble de benyttet i en omfattende generalprøve i alle deltakerlandene året før hovedundersøkelsen, der man blant annet undersøker om de fungerer godt ut fra psykometriske kriterier. Oppgavene ble i tillegg gjenstand for kritisk gjennomgang av de nasjonale komiteene i deltakerlandene, som vurderte hvorvidt de passer rimelig bra for deres elever ut fra landets nasjonale læreplan. Som vi tidligere har sett, skulle også oppgavene til sammen dekke forskjellige faglige emner, det skulle være en riktig fordeling mellom flervalgsoppgaver og åpne oppgaver, og det måtte også være en god balanse mellom de ulike oppgavenes vanskelighetsgrad. Den prøven som til slutt ble brukt i hovedundersøkelsen, holdt derfor høy faglig standard, og den representerer på en god måte rammeverket for prøven.

2.2.8 Koder for åpne oppgaver

Som vi har nevnt, besto testene i TIMSS 2003 av både flervalgsoppgaver og åpne oppgaver. Det er en stor utfordring å oppnå en høy reliabilitet, både nasjonalt og internasjonalt, ved retting av de åpne oppgavene. I TIMSS har man gjort mye for å løse dette ved å avholde internasjonale retteseminarer hvor alle deltakerlandene pliktet å møte. Her ble så alle åpne oppgaver nøye drøftet. Flere besvarelser på hver oppgave ble vurdert av deltakerne, og man oppnådde en konsensus om hvordan man skulle kode ulike typer svar. Denne konsensusen ble så grunnlaget for trening av sensorer på nasjonalt nivå. Målet var å oppnå en høy sensorreliabilitet både nasjonalt og internasjonalt på de åpne oppgavene.

Ett av målene med TIMSS er å få innsikt i elevers kunnskap og forståelse av viktige begreper innen sentrale områder i matematikk og naturfag. For å få innsikt i hvordan elevene har tenkt, hvilke løsningsstrategier de har brukt, og eventuelle alternative forestillinger, er det viktig at besvarelsene ikke bare blir kodet for riktig eller galt. Da ville mye av den diagnostiske informasjonen gå tapt. Med bakgrunn i dette er det derfor blitt utviklet et spesielt kodesystem som man anvender i rettingen av de åpne oppgavene. Den norske prosjektgruppa har vært sentral i utviklingen av dette kodesystemet, som første gang

ble benyttet i TIMSS 1995 (Kobberstad mfl. 1994, Lie mfl. 1996, Angell 1996). Kodesystemet er tosifret, og det første sifferet indikerer om svaret er riktig, delvis riktig eller galt. Det andre sifferet refererer til typer av svar, for eksempel hvilke tanker elevene har om et begrep, eller hvilken metode de har brukt i løsningen. Koder mellom 20 og 29 vil si at det er gitt to poeng for svaret, mens koder mellom 10 og 19 betyr at svaret er honorert med ett poeng. Koder mellom 70 og 79 viser at svaret er feil og følgelig gir null poeng. Dersom eleven overhodet ikke har forsøkt å svare på oppgaven, gis koden 99. Basert på dette generelle systemet ble det utviklet en detaljert rettemal for hver eneste åpen oppgave. Hver kode var angitt med detaljert beskrivelse av kjennetegn ved slike svar og med autentiske eksempler på elevsvar.

Basert på norske og internasjonale elevsvar på oppgavene i TIMSS 1995 har den norske prosjektgruppa publisert mange fagdidaktiske analyser der de tosifrete kodene er trukket inn. I to bøker, en for hvert av fagene, presenterte vi alle de frigitte TIMSS-oppgavene med svarfordeling og fagdidaktiske kommentarer (Brekke mfl. 1998, Kjærnsli mfl. 1999). For øvrig vil detaljerte data om elevenes svar på enkeltoppgaver danne grunnlag for flere oppfølgende studier framover, slik det også ble gjort for data fra TIMSS 1995 (for eksempel Angell 1996, Kjærnsli mfl. 2002) og for flere hovedoppgaver i realfagdidaktikk ved ILS).

2.2.9 Spørreskjemaer

Det ble lagt ned mye arbeid i å utvikle spørreskjemaer til elever, lærere og skoleledere med spørsmål som gjør det mulig å analysere og belyse interessante sammenhenger mellom prestasjoner og ulike bakgrunnsvariabler. I likhet med oppgavene er spørreskjemaene også et resultat av en lang prosess med mange revisjoner. Alle deltakerlandene har hatt mulighet til å vurdere, revidere og reorganisere spørsmålene i disse skjemaene flere ganger underveis i utviklingen. Det var også mulig med bakgrunn i særegne kulturelle forhold å utelate, eventuelt modifisere enkelte spørsmål, men dette måtte da begrunnes spesielt og godkjennes av TIMSS sentralt i hvert enkelt tilfelle. For å kunne foreta sammenlikninger internasjonalt er det selvsagt nødvendig at deltakerlandene benytter identiske spørsmål.

Et spesielt problem gjelder i naturfag, siden dette i noen land, slik som i Norge, representerer ett integrert skolefag på de aktuelle klassetrinnene. I andre land, derimot, undervises det i fysikk, kjemi, biologi og eventuelt "earth science" som separate fag. Følgelig måtte spørreskjemaene utformes i forskjellige varianter når det gjaldt holdninger til og undervisning i "science". Derfor kan norske data om dette bare sammenliknes med noen av deltakerlandene.

Elevspørreskjema

Dette skjemaet inneholdt en rekke spørsmål for å kartlegge ulike bakgrunnsvariabler. Heftet som ble brukt i populasjon 2, var noe mer omfattende enn det for populasjon 1. Elevene ble blant annet spurt om holdninger til faget, foreldres utdanning, antall bøker i hjemmet, hva som gjøres i matematikk- og natur-

og miljøfagtimene, bruk av datamaskin hjemme og på skolen, det sosiale miljøet på skolen og fritidsaktiviteter. Hensikten er så å analysere disse opplysningene på ulike måter, blant annet for å kunne avdekke interessante sammenhenger med faglige prestasjoner.

Lærerspørreskjema

Mens man i populasjon 1 kun benyttet ett lærerspørreskjema, hadde man for populasjon 2 et skjema for lærere i matematikk og et annet for lærere i natur- og miljøfag. Det var den læreren (eventuelt en av lærerne) som underviste TIMSS-klassen i de aktuelle fagene, som skulle besvare lærerspørreskjemaet. En del av spørsmålene i alle disse skjemaene var like, for eksempel de som var knyttet til lærerens egen utdanning, antall elever i klassen, samarbeid med andre lærere, undervisningsmetoder og arbeidsmåter, etter- og videreutdanning, skolens befatning osv. Spørsmål som gikk på det faglige innholdet i timene, var naturlig nok forskjellige, alt etter hvilket fag eller trinn det handlet om. Hensikten med disse spørsmålene er todelt: både å gi deskriptive data om realfaglærere og realfagundervisning og å avdekke mulige sammenhenger mellom disse dataene og elevprestasjoner.

Skolespørreskjema

Dette skjemaet skulle besvares av rektor eller en annen representant for administrasjonen. Her ble det spurt blant annet om antall elever på skolen, lærernes, elevenes og foreldrenes holdninger og engasjement, rektors arbeidsområde, skolens tilbud om etterutdanning til lærere, eventuell mangel på ulike typer undervisningsmateriale, PC-tilgjengelighet og hyppighet av problematferd blant elevene.

2.2.10 Oversettelse

Alle de internasjonale instrumentene var i utgangspunktet utviklet på engelsk og måtte så oversettes til forskjellige språk. Allerede ved utviklingen og utvelgelsen av oppgaver ble det lagt vekt på at det ikke forekom ord og uttrykk som favoriserer eller disfavoriserer elever ut fra nasjonale, kulturelle eller sosiale forhold eller ut fra landets geografiske beliggenhet. Fra tidligere studier har man likevel erfart at språklige forskjeller og kulturelle tilpasninger har vært et stort problem. Samme tekst kan oversettes på mange ulike måter. Alle kan språklig sett være ”riktige”, men oppgavens vanskegrad kan variere ut fra hvilken oversettelse man velger. For å imøtekomme så mye som mulig av den kritikken som har vært reist mot komparative studier nettopp når det gjelder oversettelse, ble det i TIMSS satt svært strenge krav til oversettelsesprosedyrene.

De nasjonale sentrene i hvert deltakerland var ansvarlig for å oversette og ferdigstille instrumentene. Kravene til dette arbeidet har som overordnet utgangspunkt at for at man skal kunne gjøre valide sammenlikninger, må instrumentene være så like som mulig i alle deltakerland. Vanskegraden, lesbarheten, tabeller, layout osv., alt måtte gjøres så likt som mulig. Alle oppgaver og spørsmål måtte oversettes uavhengig av minst to personer med god språklig og

faglig kompetanse og med god kjennskap til de aktuelle elevgruppene. En tredje person måtte være med i diskusjonen om den endelige versjonen.

Etter generalprøven i 2002 ble det utarbeidet en oversikt over de få oppgavene som fungerte litt ”unormalt”, for eksempel ved at påfallende få elever svarte riktig i et land. Slike oppgaver måtte man gå nøye igjennom på nytt for eventuell forbedring av oversettelsen.

Her i Norge ble instrumentene oversatt til både bokmål og nynorsk. Vi knyttet til oss språklige konsulenter som bisto oss i deler av dette arbeidet. De oversatte instrumentene ble så sendt til det internasjonale senteret, som ved hjelp av sine språkeksperter ga oss verdifulle tilbakemeldinger. Revisjoner av den opprinnelige teksten ble så gjennomført. Det falt heldig ut at vi kunne forholde oss til to forskjellige språkeksperter, en for bokmål og en for nynorsk, ettersom vi da fikk ulike språklige innspill. Dette kunne vi dra nytte av i den endelige versjonen. Vi la for øvrig stor vekt på å gjøre bokmåls- og nynorskutgaven av instrumentene så like som overhodet mulig når det gjaldt bruk av fagterminologi og krav til leseferdighet.

2.3 Gjennomføring av undersøkelsen i Norge

I det følgende gir vi en kort beskrivelse av hvordan undersøkelsen ble gjennomført i praksis. En mer detaljert beskrivelse av dette finnes i en egen rapport (TIMSS 2003).

2.3.1 Tidspunkt for gjennomføring

Hovedundersøkelsen i TIMSS 2003 ble internasjonalt gjennomført på to forskjellige tidspunkter. Land på den sørlige halvkula gjennomførte undersøkelsen i august–september 2002, mens land på den nordlige halvkula gjennomførte testen i mars–april 2003. De ulike tidspunktene skyldes hovedsakelig ulik organisering av skoleåret. I vårt land ble undersøkelsen gjennomført på skolene i løpet av april måned. Skolene valgte selv dag for gjennomføringen.

2.3.2 Utvalg av skoler og elever

Det var strenge internasjonale kriterier for hvilke elever som kunne ekskluderes fra utvalget på klassenivå. I hovedsak var dette elever som har en psykisk eller fysisk funksjonshemming som gjør dem ute av stand til å svare på oppgavene, eller fremmedspråklige elever som ikke kan tilstrekkelig norsk til å forstå teksten i heftene. Her i landet ble ca. 1,7 % av elevene ekskludert av slike årsaker, omtrent den samme prosentdelen som i de fleste andre land. Dette betyr at selv om vi har mange integrerte elever i vårt land, er de samme ekskluderingskriteriene benyttet her som i alle de andre deltakerlandene. Den største forskjellen er trolig at mens vi ekskluderer enkeltelever, er det i en del andre land hele spesialklasser eller spesialskoler som blir ekskludert. Resultatet er uansett at utvalget av elever er sammenliknbart i alle deltakerlandene.

Et utvalg på 150 skoler ble trukket for hvert klassetrinn for seg ut fra en liste over alle skoler med elever på de aktuelle trinnene. Videre ble én klasse (på små skoler) eller to klasser (på større skoler) trukket til å være med fra hver av de uttrukne skolene. Tabell 2.5 viser antallet av skoler, klasser og elever som faktisk deltok i undersøkelsen. Frafallet av skoler og av enkeltelever lå henholdsvis på litt under og litt over 10 prosent, noe som holdt seg godt innenfor det som var akseptabelt internasjonalt.

Uten å gå for mye i detalj vil vi her konstatere at utvalget av respondenter er gjort slik at de er påvist å representere hele populasjonen av skoler, klasser og elever på en god måte. Og siden utvelgingen er foretatt på en probabilistisk (tilfeldig) måte, kan vi bruke statistiske metoder til å estimere hvor nøyaktig vi kan slutte fra resultater i utvalgene til hele populasjonen på hvert klassetrinn. I denne boka vil vi ofte angi 95 % konfidensintervaller eller feilmarginer for gjennomsnittsverdier for hele populasjonen.

Tabell 2.5 *Antall skoler, klasser og elever som deltok i TIMSS 2003*

Populasjon	Antall skoler	Antall klasser	Antall elever
Populasjon 1	139	228	4342
Populasjon 2	138	179	4133

Under prosessen med å trekke skoler ble skolene delt inn i ulike strata for at man skulle kunne gjøre et mer effektivt utvalg av skoler. Blant annet ble det trukket ut forholdsvis få små skoler for å unngå for mye administrasjon i forhold til tilgjengelige data. Men det gjør at små skoler er underrepresentert i vårt utvalg, og dette må kompenseres ved at elever på slike skoler tillegges en høyere vekt. Ved beregning av gjennomsnitt for land eller for grupper av elever er elever og skoler gitt ulik vekt i henhold til hvor stor sannsynlighet de hadde for å bli trukket ut. På den måten kan vi sørge for å gi gode estimater for slike gjennomsnittsverdier.

2.3.3 Gjennomføring på skolene

På hver skole var det en skolekoordinator som hadde ansvaret for gjennomføringen av undersøkelsen på sin skole. Uttrukne lærere i de respektive fagene, naturfag og matematikk, ble bedt om å fylle ut et lærerspørreskjema, og rektor eller inspektør fikk i oppgave å besvare et skolespørreskjema. Koordinatoren hadde også ansvaret for at undersøkelsen ble gjennomført nøyaktig etter reglene i hver av klassene, eventuelt ved hjelp av en egen testadministrator. I tillegg til et oppgavehefte fikk hver elev et elevspørreskjema de skulle besvare.

Det var 12 forskjellige oppgavehefter som alle inneholdt både matematikk- og naturfagoppgaver. Disse ble fordelt på elevene etter et på forhånd tilfeldig bestemt mønster. Alle heftene hadde to bolker, og begge var omtrent like arbeidskrevende. Elevene i populasjon 1 fikk nøyaktig 72 minutter til å besvare oppgavene i sitt hefte, 36 minutter til hver bolke, med en innlagt pause på ca. 10 minutter midtveis. Samme opplegg fulgte elevene i populasjon 2, men her

hadde elevene anledning til å bruke 2 x 45 minutter på oppgaveheftet. Etter at de var ferdig med de faglige oppgavene, fikk de en ny pause, og deretter svarte de på spørsmålene i elevspørreskjemaet.

Personer fra den nasjonale TIMSS-gruppa besøkte noen skoler som ledd i vår kontroll av prosedyrene. I tillegg fikk noen skoler uanmeldt besøk av en internasjonal kontrollør (se avsnitt 2.3.5).

2.3.4 Databehandling

Alle oppgavehefter og spørreskjemaer ble etter gjennomføringen på skolene sendt til ILS. Etter at alle dataene var tastet inn og renset nasjonalt ved hjelp av programmer laget spesielt for TIMSS, ble de sendt til IEA Data Processing Center i Hamburg. Der ble alle lands data nøye gjennomgått. Alle avvik fra de internasjonale instrumentene ble identifisert, feil i dataene ble rettet opp så langt det var mulig, og detaljert dokumentasjon på kvaliteten av dataene ble laget. Alle land fikk under denne prosessen gjentatte muligheter til å kontrollere sine data. Hvert land fikk også statistikk for hver oppgave og hvert spørsmål for å undersøke om det av ulike grunner kunne være noe som ikke hadde fungert som forventet. For eksempel kan en påfallende lav andel riktige svar for flinke elever på en oppgave være en indikasjon på trykkfeil, at svaralternativene er listet opp i feil rekkefølge eller liknende. Det er svært viktig at slike typer feil blir oppdaget og korrigert. I verste fall kan det være at en oppgave har fungert så dårlig at den ikke kan telle med ved beregning av elevenes faglige skåre.

Med utgangspunkt i elevenes svar på oppgavene ble det regnet ut to samlede skårer for hver elev, en i matematikk og en i naturfag. Som vi tidligere har nevnt, har ikke alle elevene fått de samme oppgavene, det var i alt 12 ulike oppgavehefter. Blant annet for å kunne sammenlikne elevens skåre, selv om de har besvart ulike oppgavehefter, benyttes moderne og anerkjente modeller (såkalt "Tre-parameter Item Response Theory", se for eksempel Crocker & Algina 1986 for en beskrivelse). I tillegg til en overordnet skåre i hvert av de to fagene ble det også regnet ut delskårer innenfor hvert av de faglige emnene som er vist i tabellene 2.1 og 2.3.

Noen viktige sammenlikninger mellom land er presentert i de første internasjonale rapportene (Mullis mfl. 2004, Martin mfl. 2004). Noen slike resultater har vi kunnet hente direkte derfra, og videre har vi ut fra data om faglig skåre og svar på spørreskjemaer kunnet gjøre egne analyser både på nasjonalt og internasjonalt nivå.

2.3.5 Kvalitetskontroll

I en så ambisiøs studie som TIMSS er det svært viktig at dataene er av høy kvalitet, og at de er sammenliknbare deltakerlandene imellom. En av måtene å sikre dette på er at alle trinn i undersøkelsen kvalitetssikres. Det ble i TIMSS utarbeidet standardiserte og detaljerte manualer for dette. Disse manualene danner i ettertid en klar og eksplisitt dokumentasjon av alle de operasjonelle

prosedyrene. Som tidligere nevnt var det også knyttet streng kontroll til oversettelsesprosedyrene og rettingen av åpne oppgaver.

Også selve gjennomføringen av undersøkelsen på de enkelte skolene ble kvalitetskontrollert. Et bestemt antall skoler i hvert land fikk uanmeldt besøk av en observatør for å se at alle retningslinjer ble overholdt. I tillegg til dette ble det i hvert land utnevnt en uavhengig kontrollør som kontrollerte prosjektledelsens arbeid. Svært mange forholdsregler er således tatt for å sikre at dataene i TIMSS-studien er sammenliknbare på tvers av land.

2.4 Hovedfunn fra TIMSS 1995

Som beskrevet tidligere deltok vårt land i alle tre populasjonene i TIMSS 1995, og dette innebar to klassetrinn i både populasjon 1 og populasjon 2. I TIMSS 2003 er det bare elever i det øverste av disse to klassetrinnene som er med, resultater fra 2003 vil derfor bli sammenliknet med elever fra det øverste trinnet i 1995. Vi har nedenfor oppsummert de viktigste funnene fra TIMSS 1995 for disse elevene. For å kunne diskutere realfagene i norsk skole i et større perspektiv har vi også tatt med noen grunnleggende funn fra de andre klassetrinnene som deltok i 1995.

I øverste klasse i populasjon 2 i TIMSS 1995, som vi vil sammenlikne med 8. klasse i 2003, kan hovedfunnene oppsummeres slik (Lie mfl. 1997a):

- Elevene i Norge skåret signifikant lavere enn gjennomsnittet av land i matematikk og omtrent som gjennomsnittet i naturfag. I begge fag var Sverige klart det beste nordiske landet. (Finland deltok ikke.)
- Norske elever gjorde det forholdsvis bedre på oppgaver som handler om å bruke matematikk i praktiske sammenhenger enn på oppsatte regnestykker.
- I naturfag presterte norske elever spesielt dårlig i kjemi og bedre enn gjennomsnittet i geofag, biologi og miljøspørsmål.
- Det var ikke signifikant forskjell i vårt land mellom kjønnene når det gjaldt prestasjoner i matematikk, men i naturfag skåret guttene signifikant høyere.
- Det var stor forskjell i guttenes favoritt både når det gjaldt positiv holdning til og selvtillit i fagene.
- Norge var blant de land som hadde størst framgang mellom de to klassetrinnene som var med i populasjon 2.
- Det så ikke ut til at det spilte noen vesentlig rolle om oppgavene ble gitt som flervalgsoppgaver eller som åpne oppgaver som elevene selv skal formulere svaret på. Oppgaveformatet så heller ikke ut til å favorisere det ene kjønn på bekostning av det andre.

I øverste klasse i populasjon 1 i TIMSS 1995, som vi vil sammenlikne med 4. klasse i 2003, kan hovedfunnene oppsummeres slik (Lie mfl. 1997b):

- Norske elever gjorde det svært dårlig sammenliknet med elever på tilsvarende alderstrinn i de fleste andre landene som deltok, men noe

bedre enn Island, som var det eneste nordiske landet utenom Norge som deltok i denne populasjonen.

- Det var ingen tendens til at norske elever presterte dårligere på flervalgsoppgaver enn på åpne oppgaver.
- Det var ikke signifikante kjønnsforskjeller i prestasjoner mellom jenter og gutter. I motsetning til i populasjon 2 fant vi heller ingen signifikante forskjeller mellom kjønnene når det gjaldt holdninger til realfagene.
- Norske lærere underviser i mange fag, og mange har svake faglige forutsetninger i matematikk og naturfag. Dette gjelder særlig på barnetrinnet, men også til en viss grad på ungdomstrinnet.

2.5 Valg av referanseland

I de norske hovedrapportene fra TIMSS 1995, PISA 2000 og PISA 2003 har man valgt å sammenlikne norske resultater med resultater fra våre nordiske naboland. Det er mange gode grunner for å gjøre analyser ut fra et slikt nordisk perspektiv. I Lie mfl. 2001 begrunnes dette blant annet ut fra fellestrekk som enhetsskoletanken som kjennetegner de nordiske lands skolesystemer. Ut fra slike argumenter har man i disse rapportene særlig sammenliknet norske elevprestasjoner med svenske, danske, islandske og finske. Dette er ikke en tradisjon vi vil følge opp i denne rapporten. Hovedårsaken er at det kun er to av de nordiske landene som deltar i TIMSS 2003, nemlig Sverige og Norge. Sverige har valgt å teste elever som både er ett år eldre enn våre og har ett års skolegang mer bak seg, noe som gjør at en sammenlikning mellom svenske og norske elever blir problematisk. I denne rapporten har vi derfor i hovedsak valgt å analysere de norske resultatene i lys av enkelte ikke-nordiske land. Vi tror at dette kan være et verdifullt supplement til de nordiske perspektivene som er benyttet i de ovenfor refererte rapportene, og gi oss utvidet mulighet til å belyse sterke og svake sider ved vårt eget skolesystem og våre egne undervisningstradisjoner.

I andre sammenhenger har vi gjennomført statistiske analyser som viser at det i store internasjonale undersøkelser er mulig å gruppere land ut fra kulturelle mønstre som avtegner seg i elevsvarene (Lie & Roe 2003, Grønmo mfl. 2004). Denne typen analyse er gjort for både lesing, matematikk og naturfag. Noe forenklet kan vi si at analysene baserer seg på det faktum at for hvert land gjør elevene det bedre enn forventet (ut fra sitt lands gjennomsnittskåre) på noen oppgaver og svakere enn forventet på andre. Alle land får slik en særegen og unik profil fra oppgave til oppgave. Det viser seg at disse profilene kan ha mange likhetstrekk, og at noen land er "likere" enn andre. Slik er det altså mulig å gruppere land ut fra hvor mye de på denne måten "likner" hverandre. Dette kan framstilles grafisk i såkalte dendrogrammer. Analysene av elevsvarene i matematikk og naturfag fra TIMSS 1995 viste at det var meningsfylt i både matematikk og naturfag å snakke om følgende grupper: en engelskspråklig, en østeuropeisk, en østasiatisk og en nordisk (Grønmo mfl. 2004). Analyser vi har utført på data fra TIMSS 2003, bekrefter at denne typen gruppering gir

god mening. Land som tilhører hver av disse gruppene, har altså innbyrdes likheter i de mønstrene som elevsvarene avtegner. Selv om landene plasserer seg ulikt på en internasjonal rangeringsliste, har de i stor grad faglig sett de samme relative sterke og svake sidene. Vi har i denne rapporten valgt ut ett land til å representere hver av disse gruppene i tillegg til en representant fra det kontinentale Vest-Europa, og vi vil i vår presentasjon av resultater ha et spesielt fokus på disse utvalgte landene. Ved utvelgelsen av land har vi lagt vekt på

- at de har testet elever omtrent på samme alder som de norske
- at de deltar i begge populasjonene
- at de har deltatt i både TIMSS 1995 og TIMSS 2003
- å få med noen store og noen små land
- geografisk spredning

Valget falt ut fra disse kriteriene på USA som representant for de engelskspråklige landene og Nord-Amerika, Nederland som representant for Vest-Europa (kontinentet), Slovenia som representant for Øst-Europa (selv om denne betegnelsen ikke passer helt i geografisk forstand), Japan som representant for Øst-Asia og vårt eget land som representant for de nordiske landene. Noen av disse landene er valgt ut også fordi de er land vi i betydelig grad får impulser fra, og fordi de er frekvente bidragsytere i fagdidaktiske debatter, både innenfor matematikk og naturfag. At elever i Japan og Nederland er på et mye høyere faglig nivå enn norske elever, er i denne sammenheng ikke til hinder for at sammenlikninger med disse landene kan gi viktig innsikt, snarere tvert imot. Det må imidlertid påpekes at forskjeller mellom landene ofte ikke kan forstås uten en grundig analyse av det enkelte lands skolesystem og samfunn i videre forstand. Dette har vi imidlertid ikke tatt mål av oss til å gjøre i denne rapporten. Resultatene fra disse landene vil hovedsakelig bli brukt som referansepunkt for de norske resultatene, og de fire utvalgte landene er i denne rapporten derfor betegnet som ”referanseland”.

3 TIMSS I ET MATEMATIKKDIDAKTISK PERSPEKTIV

I dette kapitlet vil vi først ta opp og diskutere noen ulike svar på matematikkundervisningens hvorfor, hva og hvordan, for på den måten å sette TIMSS inn i en matematikdidaktisk sammenheng. Vi vil deretter beskrive noen hovedtrekk ved matematikkplanen i L97 og i rammeverket for TIMSS. Forskjellen på TIMSS og PISA vil bli tatt opp, før vi avslutter med å nevne noen initiativ som viser at matematikk i grunnskolen er satt på dagsorden i Norge.

3.1 Matematikk for alle – hvorfor, hva og hvordan?

3.1.1 Hvorfor matematikk for alle?

Matematikk er ett av de mest sentrale fagene i skolen. Opp gjennom tidene er ulike begrunnelser blitt brukt for hvorfor vi skal lære matematikk, for hva som skal være innholde i faget, og for hvilke metoder som skal brukes i undervisningen. Både begrunnelsene og hva som har utkrystallisert seg på bakgrunn av disse, har variert mye over tid og mellom land. I tillegg har det vært pågående diskusjoner omkring dette både nasjonalt og internasjonalt. De siste tiårene har matematikdidaktikk utviklet seg til et betydelig forskningsområde når det gjelder slike spørsmål.

At matematikk oppfattes som et kjernefag, avspeiler seg i den sentrale plasseringen det har i grunnskole og videre utdanning verden over. Elevers prestasjoner i matematikk er også i stor grad brukt til å sortere hvem som skal få tilgang på ulike typer høyere utdanning. Men i et samfunn i stadig forandring og med mange fagområder som det er ønskelig at alle har kunnskaper i, er det ikke lenger selvsagt hvorfor så mye tid skal brukes til matematikk. Den danske matematikdidaktikeren Mogens Niss nevner tre grunnleggende årsaker som ligger bak en allmenn matematikkundervisning:

”- Den skal bidra til den teknologiske og sosioøkonomiske utviklingen i samfunnet i grove trekk, enten for seg selv eller i konkurranse med andre samfunn og nasjoner.

- Den skal bidra til at samfunnet opprettholdes og utvikles politisk, ideologisk og kulturelt, enten for seg selv eller i konkurranse med andre samfunn eller nasjoner.

- Den skal gi individer de forutsetningene de trenger for å håndtere det som skjer i forskjellige perioder av livet deres – i utdanningen, i yrkeslivet, privat, på fritiden og i rollen som samfunnsborgere.”
(Niss 2003, s. 291)

I de fleste land begynte ikke samfunnet å tilby utdanning for bredere folkegrupper før på 1800-tallet. Vi fikk da en offentlig utdanning beregnet på folk flest. Grunnutdanningen i matematikk var aritmetikk, anvendt aritmetikk og deskriptiv geometri med vekt på måling og målbarhet. Den viktigste begrunnelsen var å styrke samfunnets teknologiske og sosioøkonomiske utvikling. Videre utdanning, som bare var tilgjengelig for et lite mindretall, skulle forberede for frie yrker eller stillinger innen offentlig administrasjon, kirke eller skole.

Alle tre argumentene fikk økt betydning utover på 1900-tallet med ”matematikk for alle” som viktig drivkraft i den vestlige verden. I mange land, deriblant de skandinaviske, ble det lagt stor vekt på at et levende demokrati forutsetter kompetente samfunnsborgere. Begrunnelser som de nevnt ovenfor framhever matematikkens nytteverdi så vel som dens allmenndannende betydning (Kaiser-Messmer & Blum 1993). Matematikk har også vært begrunnet med det vi kan kalle formaldanning, at faget i seg selv er god ”hjernetrim”, den samme typen argument som tidligere ble brukt om latin. Den siste typen argument anses ikke like relevant i dag som tidligere, selv om det fortsatt nevnes i noen sammenhenger (Niss 2003).

Matematikk er en viktig basis for det samfunnet vi lever i. Et høyt utviklet teknologisk samfunn som vårt er utenkelig uten matematikk. Matematikk har vært og er viktig for den vitenskapelige utviklingen på svært mange områder, innen naturvitenskapene, økonomi og informasjonsteknologi. Også på andre områder som for eksempel medisin, samfunnskunnskap og språk utgjør matematikk en viktig basis for mye av forskningen. Samfunnet er basert på mer eller mindre avanserte matematiske modeller og beregninger (Skovsmose 1994, Ernest 2000). Det at vi lever i et samfunn hvor matematikk brukes til å styre og regulere det meste av dagliglivet vårt, har Niss (1983) kalt ”matematikkenes formaterende kraft”. Paradokset er at på tross av dette kan den enkelte fungere tilsynelatende utmerket uten særlig mye matematisk kunnskap. Matematikken har en objektiv relevans som basis i samfunnet, men en subjektiv irrelevans for den enkelte, som kan greie seg uten mye matematisk kunnskap (Niss 1994).

Selv om man altså godt kan greie seg uten mye matematisk kunnskap, er det i mange situasjoner en forutsetning for å forstå og kunne innvirke på samfunnet rundt seg at man selv kan tenke ved hjelp av matematikk. Moderne demokratier bygger på at man kan se hverandre i kortene og ikke bare overlate styringen til et fåtall eksperter. Politikere i dag henviser ofte til ulike tall og beregninger for å virke overbevisende i debatter. Budsjetter er mer styrende enn retoriske uttalelser. I et levende demokrati trenger politikere, som folk flest, fundamentale kunnskaper i matematikk for å delta aktivt. Også på det personlige plan trenger man matematisk kunnskap. Man må ha oversikt over egen økonomi, kunne handle varer og tjenester og vurdere ulike lånetilbud. Slik sett blir matematisk

kompetanse et verktøy til personlig frigjøring (D'Ambrosio 1985, Mellin-Olsen 1987, Skovsmose & Nielsen 1996). Matematikk berører oss alle også i mer trivielle daglige sysler. Når barn leker, når man spiller ulike spill, når man har turneringer i sport, når man leser aviser og i mange andre daglige aktiviteter, er matematikk ofte involvert. Dagliglivet er gjennomsyret av matematikk, og det inngår så ofte som en naturlig del, at man ikke tenker på det som matematikk.

3.1.2 Innholdet i matematikk for alle

Sammen med den kraftige satsningen på utdanning etter 2. verdenskrig har vi hatt en pågående debatt om hva matematikk er, og om hva av matematikken som skal inngå i en utdanning for alle. Synet på hva matematikk er, vil naturlig nok farge synet på hva som skal være innholdet i matematikk for alle. Vi vil ta opp noen sider ved spørsmålet om hva matematikk er, men uten å reise den grunnleggende filosofiske debatten om dette. Her henviser vi til Skovsmose (1994) og Ernest (1991).

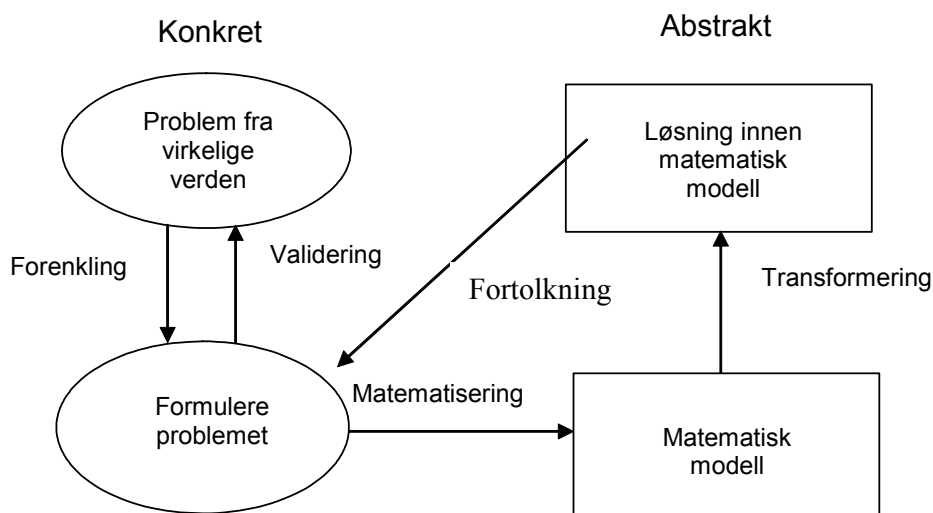
At det er mye diskusjon om innholdet i grunnskolematematikken, skyldes ikke minst at det er et fag som mange elever strever med. De siste 50 årene har det vært mange forslag om hva elevene skal lære. Etter Sputniksjokket i 1959 var "back to basics", med økt vektlegging på elementære ferdigheter i matematikk, et gangbart slagord i den vestlige verden. På 70-tallet var "moderne matematikk" i vinden, et forsøk på å fokusere på matematikkens egenart hvor begreper som mengder og logiske operasjoner ble brukt i behandlingen av det sentrale innholdet også i grunnskolen. På 80-tallet var "problemløsning" en populær betegnelse på det man håpet skulle bli en fornyelse av faget. Ikke minst avspeilet dette seg i den daværende norske læreplanen: "*Problemløsning er tatt med som eget hovedemne og skal være en del av all matematikkopplæring*" (M87, s. 195). I dag er det gjerne matematikk knyttet til dagliglivet som framheves. Dette avspeiler seg i L97, hvor "Matematikk i dagliglivet" har overtatt rollen som første overordnede målområde.

Ulike betegnelser blir brukt om forsøkene på å fornye matematikkfaget og gjøre det lettere tilgjengelig. Mange av disse er det ikke like lett å finne gode norske betegnelser for. Det gjelder for eksempel *numeracy* eller *numeralitet*, *mathematical literacy* og *quantitative literacy*. I TIMSS i 1995 ble elevene ved slutten av videregående skole testet i *mathematical literacy*. PISA bruker den samme betegnelsen på den matematikken elevene i 10. klasse testes i. Vi har ikke noen god norsk betegnelse for dette. Slik begrepet brukes på engelsk, favner det videre enn det norske "matematikk i dagliglivet".

Matematikken er beskrevet som vitenskapen om mønstre og sammenhenger (Devlin 1994). Det kan dreie seg om å lete etter mønstre og lovmessigheter i en egen matematisk verden, hvor man for eksempel studerer hva som kjenner tegner ulike tallmønstre som primtall eller periodiske desimaltall. Det kan også dreie seg om å bruke matematikk til å studere mønstre og lovmessigheter på andre felt som for eksempel naturfag eller økonomi (Freudenthal 1983, Steen 1990). Men matematikk er ikke bare systemet eller produktet. Det er etter hvert

blitt mer vanlig også å ta hensyn til prosessaspektet ved matematikk. ”Matematisering” har blitt brukt som en betegnelse for prosessaspektet. Man er da ikke bare opptatt av løsningen på en oppgave, oppmerksomheten rettes like mye mot selve aktiviteten. Betegnelsen matematisering brukes også om prosessen med å gå fra et gitt problem i den virkelige verden til å omsette dette til et matematisk språk, se figur 3.1.

Figur 3.1 Forholdet mellom virkelig verden og matematisk verden (etter Standards, NCTM 1989)



Høyre side av figuren viser den matematiske verden, en egen abstrakt verden med veldefinerte symboler og regler. Venstre side forestiller den virkelige, konkrete verden som omgir oss. Ren matematikk, som arbeid med tall uten å knytte det til problemer fra virkeligheten, vil bare foregå på høyre side på figuren. Man bruker da gjerne betegnelser som *matematisk uttrykk* om det man arbeider med. Å beregne svaret på et addisjons- eller multiplikasjonsstykke eller å finne ut hva som passer i en likning, er eksempler på arbeid innen ren matematikk. I anvendt matematikk tar man utgangspunkt i et problem fra den virkelige verden. Man må da først gjøre en *forenkling* og formulere problemet klart, så skal dette *matematiseres* og ende i en matematisk modell. Deretter arbeider man innen den rene matematiske verden med en *transformasjon* av den matematiske modellen. Hvis man arbeider med tallsymboler, kan det for eksempel være å foreta en utregning, i algebra kan det være en manipulering med bokstavsymboler. Løsningen man kommer fram til, må være riktig i forhold til de regler som gjelder innen den matematiske verden. Så skal løsningen relateres tilbake til den virkelige verden gjennom en *fortolkning* av hva dette

innebærer i forhold til det formulerte problemet. Til slutt skal rimeligheten av svaret *valideres* i forhold til det opprinnelige problemet. Anvendelse av matematikk forutsetter derfor både at man kan orientere seg med en rimelig sikkerhet i den rene matematiske verden, og at man med utgangspunkt i en virkelig problemstilling kan matematisere og sette opp en modell som man arbeider med, for til slutt å relatere svaret tilbake til problemet i den virkelige verden. Anvendt matematikk er derfor i sin natur kompleks.

Arbeid innen ren matematikk som utregninger, omforming og manipulering med matematiske symboler har tradisjonelt hatt en sterk posisjon i skolematematikk. I dette matematiske universet er matematikk en sikker, presis og eksakt vitenskap, hvor teorier og teser kan bevises eller motbevises. I det øyeblikk vi forbinder matematikk med virkeligheten, er ikke matematikk mer presis enn andre typer vitenskap. Enhver anvendelse er forbundet med usikkerhet. Albert Einstein har uttalt at "*As far as the laws of mathematics refer to reality, they are not certain, as far as they are certain, they do not refer to reality*" (Humboldt 2004).

Med økt vekt på anvendelse av matematikk kan det synes som om betydningen av å forstå at matematikk i seg selv er en eksakt og sikker vitenskap, i noen grad har forsvunnet fra skolematematikken (Gardiner 2004). Formuleringer som "bare en manipulering med symboler" er blitt brukt om matematikk som "bare" opererer på figurens høyre side. Arbeid innen ren matematikk forutsetter i høyeste grad refleksjon og forståelse, men da innen den matematiske verden. Dette kan for eksempel være refleksjon rundt sammenhengen mellom addisjon og multiplikasjon eller forståelse av brøk og desimaltall som ulike representasjonsformer. Å forstå og gi mening til ren matematikk er i seg selv en stor utfordring, selv når vi begrenser det til områdene tall og tallregning.

Det synes uproblematisk å akseptere at et viktig mål for undervisningen i skolen skal være at alle utvikler en type kompetanse vi kan betegne som *mathematical literacy*, at alle elever skal få de nødvendige kunnskaper for å anvende matematikk på problemstillinger de møter i dagligliv og samfunnsliv. Det problematiske er hvis dette oppfattes som et alternativ til tradisjonell matematikkundervisning, som Gardiner (2004, s. 2) har påpekt: "*Mathematical literacy*" and *numeracy* are often presented as though they were alternatives to traditional school mathematics, rather than by-products of effective instruction".

Stiller vi spørsmålet om hva som skal være innholdet i en undervisning for å fremme anvendelse av matematikk på problemer i dagliglivet, er det ikke sikkert at vi ender opp med så mye nytt. Gardiner hevder videre:

" Mathematics teaching may be less effective than most of us would like; but we should hesitate before embracing the idea that school mathematics would automatically be more effective on a large scale if the curriculum focused first on "useful mathematics for all" (numeracy), with more formal, more abstract mathematics to follow for the few. Experience in England (and elsewhere) suggests that such a program may be possible if one is willing to restrict the initial focus to truly basic material (integers, fractions, decimals, proportion, word

problems, algebra and geometry), and to teach it in a way which prepares the ground for subsequent developments; but one should not be surprised if such a program turns out to look strangely like what good mathematics teaching has always been.
(Gardiner 2004, s. 2, vår understreking)

I L97 framheves det på den ene siden at matematikk skal knyttes til dagligliv og anvendelser, på den andre siden står det i planen at elevene skal få fundamentale kunnskaper og ferdigheter i faget. For å kunne anvende matematikk må man ha en rimelig kompetanse med grunnleggende faglige fakta, ferdigheter og begreper. Uten dette grunnlaget har man lite å anvende. På samme måte som *mathematical literacy* i dag framheves, var det ”problemløsning” som ble framhevet for noen år siden. Også når det gjaldt problemløsning, har mange studier pekt på at for å være en god problemløser i matematikk, er det viktig å ha gode elementære faglige kunnskaper og ferdigheter (Schoenfeldt 1992, Bjørkquist 2001). Verken *mathematical literacy* eller problemløsning gjør behovet for grunnleggende faglige kunnskaper i ren matematikk mindre. Den faglige basisen kommer vi ikke utenom, selv om vi vet at mange må slite for å skaffe seg denne.

At elevene trenger en faglig basis i ren matematikk, betyr ikke at alle elever trenger avanserte matematiske kunnskaper for eksempel i algebra. Som Ernest så treffende har uttalt: ”*The utility of academic mathematics is overestimated*” (Ernest 2000). Den delen av ren matematikk som er aktuell for alle i skolen, og som danner en nødvendig basis for anvendelser i dagligliv og samfunnsniv, består for en stor del av fakta, ferdigheter og begrepsforståelse innen tall og tallregning. Og selv om det hadde vært fint hvis denne delen av matematikken ble lettere tilgjengelig hvis vi bare knytter den til anvendelse, så er det som tidligere nevnt dessverre slik at anvendelse heller forutsetter at man også kan orientere seg med en rimelig sikkerhet i en ren matematisk verden med abstrakte symboler for tall og operasjoner.

I en undervisning for alle må man også stille spørsmålet om hva de elevene trenger som skal gå videre innen ren matematikk. I tillegg til at alle i vårt samfunn trenger kunnskaper som setter dem i stand til å bruke matematikk til å løse problemer i dagligliv og til delta i en demokratisk prosess, så har samfunnet behov for at en viss andel av befolkningen har svært høy kompetanse i matematikk. I store deler av grunnskolen er det først og fremst gode elementære kunnskaper i den delen av ren matematikk som går på tall og aritmetikk, også disse elevene trenger. Undersøkelser viser at mange av de problemene elever som går videre med matematikk har, for eksempel i algebra, skyldes manglende elementære kunnskaper og ferdigheter i aritmetikk (Brekke mfl. 2000). Så gjennom store deler av grunnskolen vil det å legge en god basis i ren matematikk med tall og tallregning, være det alle elever trenger. Dette gjelder både dem som senere trenger det mest med sikte på anvendelser i dagligliv og samfunnsniv, og dem som skal gå videre og bli høyt kvalifiserte i faget.

3.1.3 Undervisning i matematikk

Hvordan man skal undervise i matematikk, har vært mye diskutert de senere årene. Det er ikke enkelt å tilrettelegge undervisningen slik at den passer for alle, særlig i et fag som matematikk hvor man vet at mange elever strever. Begrunnet med et *konstruktivistisk læringssyn* blir gjerne ulike elevaktiviserende metoder framhevet. Elevene skal gjennom utforskning, eksperimentering og lek tilegne seg matematisk kunnskap. Organiseringsformer som fremmer samarbeid i grupper, gjerne som tema- eller prosjektarbeid, er blitt mer vanlig. Prosessaspektet er blitt sterkere understreket, elevene skal ikke bare kunne dokumentere og presentere utarbeidet materiale, de skal mer generelt kunne kommunisere matematisk (Alseth mfl. 2003).

Det finnes ulike varianter og retninger innenfor konstruktivisme, uten at vi skal ta opp det her. Det helt sentrale i konstruktivismen som læringsteori er at elevene selv konstruerer sin egen kunnskap og gjennom nye erfaringer og refleksjon utvikler sine kognitive strukturer (Brekke 1995). Basert på et slikt læringssyn blir det ofte understreket at all undervisning må ta utgangspunkt i elevenes forkunnskaper. Disse må imidlertid gjerne utfordres slik at eventuelle misoppfatninger avdekkes. Blant annet ved at det slik skapes kognitive konflikter, kan vi håpe at elevene danner nye og mer fruktbare begrepsstrukturer. Vår egen læreplan, L97, er i stor grad påvirket av et slikt konstruktivistisk læringssyn: ”*Elevene konstruerer selv sine matematiske begreper. For denne begrepsdannelsen er det nødvendig å vektlegge samtale og ettertanke*” (L 97, s.155).

Med utgangspunkt i et konstruktivistisk læringssyn har det man kan kalle elevaktiviserende arbeidsmetoder av mange blitt oppfattet som den beste måten å drive undervisning på. I noen grad har lek, eksperimenter, gruppearbeid, tema- og prosjektarbeid blitt oppfattet som mål i seg selv. Tilsvarende oppfatter noen det å høre lenge på læreren, tavleundervisning og pugg eller drill av ferdigheter som å stå i motsetning til et konstruktivistisk syn på læring. Men konstruktivisme er ikke en teori for hvordan man skal undervise. Konstruktivisme er en teori for hvordan kunnskap dannes, en epistemologisk teori som man ikke uten videre kan knytte bestemte arbeidsmåter til. At det i noen grad er blitt oppfattet slik, er en annen sak. Selv om elevene aktivt skaper sin kunnskap, betyr ikke det at elevene må være aktive i en mer dagligdags betydning av ordet. Aktiviteten det her er snakk om, er en mental aktivitet, som like gjerne kan finne sted hos en person som sitter helt stille og reflekterer over det for eksempel læreren sier.

I prinsippet kan alle typer undervisningsmetoder brukes hvis de setter i gang *mentale prosesser* hos elevene. De fleste vil være enige i at undervisningen bør være elevsentrert, i den betydningen at man tar utgangspunkt i hva elevene allerede kan, for å tilrettelegge for ny læring. Men dette står ikke nødvendigvis i motsetning til at undervisningen er lærerstyrt. Læreren har ansvaret for at de ulike metodene som brukes, settes inn i en sammenheng som fremmer læring. Å variere metodene og drive med ulike aktiviteter kan være viktig av mange

grunner. Det kan bidra til et mindre stereotyp syn på faget, det kan lære elevene å arbeide selvstendig, det kan gi erfaring med anvendelser og ikke minst holde motivasjonen for læring oppe. Men det er viktig at aktivitetene ikke isoleres fra målet om faglig utbytte, men inngår i en plan for hva elevene skal lære. Både i kapittel 8 og kapittel 11 vil vi fortsette diskusjonen om arbeidsmåter i matematikk.

3.2 TIMSS og L97

De fagdidaktiske strømningene som vi har diskutert tidligere i dette kapitlet, har i stor grad påvirket både norske læreplaner og innholdet i store internasjonale undersøkelser som TIMSS og PISA. Selv om den felles påvirkningen er klar, er det fortsatt mange ulike måter å oppfatte disse trendene på, og mange muligheter for hvordan man kan definere eller beskrive innholdet i matematikk. I dette underkapitlet vil vi se litt nærmere på spørsmålet om likheter og ulikheter mellom mål og innhold i L97 og rammeverket i TIMSS 2003. Den norske læreplanen i matematikk er bygd opp med utgangspunkt de matematiske områdene som er vist på figur 3.2.

Figur 3.2 Målområder i L97

Hovedtrinn	Målområder				
Ungdoms- trinnet	Matematikk i dagliglivet	Tall og algebra	Geometri	Behandling av data	Grafer og funksjoner
Mellom- trinnet	Matematikk i dagliglivet	Tall	Geometri	Behandling av data	
Småskole- trinnet	Matematikk i dagliglivet	Tall	Rom og form		

Disse målområdene viser strukturen som planen er ordnet etter. Det er færre hovedområder enn i tidligere planer, med mer vekt på å se de ulike områdene i sammenheng (Alseth mfl. 2003). Det første området er ikke et matematisk fagområde, men det skal gi ”faget en sosial og kulturell forankring og særlig ivareta det brukerorienterte aspektet” (L97, s. 156).

Rammeverket til TIMSS inneholder også fem fagområder innen matematikk (Mullis mfl. 2003). De fem fagområder gjengitt med stikkord gir en kort beskrivelse av det matematiske innholdet som elevene skal testes i:

Tall:

- Hele positive tall
- Brøk og desimaltall
- Hele tall, inkludert null og negative tall (ikke på 4. trinn)
- Forhold, proporsjonalitet og prosent (kun enkle forhold på 4. trinn)

Algebra/Mønstre:

- Mønstre
- Algebraiske uttrykk (ikke på 4. trinn)
- Likninger og formler
- Sammenhenger

Målinger:

- Lengder og måleenheter
- Måleredskap, teknikker og formler

Geometri:

- Linjer og vinkler
- To- og tredimensjonale figurer
- Kongruens og likhet
- Plassering i plan og romlige forhold
- Symmetri og transformasjoner

Datarepresentasjon:

- Innsamling og organisering av data
- Representasjon av data
- Interpretasjon av data
- Usikkerhet og sannsynlighet (ikke på 4. trinn)

Vi ser klare likhetstrekk mellom rammeverket i TIMSS og matematikkplanen i L97 allerede når det gjelder angivelsen av hovedområder. For områdene geometri og datarepresentasjon er både benevnelse og innhold i store trekk de samme i TIMSS og L97. For de andre områdene er det enkelte forskjeller. Men om vi sammenlikner stikkordene som brukes innen hvert hovedområde, er likheten med L97 tydelig. Innholdsbeskrivelsen av målinger i TIMSS samsvarer med mye av det som står under ”Matematikk i dagliglivet” i L97. Tall og algebra utgjør ett målområde i L97, mens det i TIMSS er definert som to kategorier. Innholdet er imidlertid svært likt. Algebra i 4. klasse i TIMSS er beskrevet som mønstre, mens det under tall i L97 står at elevene på småskole- og mellomtrinnet skal arbeide med mønstre og regelmessigheter som grunnlag for algebra senere. Grafer og funksjoner er et eget område i L97, mens det i TIMSS er en del av området algebra.

På tross av noen åpenbare ulikheter i struktur og benevnelser i rammeverket til TIMSS og L97 er det slående hvor stor likheten er. Denne likheten er i seg selv ikke overraskende. Innen matematikdidaktikk fins det sterke internasjonale trender. Som en del av det internasjonale samfunnet er vi selvsagt også med på å utforme disse trendene. I første del av dette kapitlet tok vi opp og diskuterte noen slike trender. Vi trekker derfor som konklusjon at de fagdidaktiske strømningene vi har redegjort for i første del av dette kapitlet, i stor grad gjenspeiles både i rammeverket for TIMSS og i L97. For en mer detaljert informasjon om rammeverket for TIMSS henviser vi til Mullis mfl. (2003). I kapittel 4, hvor vi presenterer resultater fra den faglige testen i matematikk, vil vi jevnlig

knytte kommentarer til i hvilken grad det som testes i TIMSS, samsvarer med L97.

I tillegg til å beskrive det faglige innholdet legger L97 stor vekt på å beskrive arbeidsmåter i faget. To sider om arbeidsmåter i innledningen avsluttes med følgende oppsummering:

”I arbeidet med matematikk er elevenes egenaktivitet av største betydning. På alle nivåer skal opplæringen i matematikk gi muligheter til

- *å arbeide praktisk og få konkrete erfaringer*
- *å undersøke og utforske sammenhenger, finne mønstre og løse problemer*
- *å fortelle og samtale om matematikk, å skrive om arbeidet og formulere resultater og løsninger*
- *å øve på ferdigheter, kunnskaper og prosedyrer*
- *å resonnere, begrunne og trekke slutninger*
- *å samarbeide om å løse oppgaver og problemer”*

(L97, s. 156)

Mange av de populære ideene som vi diskuterte tidligere i dette kapitlet, knyttet til hvordan man skal drive undervisning i matematikk, kan vi her se avspeile seg i L97. Det understrekes at elevene skal stimuleres til å spørre, tolke, diskutere, beskrive og forklare. Det legges også vekt på at de ikke bare skal kunne dokumentere og presentere utarbeidet materiale, men at de mer generelt skal kunne kommunisere matematisk (Alseth mfl. 2003). Problemløsningsaspektet, som står svært sentralt i M87, blir i L97 videreført ved at det legges vekt både på at matematikken bør ha et praktisk utgangspunkt og siktemål, og på at utforskning og eksperimentering skal være gjennomgående aktiviteter. Liknende tanker finner vi igjen i rammeverket for TIMSS 2003:

Problem solving and communication are key outcomes of mathematics education that are associated with many of the topics in the content domains. They are regarded as valid behaviors to be elicited by test items in most topic areas.

(Mullis mfl. 2003, s.11)

De samme tankene kan vi også gjenkjenne i spørsmålene til elever og lærere i TIMSS. Spørsmål som går på å øve på ferdigheter, på å samarbeide i små grupper, på å forklare svarene sine, på å løse sammensatte problemer og om tilknytning til dagliglivet, viser dette. I kapittel 8 hvor vi presenterer elever og læreres svar på spørsmål om undervisning, vil vi knytte en del kommentarer til de fagdidaktiske strømningene om metoder i matematikkundervisningen som vi tidligere har redegjort for.

3.3 TIMSS og PISA

Både TIMSS og PISA intenderer å måle sider ved læringsutbyttet i matematikk i norsk skole. TIMSS og PISA undersøker ulike populasjoner i grunnskolen, TIMSS retter seg mot 4. og 8. klasse, PISA mot elever i 10. klasse. TIMSS er en læreplanbasert studie, hvor man gjennom internasjonalt samarbeid har kommet fram til en konsensus om innhold i de faglige testene basert på deltakerlandenes læreplaner og mål for matematikkundervisning. PISA har et annet

utgangspunkt ved å gi sin egen definisjon av *mathematical literacy* som skal beskrive hva slags kompetanse alle trenger for en aktiv deltakelse i dagens og morgendagens samfunn. ”Mathematical literacy” er i PISA definert slik:

Mathematics literacy is an individual's capacity to identify and understand the role that mathematics plays, to make well-founded judgements and to use and engage with mathematics in ways that meet the needs of that individual's life, occupational life, as a constructive, concerned, and reflective citizen. (OECD 2003, s. 24).

I arbeidet med å realisere denne definisjonen i form av en faglig test har PISA utdypet den i form av tre sentrale begreper. Det er fire *sentrale matematiske ideer* som definerer innholdsaspektet, tre *kompetanseklasser* som beskriver de underliggende kognitive prosessene eller på hvilken måte elevene skal være i stand til å forholde seg til dette matematiske innholdet, og fire *kontekster* som beskriver de situasjonene problemene har sitt utspring i. Det sentrale perspektivet for dem som har laget oppgaver, har vært å finne et sett med oppgaver som til sammen dekker det domenet disse tre hoveddimensjonene spenner ut. Selv om PISA i motsetning til TIMSS ikke baserer seg på de deltakende lands læreplaner, samsvarer målene for undersøkelsen godt med målene i norsk læreplan:

”Når det gjelder de mer spesifikke beskrivelsene i læreplanen, kan det også slå fast at de er svært sammenfallende med PISA sin beskrivelse av matematikk. Fellesmålene gir i det store og hele en beskrivelse av matematisk kompetanse som ligger svært nær kompetansebegrepet i PISA.” (Kjærnsli mfl. 2004, s. 46)

Målene for matematikk slik det måles i TIMSS og i PISA, synes derfor begge å passe rimelig godt med den norske læreplanen. Det er likevel en klar forskjell på spesifikasjonsnivået av innholdet i de to undersøkelsene når det gjelder hva elevene skal testes i, og i neste omgang i hvilke typer oppgaver elevene får. TIMSS, med sitt utgangspunkt i skolefaget matematikk, er langt mer detaljert i hvilken type fakta, ferdigheter og begreper elevene skal testes i. Rammeverket i PISA inneholder i liten grad slike detaljerte angivelser. Det har fått som konsekvens at en stor del av oppgavene i TIMSS tester elevene i mer elementære faglige ferdigheter og kunnskaper. PISA tester i all hovedsak elevene i ”brede” oppgaver knyttet til et problem slik man kan anta å møte det i dagliglivet.

PISA vil derfor kunne si mest om målene i L97 vedrørende det å gjøre elevene til kompetente problemløsere i et praktisk perspektiv er nådd ved slutten av grunnskolen. TIMSS vil kunne si om elevene på to lavere trinn har tilegnet seg de elementære faglige ferdigheter og kunnskaper som danner det nødvendige fundamentet for å bli slike aktive og kompetente problemløsere. Selv om begge undersøkelsene har oppgaver som tester elementære ferdigheter og kunnskaper, og bredere oppgaver hvor matematikk anvendes på problemer fra dagliglivet, er vektleggingen av disse to aspektene forskjellige i de to undersøkelsene.

Det er også en viss forskjell på TIMSS og PISA når det gjelder hvilken type data de henter inn via spørreskjemaer. TIMSS bruker klasser som enhet i sin

uttrekning av elever og har derfor et spørreskjema om utdanning og undervisning i matematikk som lærerne i disse klassene skal svare på. PISA tester ikke hele klasser og har derfor ikke noe slikt spørreskjema til lærere. Begge undersøkelser har et elevspørreskjema med bakgrunnsfaktorer og spørsmål knyttet til matematikk i skolen, PISA med mer vekt på elevenes læringsstrategier i faget, TIMSS med mer vekt på hva som gjøres i matematikkundervisningen.

3.4 Matematikkundervisning på dagsorden i Norge

Som vi har redegjort for innledningsvis i dette kapitlet, har det vært mye diskusjon av matematikkundervisning i grunnskolen de siste årene, internasjonalt så vel som nasjonalt. Ønsket om en grunnleggende kompetanse for alle, sammen med erkjennelsen av at matematikk er et fag mange sliter med, har bidratt til å sette faget på dagsorden. Siden 1995, da Norge for første gang ble med i en stor internasjonal studie av matematikk i skolen, har det kommet flere nasjonale initiativ med sikte på å forbedre undervisningen og læringsutbyttet i faget. Nedenfor har vi listet opp en del slike initiativ som eksempler på hva som er gjort det siste tiåret:

- Norge har deltatt i internasjonale studier av elevers kunnskaper, holdninger, selvoppfatning og undervisning i matematikk. Målet med deltakelsen er både å si noe om det nasjonale nivået og hvordan dette endrer seg over tid, og å se matematikk i Norge i et internasjonalt perspektiv. TIMSS 1995 rettet seg mot elever i 3., 4., 7., 8. klasse og ved slutten av videregående skole. PISA 2000 rettet seg mot elever i 10. klasse. I 2003 deltok altså Norge både i TIMSS og PISA, se www.timss.no og www.pisa.no for mer informasjon.
- Prosjektet Kvalitet i matematikkundervisningen (KIM) startet på 90-tallet (Brekke 1995). Prosjektet utviklet diagnostiske tester som lærerne kan bruke for å få informasjon om hvilke problemer elevene har i matematikk. Det følger med veiledningshefter som også inneholder ideer til undervisningen. Det er utviklet diagnostiske tester og veiledningsmaterieell for mange trinn i skolen, fra barneskole til videregående skole, i en mengde faglige emner som "Tall og tallregning", "Funksjoner", "Geometri", "Målinger", "Algebra" samt "Begynneropplæring i matematikk". Materialet distribueres gjennom Utdanningsdirektoratet, se www.utdanningsdirektoratet.no
- Kvalitetsutvalgets innstilling (NOU 2003) pekte på at matematikk bør styrkes både i grunnskolen og i den videregående opplæringen. Regneferdighet og tallforståelse ble beskrevet som en av flere basiskompetanser. Utvalget foreslo også å øke timetallet i matematikk både i ungdomsskolen og i den videregående skolen. I den etterfølgende stortingsmeldingen *Kultur for læring* (UFD 2004a) ble regneferdighet og tallforståelse definert som en av fem grunnleggende ferdigheter som alle fag skal

bidra til å fremme. Basiskompetanse i regneferdighet og tallforståelse ble beskrevet som en grunnleggende ferdighet på linje med det å kunne lese.

- Regjeringen utarbeidet en egen strategiplan for realfagene i norsk skole (UFD 2002). Planen beskrev situasjonen slik den ble oppfattet av departementet, og formulerte mål og tiltak. En foreslo blant annet utvidelse av timetallet i matematikk på barnetrinnet og i videregående skole og tildeling av midler for etterutdanning i realfag for lærere. Planen skal revideres kontinuerlig. I 2004 kom en ny utgave med oppsummering av status og redegjørelse for hva som skal gjøres videre (UFD 2004b).
- Nasjonalt senter for matematikk i opplæringen (Matematikksenteret) ble opprettet høsten 2003 og lagt til NTNU i Trondheim. Senterets hovedoppgave er å lede og koordinere utviklingen av nye og bedre arbeidsmåter og læringsstrategier i barnehage, grunnskole, videregående skole, voksenopplæring og lærerutdanning, se www.matematikkcenteret.no
- Våren 2004 ble for første gang en nasjonal prøve i matematikk gjennomført for samtlige elever på 4. og 10. klassetrinn. De nasjonale prøvene tok utgangspunkt i kompetansebegrepet slik det er beskrevet av Niss mfl. (2002). Disse åtte kompetansene nedfelte seg i fem ulike kompetanseområder som skulle testes i de nasjonale prøvene. De offentliggjorte oppgavene viser at det diagnostiske perspektivet har stått sentralt i utformingen av prøvene, se www.matematikkcenteret.no

4 MATEMATIKKPRESTASJONER

I dette kapitlet vil vi se nærmere på elevenes prestasjoner i matematikk både for 8. klasse og for 4. klasse og sammenlikne med resultatene i referanselandene. Først vil vi se hvordan elevene fordeler seg på ulike nivåer i matematikk og deretter på kjønnsforskjeller i prestasjoner. Vi vil deretter sammenlikne prestasjonene innenfor de fem fagområdene Tall, Algebra/Mønstre, Målinger, Datarepresentasjon og Geometri. I siste del av kapitlet presenterer vi eksempler på enkeltoppgaver med resultater innenfor hvert av disse områdene. Sammenlikning med resultatene fra TIMSS 1995 vil stå sentralt.

4.1 Ulike nivåer i matematikk

Poengskalaen i TIMSS uttrykker generelt noe om elevers prestasjonsnivå i matematikk. Med ønsket om å knytte meningsfulle beskrivelser av kunnskaper og ferdigheter i matematikk til denne poengskalaen, har man i TIMSS ut fra helt bestemte kriterier plassert konkrete oppgaver på ulike nivåer. Slik blir det mulig å beskrive hva som kjennetegner elevers kompetanse på de forskjellige nivåene. Punktene nedenfor viser hvordan poeng og betegnelser vil bli knyttet sammen i vår videre presentasjon av resultater:

- **Nivå 4 – fra 625 poeng og høyere**

Avansert nivå, hvor elevene kan bruke matematikk til å løse komplekse, ikke rutinepregede oppgaver. I 8. klasse kan det for eksempel være å beregne endringer i prosent eller å modellere enkle situasjoner algebraisk. I 4. klasse kan det være å løse flertrinns tekstoppgaver som omhandler forhold mellom størrelser, eller å vise god forståelse for brøk og desimalregning.

- **Nivå 3 – fra 550 til 624 poeng**

Høyt nivå, hvor elevene kan bruke matematikk på en rekke komplekse problemer. Det kan for eksempel i 8. klasse være å ordne, relatere og utføre beregninger med brøk og desimaltall for å løse tekstoppgaver. I 4. klasse kan det være å løse flertrinns tekstoppgaver knyttet til de fire regningsartene.

- **Nivå 2 – fra 475 til 549 poeng**

Middels nivå, hvor elever kan anvende matematiske basiskunnskaper i enkle, ukompliserte situasjoner. I 8. klasse kan det for eksempel være å løse etttrinns tekstoppgaver hvor man anvender de fire regningsartene på hele tall og desimaltall. I 4. klasse kan det være å utføre operasjoner med tre- og fire-sifrede tall eller desimaltall.

- **Nivå 1 – fra 400 til 474 poeng**

Lavt nivå, hvor elevene har en del grunnleggende og elementær matematisk kunnskap. I 8. klasse kan det for eksempel være å utføre enkle beregninger knyttet til hele tall eller å velge hvilket desimaltall som er nærmest et heltall.

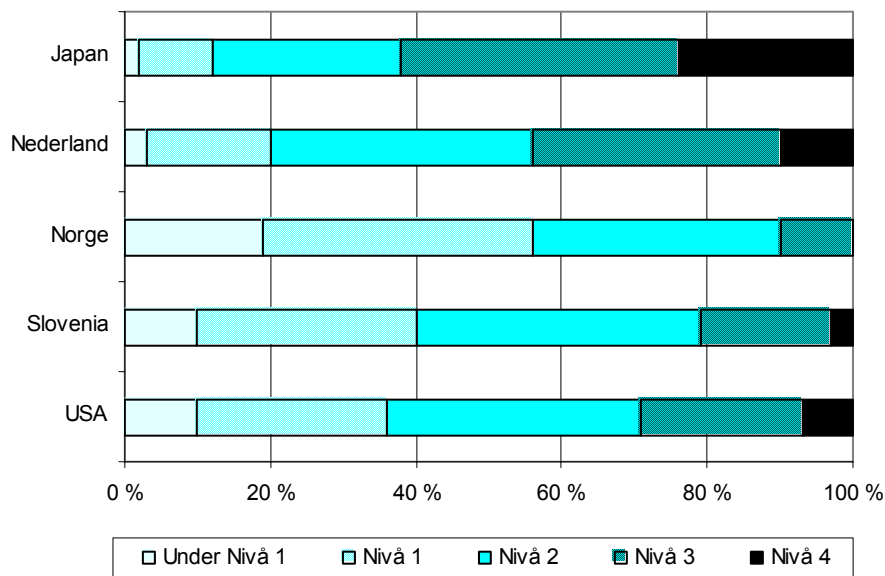
I 4. klasse kan det være å vise at man forstår hele tall og kan utføre enkle beregninger med dem.

- **Under nivå 1 – 399 poeng og lavere**

Nivået ligger under de nivåene som er definert og beskrevet i TIMSS. Dette er elever som ikke viser at de har grunnleggende og elementær kunnskap i matematikk.

Disse nivåene brukes i begge populasjoner, med noe ulik beskrivelse av nivåene. Eksemplene i beskrivelsen ovenfor er i hovedsak hentet fra området *Tall*. Beskrivelsene baserer seg på hvilke oppgaver elever på et bestemt nivå har vist at de mestrer, i motsetning til elever på et lavere nivå. Dersom minst 65 prosent av elevene på nivå 3 og mindre enn 50 prosent av elevene på nivå 2 svarer riktig på en oppgave, vil denne oppgaven inngå i utvalget av oppgaver som definerer prestasjonene til elevene på nivå 3. Tilsvarende prosentsetninger benyttes for å legge oppgaver til de andre nivåene. Vi vil presisere at disse prosentsetningene er beregnet ut fra totalresultatet i TIMSS, alle deltakerland inkludert. Det bør også legges til at det ikke er mulig å nivåplassere alle oppgavene ut fra disse kriteriene.

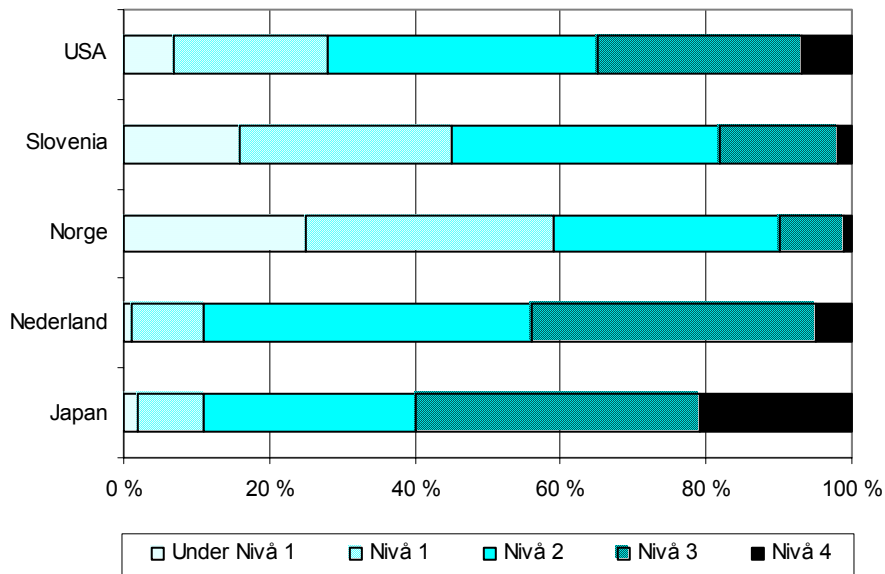
Figur 4.1 Fordeling av elever på nivåer i matematikk i 8. klasse



Elever som er plassert på et bestemt nivå, har i tillegg til kompetansene som kjennetegner dette nivået, også kompetansene på de underliggende nivåene. Beskrivelsene av prestasjonsnivåene er altså slik sett kumulative. I vår senere presentasjon av resultater på enkeltoppgaver har vi brukt flere av de oppgavene som har vært med å definere de ulike nivåene. Figur 4.1 og figur 4.2 viser

hvordan elevene fordeler seg på de ulike nivåene i henholdsvis 8. klasse og 4. klasse.

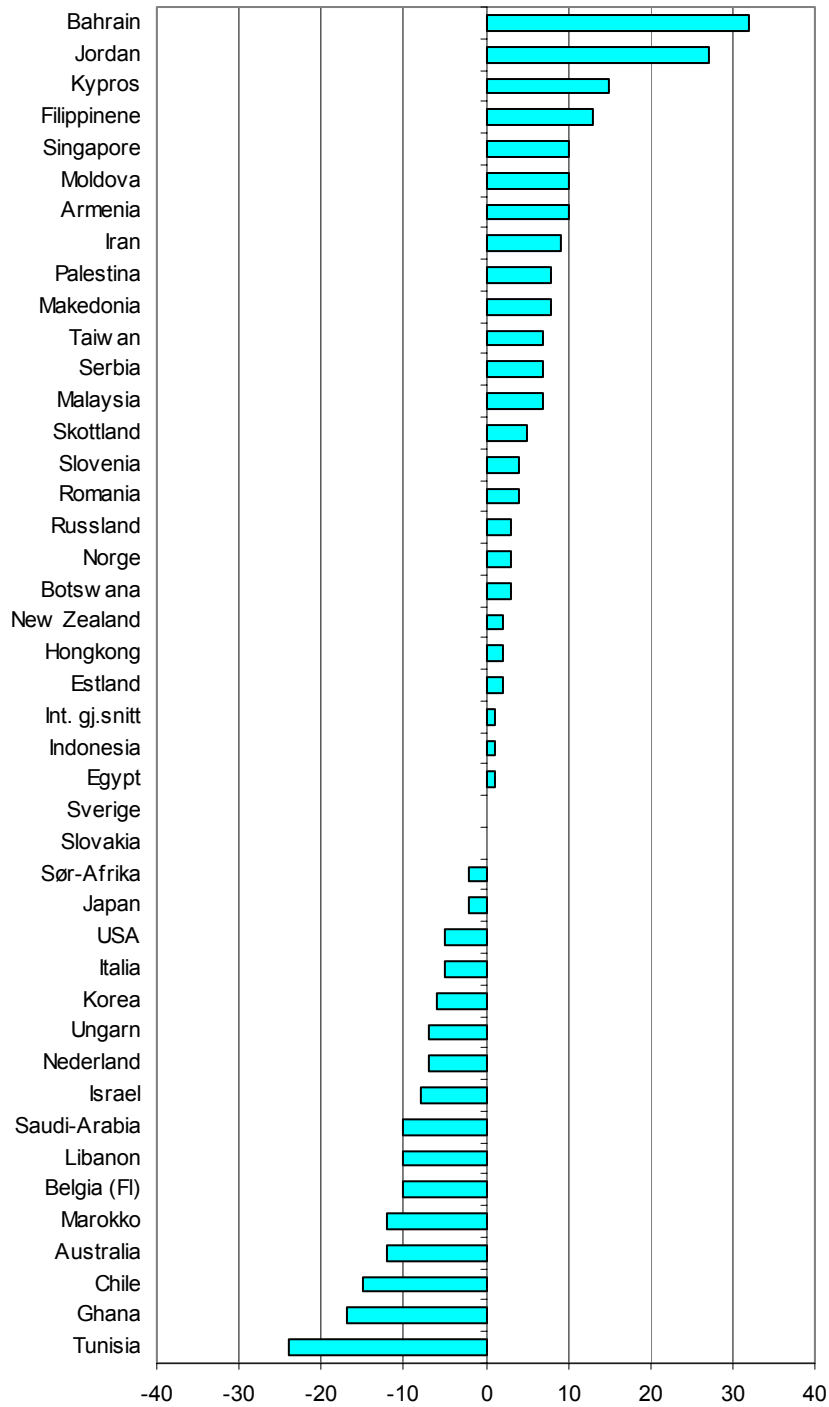
Figur 4.2 Fordeling av elever på nivåer i matematikk i 4. klasse



Vi ser at bildet av elevenes nivåfordeling i de enkelte land er bemerkelsesverdig likt for de to klassetrinnene. På begge trinn utmerker Norge seg ved å ha en større gruppe elever enn de andre landene som ikke når opp til det lavest beskrevne kompetansenivået i TIMSS, 19 prosent i 8. klasse og 25 prosent i 4. klasse. Vi ser også at så godt som ingen norske elever når opp til det høyeste nivået verken i 8. klasse eller i 4. klasse.

I 8. klasse når 10 prosent av elevene i Norge det nest høyeste nivået, og ingen når det høyeste, mot 21 prosent på disse to nivåene i Slovenia og 44 prosent i Nederland. Hele 56 prosent av elevene i Norge ligger på eller under nivå 1 mot 40 prosent i Slovenia og 20 prosent i Nederland. Bildet er i store trekk det samme for 4. klasse. I 4. som i 8. klasse er det bare 10 prosent av de norske elevene som når opp til de to høyeste nivåene.

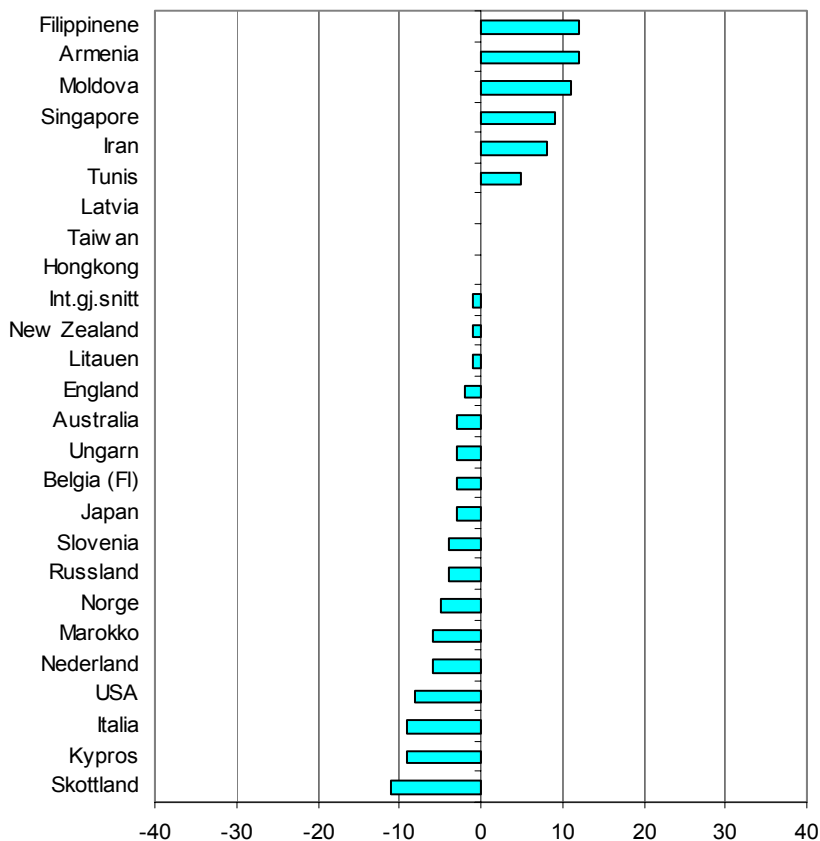
Figur 4.3 *Kjønnforskjeller i matematikk i 8. klasse. Positive verdier i jentenes favør*



4.2 Kjønnsforskjeller i matematikk

Figur 4.3 (se forrige side) viser forskjellen mellom jenters og gutters gjennomsnittsskåre i matematikk i 8. klasse for hvert land. Positive forskjeller betyr at jentene presterer best, negative at guttene er best. Forskjellene er små i de fleste land, og vi ser at det varierer om det er jentene eller guttene som presterer best i faget. Gjennomsnittlig kjønnsforskjell for alle landene viser at det ikke er et bestemt kjønn som utmerker seg som gjennomgående best. De norske resultatene utmerker seg ikke på noen måte. Den lille forskjellen vi finner i jentenes favør, er ikke statistisk signifikant.

Figur 4.4 *Kjønnsforskjeller i matematikk i 4. klasse. Positive verdier i jentenes favør*



Figur 4.4 viser forskjellen mellom jenters og gutters prestasjoner i matematikk i 4. klasse på samme måte som for 8. klasse. Også i 4. klasse varierer det mellom land hvilket kjønn som presterer best, og igjen er den gjennomsnittlige kjønnsforskjellen for alle landene tilnærmet null. Forskjellene i 4. klasse er gjennomgående enda mindre enn dem vi så i 8. klasse. De norske resultatene markerer

seg heller ikke på dette klassetrinnet. Den lille forskjellen vi denne gangen finner i guttenes favør, er heller ikke statistisk signifikant.

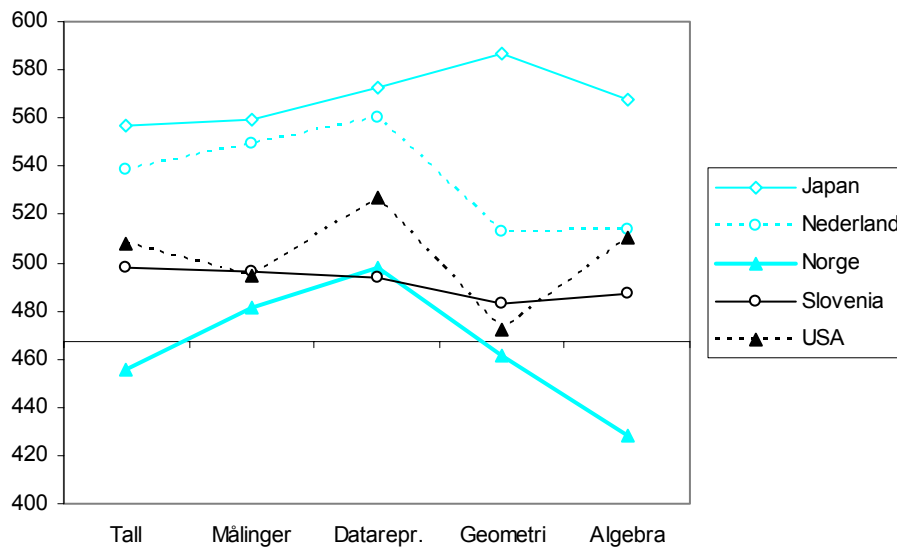
I noen land er det konsistent i begge populasjonene hvilket kjønn som presterer best i matematikk. I Armenia, Filippinene, Moldova, Singapore og Iran gjør jentene det best både i 4. klasse og i 8. klasse. I Marokko, Nederland og Ungarn presterer guttene best på begge klassetrinn. I andre land, som Norge, Litauen, Tunisia og Skottland, varierer det mellom populasjonene om det er jenter eller gutter som presterer best. Mange av forskjellene er små, forskjellen i poeng mellom jenter og gutter må i de fleste land nærme seg 10 poeng for å være statistisk signifikant.

4.3 Prestasjoner på hvert av emneområdene

4.3.1 Sammenlikning mellom emneområdene

Basert på det matematiske innholdet har TIMSS plassert matematikkoppgavene i fem emneområder: *Tall*, *Målinger*, *Datarepresentasjon*, *Geometri* og *Algebra/Mønstre* (se kapittel 3). Figur 4.5 viser ”kunnskapsprofilene” for våre utvalgte land i 8. klasse innenfor disse fem emneområdene. Det internasjonale gjennomsnittet er 467 poeng innenfor hvert område, som svarer til et gjennomsnitt på 500 poeng i TIMSS 1999. Norske elever på 8. trinn skårer relativt best på området datarepresentasjon og svakest i algebra. Dette samsvarer helt med resultatene i 1995: ”Særlig tydelig er de svake resultatene i Algebra og de forholdsvis gode i Datarepresentasjon.” (Lie mfl. 1997a, s. 45).

Figur 4.5 Prestasjoner på ulike emneområder i matematikk i 8. klasse. Poenggjennomsnitt for hvert land



Det er ikke overraskende at norske elever gjør det svakt på området algebra på 8. trinn. Dette er et område av matematikken som klart er blitt nedtonet i norske læreplaner for grunnskolen. Mer bekymringsfullt er det at vi også skårer relativt svakt på de andre områdene. Vi skårer lavere enn alle referanselandene på alle områdene unntatt datarepresentasjon, og datarepresentasjon og målinger er de eneste områdene hvor vi ligger over det internasjonale gjennomsnittet. Vi ser at Japan og dernest Nederland er de som skårer klart best på alle områdene unntatt i algebra, hvor Nederland og USA skårer omtrent likt.

Slovenia og USA er de to landene som ligger nærmest oss i prestasjoner, men særlig på to områder skårer norske elever betydelig lavere: tall og algebra. Det kan synes noe paradoksalt hvis vi oppfatter tall som det mest fundamentale området og det man legger mest vekt på i norsk skole, mens algebra er et område som er nedtonet i læreplanen for grunnskolen. På den andre siden har vi tidligere (se kapittel 3) pekt på at tall og tallregning utgjør en viktig del av den rene matematikken, hvor kunnskap og forståelse knyttet til formelle symboler er en forutsetning. Både tall og algebra er emner som er basert på abstrakte symboler, og hvor store deler av kunnskapen er knyttet til det vi kan kalle formell matematikk. L97 er den første norske læreplanen hvor disse områdene er knyttet nært sammen. Området heter *Tall* på småskole- og mellomtrinnet, mens det heter *Tall og algebra* på ungdomstrinnet. I tidligere læreplaner har dette hørt til under ulike hovedemner. Som en introduksjon til Veiledningshefte til algebra i KIM (Kvalitet i matematikkundervisningen) understrekes følgende:

"(...) å lære algebra har sine røtter i den matematikken en lærer i de første klassene i grunnskolen, når elevene legger merke til regelmessigheter i sitt arbeid med tall. Fra denne begynnelsen utvikler de kunnskaper om egenskaper ved tallene og regneoperasjonene, egenskaper som senere skal generaliseres til kunnskaper i algebra. Flere studier som er gjort av elevers kunnskaper i dette emnet, peker på at mange får vansker med å lære algebra fordi de ikke har solide nok kunnskaper om tallene og de grunnleggende regneoperasjonene." (Brekke mfl. 2000, s. 3).

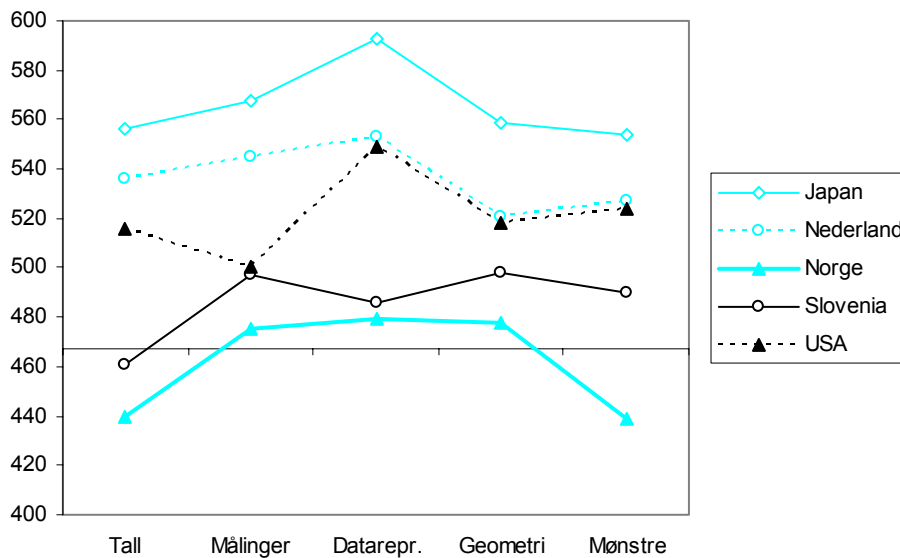
Det er derfor tankevekkende at det er på områdene tall og algebra at norske elever ser ut til å skille seg mest ut i negativ retning. De svake prestasjonene i algebra synes naturlig på bakgrunn av at dette området er nedtonet i læreplaner for grunnskolen, men de svake prestasjonene på området tall gir særlig grunn til bekymring. Det lover ikke godt for elevenes muligheter til eventuelt å til egne seg kunnskaper i algebra på et senere tidspunkt.

Når det gjelder de to høyest presterende av våre referanseland, Japan og Nederland, er det særlig på områdene tall, målinger og datarepresentasjon at disse to landene ligger nær hverandre i prestasjoner. På områdene geometri og algebra er det bare Japan som skårer spesielt høyt. Her skårer Nederland på nivå med Slovenia og USA. Nederland ser derfor ikke ut til å legge så stor vekt på tradisjonell ren matematikk i algebra og geometri, men med solide kunnskaper på området tall er deres utgangspunkt for eventuelt senere å lære algebra et helt annet enn for de norske elevene. Vi ser også at på områdene tall og algebra skårer elevene i Slovenia langt høyere enn de norske.

Det er ikke bare for eventuelt senere å lære algebra at gode kunnskaper når det gjelder tall, er en nødvendig forutsetning. For anvendt matematikk, som bruk av matematikk for å løse problemer man støter på i dagligliv og samfunnsliv, er det ofte blitt framhevet at gode elementære kunnskaper når det gjelder tall, er en nødvendig forutsetning. Mange har påpekt at for å prestere godt innen anvendt matematikk eller det som blir kalt problemløsning, må elevene ha en basis av elementære matematiske kunnskaper og ferdigheter (Schoenfeldt 1992, Gardiner 2004).

Figur 4.6 viser hvordan norske elever i 4. klasse presterer innenfor de ulike matematiske emneområdene sammenliknet med referanselandene. Emnene tall og mønstre skiller seg igjen ut som de to områdene hvor norske elever skårer dårligst. Mønstre i 4. klasse i TIMSS er det området som kan knyttes til algebra i 8. klasse. I 4. klasse går dette ut på å se mønstre og sammenhenger og kunne generalisere. Dette er helt i samsvar med norsk læreplan, hvor man på småskole- og mellomtrinnet skal arbeide med mønstre og sammenhenger knyttet til tall med sikte på å legge et grunnlag for den senere mer formelle algebraen.

Figur 4.6 Prestasjoner på ulike emneområder i matematikk i 4. klasse. Poenggjennomsnitt for hvert land



Norske elever gjør det relativt best på områdene datarepresentasjon, målinger og geometri. Det generelle bildet av norske elevers prestasjoner på ulike områder av matematikk i 4. klasse er i hovedsak det samme som vi så i 8. klasse. Også i 4. klasse skårer norske elever gjennomgående klart lavere enn våre fire referanseland, unntatt for datarepresentasjon, hvor vi ligger omtrent på nivå med Slovenia. De bekymringene vi uttrykte i forbindelse med resultatet i 8. klasse, gjelder i minst like stor grad for de yngre elevene. I 4. klasse er det enda

klarere at norske elever presterer svakest innenfor områdene tall og mønstre. Også Slovenia skårer relativt svakt på området tall, men likevel klart bedre enn oss, i dette som i de andre emnene.

Vi skal nå se nærmere på hvordan norske elever presterer på hvert enkelt av disse matematiske områdene. På bakgrunn av det vi hittil har skrevet om at det er en fordel å knytte et område som algebra (mønstre i 4. klasse) nært opp mot hva elevene kan på området tall, vil vi starte med å studere disse to områdene. For hvert emneområde vil vi gi noen eksempler på oppgaver og kommentere hvordan elevene i Norge og referanselandene presterte her. Det er bare et fåtall av de frigitte oppgavene i TIMSS 2003 som omtales her, alle frigitte oppgaver er imidlertid tilgjengelige på nettet (www.timss.no).

Når det gjelder tall, vil vi se eksempler på noen oppgaver som dreier seg mest om fakta eller ferdigheter, og andre som i hovedsak krever begrepsforståelse. Alle oppgavene innen tall og algebra vil være klassifisert fra avansert nivå (nivå 4) til lavt nivå (nivå 1), se første del av dette kapitlet. Vi vil starte med de eksempeloppgavene som er klassifisert som de vanskeligste, og så gå videre til enklere oppgaver. Vi presenterer først alle eksemplene i 8. klasse innenfor et område, så i 4. klasse for det samme området.

4.3.2 Prestasjoner på området Tall

Vi skal nå studere noen eksempler på hvordan norske elever presterer på noen utvalgte oppgaver på området *Tall*, først i 8. klasse, deretter i 4. klasse. I denne boka har vi som nevnt bare valgt ut noen få eksempler på oppgaver. Man må derfor være forsiktig med å trekke for generelle konklusjoner basert på disse eksemplene. På områdene tall og algebra vil vi bruke de samme eksemplene som angir de ulike kompetansenivåene i den internasjonale TIMSS-rapporten (Mullis mfl. 2003). Oppgavene er valgt fordi de er typiske for området, samtidig som vi knytter mange av oppgavene til det vi tidligere har skrevet om kompetansenivåer i første del av kapitlet. Antallet oppgaver vil variere fra en til tre på hvert klassetrinn innenfor hvert område. Feilmarginene på alle disse oppgavene ligger på omtrent 5 prosentpoeng.

Oppgave 1 (8. klasse)

Figur 4.7 Oppgave i tall med resultater for 8. klasse

M022156	Japan	62
En kopp rommer $\frac{1}{5}$ kg mel. Hvor mange kopper trengs for å fylle en sekk med 6 kg mel?	Nederland	74
	Norge	39
	Slovenia	46
	USA	52
	Int. gj.snitt	38
	Svar: _____	

Figur 4.7 viser at prosentandelen av de norske elevene som fikk det riktige svaret 30 kopper, var 39. Oppgaven er i TIMSS brukt som et eksempel på en oppgave som krever kompetanse på høyt nivå (nivå 3). I den internasjonale rapporten er oppgaven beskrevet som et ett-trinnsproblem hvor man skal dividere et helt tall med en brøk. Norske elever skårer lavere enn alle referanselandene. Sett på bakgrunn av våre generelt svake prestasjoner når det gjelder tall, er det likevel positivt at vi ligger på nivå med det internasjonale gjennomsnittet på en oppgave som er klassifisert som relativt vanskelig. Å utføre formelle beregninger som det å dele et helt tall med en brøk i et oppstilt stykke, er ikke den typen matematikk som norske elever tidligere har vist seg å være gode i (Brekke mfl. 1998).

Men ser vi litt nærmere på oppgaven, er den ikke nødvendigvis et ett-trinnsproblem som må løses ved bruk av en formell algoritme for divisjon av et helt tall med brøk. Har man forståelse for begrepet brøk, her $1/5$, kan man ganske enkelt konkludere med at man får 5 kopper mel av ett kilogram. Og da er det videre enkelt å beregne at man får 30 kopper på 6 kilogram. Oppgaven er da omformet fra å være et ett-trinnsproblem som krever formell divisjon av et helt tall med en brøk, til et to-trinnsproblem som enkelt kan beregnes i hodet. Det er mulig at norske elever har løst oppgaven slik, uten at de formelt har dividert et helt tall med en brøk. En av konklusjonene fra analysene av elevenes svar på oppgaver i brøk i TIMSS 1995 var at *”norske elever gjør det forholdsvis bedre på oppgaver som dreier seg om brøkbegrepet, her representert ved en brøk, direkte oppfattet som en tallstørrelse, enn på oppstilte regnestykker der brøker inngår”* (Brekke mfl. 1998, s. 33). At forståelse av brøkbegrepet er viktigere enn algoritmiske ferdigheter, er også i samsvar med det som står om brøk i L97. Det er derfor rimelig å anta at det er den siden av arbeid med brøk som også vektlegges i undervisningen.

Oppgave 2 (8. klasse)

Figur 4.8 Oppgave i tall med resultater for 8. klasse

M022010	Japan	78
Alice løp en strekning på 49,86 sekunder. Beate løp den samme strekningen på 52,30 sekunder. Hvor mye lengre tid enn Alice brukte Beate?	Nederland	81
(A) 2,44 sekunder	Norge	46
(B) 2,54 sekunder	Slovenia	73
(C) 3,56 sekunder	USA	74
(D) 3,76 sekunder	Int. gj.snitt	61

Figur 4.8 viser at prosentandelen av norske elever som valgte det riktige alternativet A, lå langt under andelen i referanselandene og også under det internasjonale gjennomsnittet. TIMSS klassifiserte oppgaven som et eksempel på hva

en elev med middels kompetanse (nivå 3) i 8. klasse kan forventes å klare. Oppgaven er beskrevet som en tekstoppgave hvor man skal subtrahere to desimaltall, begge med to desimaler. For å løse oppgaven må elevene både velge riktig regneoperasjon og beherske algoritmen for å subtrahere desimaltall. Valg av riktig operasjon er alltid en utfordring for elever, men vi vet at uttrykk som ”hvor mye lenger”, slik som i denne oppgaven, fra tidlig alder gir elevene assosiasjoner til subtraksjon. Oppgaven synes derfor ikke spesielt utfordrende og er det heller ikke internasjonalt med en gjennomsnittlig løsningsfrekvens på 61 prosent. Utfordringen ligger videre i å utføre subtraksjonen korrekt, hvor man må ”låne” for hvert tall man subtraherer. Siden begge tallene har det samme antall desimaler, synes det å spille liten rolle hvor god forståelse man har av selve begrepet desimaltall. Problemet er at norske elever skårer veldig svakt på denne oppgaven, langt dårligere enn alle de valgte referanselandene og klart under det internasjonale gjennomsnittet. Det er bare elever fra noen typiske utviklingsland som skårer dårligere enn norske elever. Fagstoffet i oppgaven synes dekket i L97 fra 4. klasse og burde derfor ligge rimelig godt til rette for norske elever.

Man fant ingen tendens i TIMSS 1995 til at norske elever hadde spesielle problemer med å anvende vanlige algoritmer for de fire regningsartene når de ble anvendt på hele tall eller tall hvor antallet desimaler ikke utgjorde en utfordring. Tvert imot var tendensen at norske elevers prestasjoner var lik det internasjonale gjennomsnittet på oppgaver av denne typen (Brekke mfl. 1998). At elevene nå skårer langt under internasjonalt gjennomsnitt, gir grunn til bekymring. I TIMSS 1995 konkluderte man med at norske elever synes å ha basiskunnskaper i de fire regningsartene og å beherske sentrale algoritmiske ferdigheter. Det var ingen grunn til å være redd for at økende bruk av for eksempel lommeregner hadde hatt særlig innvirkning på algoritmekompetansen.

Oppgave 3 (8. klasse)

Figur 4.9 Oppgave i tall med resultater for 8. klasse

M032670	Japan	92
Hvilket av disse tallene er nærmest 10?	Nederland	97
(A) 0,10	Norge	91
(B) 9,99	Slovenia	87
(C) 10,10	USA	87
(D) 10,90	Int. gj.snitt	77

Figur 4.9 viser at på denne oppgaven er prosentandelen av norske elever som velger det riktige alternativet B, høyere enn det internasjonale gjennomsnittet og helt på høyde med referanselandene. Dette er en oppgave hvor elevene skal bedømme hvilket tall med to desimaler som er nærmest et gitt helt tall i stør-

relse. Oppgaven er brukt som et eksempel på hva elever som når lavt nivå (nivå 1), forventes å ha kompetanse på. Norske elever gjør det bedre enn elevene i to av referanselandene, USA og Slovenia. Oppgaven krever ikke bruk av noen algoritme, men tester elevenes forståelse av begreper som heltall og desimaltall.

Oppgave 4 (4. klasse)






Figur 4.10 Oppgave i tall med resultater for 4. klasse

M011020	Japan	60
Hvilket av disse tallene er det samme som $\frac{7}{10}$? (A) 70 (B) 7 (C) 0,7 (D) 0,07	Nederland	29
	Norge	17
	Slovenia	8
	USA	62
	Int. gj.snitt	43

Oppgaven på figur 4.10 krever at elevene forstår at den oppgitte brøken med nevner 10 står for det samme som desimaltallet i alternativ C. TIMSS bruker denne oppgaven som et eksempel på hva elever på avansert nivå (nivå 4) kan forventes å ha kompetanse på i 4. klasse. Selv om L97 nevner at elevene skal få noe erfaring med enkle brøker i praktiske sammenhenger fra 3. klasse, er det først i 8. klasse at læreplanen framhever arbeid med å se sammenhengen mellom brøk og desimaltall. Denne oppgaven er derfor litt på siden i forhold til norsk læreplan på det aktuelle trinnet. Norske elever presterer ganske dårlig på oppgaven. De presterer likevel bedre enn ett av våre referanseland, Slovenia, som på denne oppgaven skårer lavere enn alle andre deltakende land.

Oppgave 5 (4. klasse)

Figur 4.11 Oppgave i tall med resultater for 4. klasse

M012044	Japan	76
På hvilken figur er $\frac{2}{3}$ av kvadratet skyggelagt? (A)  (B)  (C)  (D)  (E) 	Nederland	73
	Norge	29
	Slovenia	34
	USA	82
	Int. gj.snitt	57

Også oppgaven på figur 4.11 krever at elevene forstår at en brøk kan representeres på ulike måter, her ved at figuren i alternativ E representerer det samme som den oppgitte brøken. Oppgaven er lettere enn den forrige og eksemplifiserer hva elever på middels nivå (nivå 2) forventes å ha av kompetanse. I L97 introduseres enkle brøker brukt i praktiske sammenhenger i 3. klasse, i 4. klasse står det at eleven skal "arbeide med enkle brøker og desimaltall i praktiske sammenhenger" (s. 161). Denne typen oppgave hvor elevene skal gjenkjenne hvilken delvis skyggelagt figur som representerer en brøk gitt som tall-symbol, er mer i samsvar med hvordan brøk introduseres på småskoletrinnet. Likevel ligger prestasjonene til norske elever svært lavt. Vi ligger langt under det internasjonale gjennomsnittet, og det er bare to land, Marokko og Tunisia, som skårer lavere. Slovenia skårer også lavt på denne oppgaven, omtrent på nivå med Norge.

I norske læreplaner framheves det altså at elevene skal arbeide med enkle brøker i praktiske sammenhenger. Denne oppgaven krever imidlertid også at elevene forstår de formelle matematiske symbolene for en brøk, og at samme matematiske innhold kan representeres på ulike måter. Å ha forståelse for at samme kvantitet kan vises ved ekvivalente representasjonsformer, er en fundamental kunnskap i matematikk. Det er vanskelig på bakgrunn av prestasjonene på denne oppgaven å si noe om det er forståelsen av begrepet $2/3$ som de norske elevene har problemer med, eller om det er de formelle matematiske symbolene og det at samme størrelse kan uttrykkes ved ulike representasjonsformer.

Oppgave 6 (4. klasse)

Figur 4.12 Oppgave i tall med resultater for 4.klasse

M031305	Japan	86
$15 \cdot 9 =$	Nederland	86
	Norge	30
	Slovenia	67
Svar: _____	USA	73
	Int. gj.snitt	72

Å beregne svaret på oppgaven på figur 4.12 til 135 er i TIMSS klassifisert som noe en elev på lavt nivå (nivå 1) forventes å beherske. Oppgaven går ut på å multiplisere et tosfifret tall med et ensifret tall. I L97 står det for 4. klasse at elevene skal

"arbeide mer med multiplikasjonstabellen, multiplisere og dividere tall med 10 direkte, og multiplisere og dividere tall i hodet eller på papiret når det også inngår tosfifrede tall" (L97, s. 161)

Oppgaven synes derfor å samsvare godt med det som læreplanen legger vekt på at elevene skal arbeide med. I 1995 presterte norske elever på høyde med det

internasjonale gjennomsnittet på en liknende, men litt enklere oppgave. At norske elever i 4. klasse i 2003 presterer svakest av alle deltakende land, med 30 prosent riktig, mot et internasjonalt gjennomsnitt på 72 prosent, er mer enn bekymringsfullt. Selv om man skal være forsiktig med å trekke konklusjoner på bakgrunn av enkeltoppgaver, kan man ikke la være å undre seg over dette resultatet. Oppgaven ligger til rette for enten å bli løst i hodet eller ved hjelp av papir og blyant. Den kan eventuelt også løses ved gjentatt addisjon. Bare 30 prosent av elevene i Norge svarer riktig på oppgaven, mindre enn i alle de andre landene som deltok i denne populasjonen. En mulig forklaring på det svake resultatet kan være at norske elever i liten grad behersker multiplikasjonstabellen.

4.3.3 Prestasjoner på området Algebra/Mønstre

Vi har tidligere i dette kapitlet pekt på forbindelsen mellom tall og algebra og hvordan dette gjenspeiler seg både i emneområdene i TIMSS og i L97. På småskole- og mellomtrinnet heter hovedemnet i L97 *Tall*, på ungdomstrinnet kalles det *Tall og algebra*, men her understrekes det at *”Elevene bør få oppleve sammenhengen mellom tallregning og algebra. Et utgangspunkt på småskole- og mellomtrinnet er arbeid med mønstre og regelmessigheter og med å beskrive dette på en kort og enkel måte”* (L97, s. 156). I TIMSS kalles området *Algebra* på 8. trinn, mens betegnelsen *Mønstre* brukes i 4. klasse, noe som samsvarer godt med L97.

Problemer elevene har i algebra, skyldes ofte problemer med tall og tallregning. Hvis man ikke behersker aritmetikk rimelig bra, er det ikke rart at man får problemer når man skal arbeide med algebra. Vi kan si at når *”elevene begynner å arbeide med algebra knyttet til symboler, er de kommet til en utvidelse av begrepene som de har dannet i aritmetikken. De skal utvide disse kunnskapene og ferdighetene, samtidig som de blir stilt overfor en økende grad av symbolisering”* (Brekke mfl. 2000, s. 12). I TIMSS 1995 var algebra det området hvor norske elever presterte svakest, og det var spesielt på oppgaver som krevde formelle kunnskaper i algebra, at elever i alle de nordiske landene presterte dårlig.

Oppgave 7 (8. klasse)

For oppgaven på figur 4.13 tar vi bare for oss resultatet på siste spørsmål i oppgaven her, del C. TIMSS beskriver dette som en oppgave om generalisering, hvor elevene skal forklare hvor mange trekanter som trengs for å lage figur 50 i rekken basert på det mønsteret man ser avtegner seg basert på de første figurene i rekken. Det blir forventet at man ser et mønster hvor nummer på figuren skal multipliseres med seg selv, for i neste omgang å multiplisere dette svaret med 2. En akseptabel forklaring i del C vil være at man skriver opp 50 multiplisert med 50, som så skal multipliseres med 2 og til slutt gi svaret 5000. TIMSS har brukt den som en eksempeloppgave på hva elever på avansert nivå (nivå 4) forventes å ha av kompetanse.

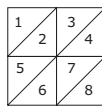
Figur 4.13 Oppgave i algebra med resultater for 8. klasse

M022261

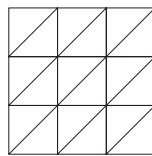
De tre figurene nedenfor er delt inn i små, like trekkanter.



Figur 1



Figur 2



Figur 3

A. Fullfør tabellen nedenfor. Fyll først ut hvor mange små trekkanter det er i figur 3. Finn så hvor mange små trekkanter det vil være i figur 4 hvis rekka fortsetter.

Figur	Antall små trekkanter
1	2
2	8
3	
4	

B. Rekka fortsetter til figur 7. Hvor mange små trekkanter vil det være i figur 7?

Svar: _____

C. Rekka med figurer fortsetter til figur 50. Forklar uten å tegne og telle hvordan vi kan finne antallet trekkanter i figur 50.

Del C.

Japan	44
Nederland	36
Norge	9
Slovenia	13
USA	19
Int. gj.snitt	14

Norske elever skårer svært lavt på denne oppgaven, noe som ikke er overraskende på bakgrunn av at vi generelt presterer lavt i algebra, og at oppgaven også klassifiseres som vanskelig internasjonalt. På den andre siden ligger den nært opp til den typen algebraisk kunnskap som L97 legger vekt på. Det understrekes at elevene allerede fra småskole- og mellomtrinnet bør tilnærme seg algebra ved å arbeide med mønstre og regelmessigheter og kunne beskrive dette på en enkel måte. I 6. klasse står det at de skal "undersøke tall og utforske tallmønstre" (L97, s. 164). Oppgaven er utformet i samsvar med ferdigheter norske elever skal ha trening i ifølge læreplanen, den krever ikke at elevene behersker et formelt algebraisk språk. På den bakgrunn er det skuffende at norske elever skårer lavere enn elevene i alle referanselandene og også under det internasjonale gjennomsnittet.

Oppgave 8 (8. klasse)

Figur 4.14 Oppgave i algebra med resultater for 8. klasse

M012040	Japan	79
Hvis $\frac{12}{n} = \frac{36}{21}$, så er n lik	Nederland	85
(A) 3	Norge	59
(B) 7	Slovenia	72
(C) 36	USA	80
(D) 63	Int. gj.snitt	65

I oppgaven på figur 4.14 skal elevene komme fram til at n må stå for 7, og på den bakgrunn velge riktig alternativ B. Oppgaven er klassifisert som en oppgave som viser hva en elev som befinner seg på et middels nivå (nivå 2) kan forventes å ha av kompetanse. Elevene blir her spurt om hvilken verdi for n som tilfredsstill likningen slik at tallverdien av uttrykkene på begge sider av likhetstegnet blir det samme. Oppgaven kan løses ved at man prøver seg fram for å se hva som passer som løsning. Også denne oppgaven faller inn under den typen algebra som læreplanen legger opp til at elevene skal arbeide med. I 8. klasse står det at elevene skal "arbeide med å bygge opp forståelse for bruk av bokstaver" (L97, s. 167). Allerede på langt lavere trinn er det vanlig at elevene skal kunne løse enkle likninger ved å prøve seg fram til hva som passer, da ofte ved at den ukjente størrelsen er angitt ved en boks. Man trenger ikke å løse likningen formelt, men man må ha en viss forståelse av hva en likning er, at bokstaven står for en ukjent størrelse, og at brøkstreken står for divisjon. Likningen er uttrykt som en proporsjonalitet, men krever ikke at elevene har noen dyp forståelse av begrepet proporsjonalitet. Prosentandelen av norske elever som svarer riktig, er igjen lavere enn i alle våre referanseland og er også under det internasjonale gjennomsnittet.

Oppgave 9 (4. klasse)

TIMSS bruker mønstre som betegnelse i 4. klasse på det området som er forløperen for algebra i 8. klasse. Som tidligere nevnt samsvarer det godt med beskrivelsene i L97. Oppgaven på figur 4.15 er en tekstoppgave hvor elevene må velge hvilken av de fire regningsartene de skal bruke for å løse oppgaven, samt forstå hvordan dette kan uttrykkes i matematisk språk med tall og symboler for de fire regningsartene. Oppgaven er i TIMSS klassifisert som et eksempel på hva elever som når et høyt nivå (nivå 3), kan forventes å ha av kompetanse. Også denne oppgaven er klart i samsvar med det som L97 legger opp til at elevene skal ha erfaring med. I planen for 4. klasse står det at elevene skal "bruke tall og regning i praktiske situasjoner. Velge og begrunne valg av regneart, metode og redskap, og vurdere svar" (L97, s. 161). Likevel er også dette en

oppgave som de norske elevene skårer svært lavt på, langt under elever i alle våre referanseland og langt under det internasjonale gjennomsnittet. Av de 25 landene som deltok i populasjon 1, var det bare Iran, Monaco og Tunisia som presterte dårligere enn Norge på denne oppgaven.

Figur 4.15 Oppgave i algebra/mønstre med resultater for 4. klasse

M012048	Japan	67
<input type="checkbox"/> står for antall blader Fatimah leser hver uke. Hvilket av disse regnestykkene står for hvor mange blader Fatimah leser på 6 uker?	Nederland	72
(A) $6 + \square$	Norge	37
(B) $6 \cdot \square$	Slovenia	60
(C) $\square + 6$	USA	72
(D) $(\square + \square) \cdot 6$	Int. gj.snitt	58

4.3.4 Prestasjoner på området Målinger

Måling er knyttet til det å tilordne en numerisk verdi til et objekt. Ulike objekter har ulike kvantifiserbare aspekter. Linjesegmenter har for eksempel lengde, et avgrenset plan (planregion) har areal, og fysiske objekter har masse. Det å lære om målinger begynner med en erkjennelse av behovet for å sammenlikne, i tillegg til at man innser at ulike ting må måles med forskjellige enheter. Man vil forvente en viss progresjon i elevenes anvendelse av slike enheter etter hvert som de kommer til høyere klassetrinn. I TIMSS vil det for eksempel forventes at elevene i 4. klasse skal være i stand til å bruke tilnærminger og enkle formler, og at de skal kunne regne ut areal og omkrets av kvadrater og rektangler. I 8. klasse er emneområdet utvidet til å innbefatte måling av mer kompliserte størrelser som fart og tetthet. Elevene forventes da i tillegg å kunne anvende mer avanserte formler som gjør at de for eksempel kan beregne sammensatte arealer og overflater av legemer.

I TIMSS forsøker man å teste elevenes forståelse av de ulike måtene man kan måle objekter på og deres kjennskap til enhetene og prosessene som da benyttes. Emnet *Målinger* har i TIMSS to delområder:

- Lengder og måleenheter
- Måleredskap, teknikker og formler

Fagplanen for matematikk i L97 understreker, spesielt under målområdet "Matematikk i dagliglivet", at det er viktig for elevene å tilegne seg kunnskaper om målinger. Dette er særlig begrunnet i nytten av denne kunnskapen i dagliglivet og i forbindelse med forhold i hjem og samfunn. Emnet blir omtalt på alle trinn. Det heter blant annet:

I opplæringen skal elevene:

- øve seg i å velge passende måleredskaper og få erfaringer med å bruke dem, vurdere og sammenlikne størrelser (L97, s. 159, 3. klasse)

- arbeide videre med mål, med å velge hensiktsmessige måleredskaper og enheter for lengde, med å finne ut og beregne areal og volum av enkle og sammensatte figurer og med å gjøre anslag og vurderinger (L97, s. 166, 8. klasse)

Oppgave 10 (8. klasse)

Figur 4.16 Oppgave i målinger med resultater for 8. klasse

M022148 Kadra begynner med leksene sine kl. 18.40. Når vil hun være ferdig hvis hun bruker tre kvarter på dem? Svar: _____	<table> <tr><td>Japan</td><td>63</td></tr> <tr><td>Nederland</td><td>91</td></tr> <tr><td>Norge</td><td>71</td></tr> <tr><td>Slovenia</td><td>67</td></tr> <tr><td>USA</td><td>55</td></tr> <tr><td>Int. gj.snitt</td><td>46</td></tr> </table>	Japan	63	Nederland	91	Norge	71	Slovenia	67	USA	55	Int. gj.snitt	46
Japan	63												
Nederland	91												
Norge	71												
Slovenia	67												
USA	55												
Int. gj.snitt	46												

For å komme fram til riktig svar (19.25) på oppgaven på figur 4.16, må man vite at tre kvarter utgjør 45 minutter. I tillegg må man i utregningen ta hensyn til at det er 60 minutter i en time. Som det framgår av p-verdiene, er dette et eksempel på en oppgave hvor norske elever gjør det bra. De skårer markert høyere enn i tre av våre referanseland og langt over det internasjonale gjennomsnittet. Selv om elevene trolig har hentet de kunnskapene som skal til for å løse en slik oppgave, like mye fra dagliglivet som fra matematikkundervisningen, er det likevel på det rene at L97 legger stor vekt på at elevene får trening i å arbeide med oppgaver relatert til tid. Dette blir eksplisitt uttalt på alle trinn, for eksempel formuleres det slik på 7. trinn:

I opplæringen skal elevene søke informasjon om sekstitalssystemet i historisk perspektiv og se sammenhengen med tid – døgn, timer, minutter og sekunder...
(L97, s.165)

I TIMSS 1995 ble det gitt en tilsvarende oppgave, og norske elever skåret da noe høyere enn i 2003. Dette kan skyldes at de to oppgavene ikke er helt identiske. Langt mer oppsiktsvekkende er det imidlertid at mens det internasjonale gjennomsnittet for 8. klasse i 1995 var 71 prosent, har det i 2003 sunket til 46 prosent. I kommentarene til oppgaven og resultatene i 1995 ble det poengtert at forskjellene i p-verdier mellom deltakerlandene var liten (Brekke mfl. 1998). Dette er ikke tilfellet i 2003, hvor det for den nesten likelydende oppgaven tvert imot er påfallende store variasjoner i disse verdiene, fra 4 prosent for Ghana til 91 prosent for Nederland. Mange av de nye landene som har kommet med i TIMSS, særlig en del arabiske og afrikanske land, har svært lav p-verdi på denne oppgaven, og det er først og fremst dette som gjør at det internasjonale gjennomsnittet har falt så dramatisk. Dette understreker det vi tidligere har poengtert: De nye landene som har kommet med i TIMSS i 2003, gjør sitt til at deltakerlandene nå utgjør en langt mer heterogen gruppe enn i 1995.

Oppgave 11 (8. klasse)

Figur 4.17 Oppgave i målinger med resultater for 8. klasse

M022005		Japan	44
Hvor mange flasker på 250 ml vil 400 l vann fylle?		Nederland	59
(A) 16		Norge	42
(B) 160		Slovenia	41
(C) 1600		USA	33
(D) 16 000		Int. gj.snitt	39

For å komme fram til riktig svar på oppgaven på figur 4.17, alternativ C, må elevene vite hvor mange milliliter det er i 1 liter, og de kan benytte den riktige regningsarten, divisjon. Alternativt kan de resonnerer som diskutert i oppgave 1 og gjøre den om til et enklere problem med to trinn. Flere undersøkelser, blant dem KIM-prosjektet, har dokumentert at målingsdivisjon faller vesentlig vanskeligere ut for elevene enn delingsdivisjon, og at en vanlig misoppfatning er at divisjon alltid gjør svaret mindre. Det sistnevnte kan være grunnen til at mange norske elever (29 prosent) i denne oppgaven velger svaralternativ B. Også i majoriteten av de øvrige TIMSS-landene er dette den distraktoren som tiltrekker seg flest elever.

Av tabellen framgår det for øvrig at p-verdien for Norge er noe høyere enn det internasjonale gjennomsnittet og relativt nær p-verdien for de fleste av våre referanseland. Nederland er det eneste landet som ligger vesentlig høyere.

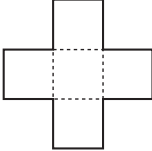
Oppgave 12 (8. klasse)

Oppgaven på figur 4.18 er en sammensatt oppgave hvor elevene ut fra en oppgitt figur, satt sammen av fem identiske kvadrater, skal beregne figurens totale areal og siden i ett kvadrat. Av tabellene ser vi at norske elever presterer svært svakt på disse to deloppgavene. Dette gjelder så vel absolutt som relativt i forhold til våre referanseland.

Del A av oppgaven krever at elevene kan utføre en forholdsvis enkel divisjon, $245 \text{ cm}^2 : 5 = 49 \text{ cm}^2$. Kun 32 prosent av norske åttendeklassinger kommer fram til det riktige svaret på denne oppgaven, og dette er desidert lavest i vårt utvalg av land. Ser vi bort fra de afrikanske landene, er det kun tre av deltakerlandene i TIMSS som her skårer lavere enn Norge. Vårt land ligger dessuten over 20 prosentpoeng lavere enn det internasjonale gjennomsnittet, noe som må anses som relativt dramatisk på en så vidt enkel oppgave.

I deloppgave B blir elevene bedt om å beregne siden i ett kvadrat. Oppgaven fordrer at elevene kjenner til sammenhengen mellom arealet og siden i et kvadrat, og at de kan utføre den nødvendige utregningen. Har man fått 49 cm^2 som svar på deloppgave A, vil man på ulike måter kunne komme fram til at 7 er riktig svar på spørsmål B, for eksempel ved prøving og feiling.

Figur 4.18 Oppgave i målinger med resultater for 8. klasse

<p>M022227</p> <p>Figuren består av 5 kvadrater med samme areal. Arealet av hele figuren er 245 cm^2.</p>  <p>A. Finn arealet av ett kvadrat.</p> <p>Svar: _____ cm^2</p> <p>B. Finn siden i ett kvadrat.</p> <p>Svar: _____ cm</p>	<p>Del A</p> <table> <tr><td>Japan</td><td>86</td></tr> <tr><td>Nederland</td><td>69</td></tr> <tr><td>Norge</td><td>32</td></tr> <tr><td>Slovenia</td><td>66</td></tr> <tr><td>USA</td><td>61</td></tr> <tr><td>Int. gj.snitt</td><td>52</td></tr> </table> <p>Del B</p> <table> <tr><td>Japan</td><td>42</td></tr> <tr><td>Nederland</td><td>38</td></tr> <tr><td>Norge</td><td>11</td></tr> <tr><td>Slovenia</td><td>29</td></tr> <tr><td>USA</td><td>29</td></tr> <tr><td>Int. gj.snitt</td><td>28</td></tr> </table>	Japan	86	Nederland	69	Norge	32	Slovenia	66	USA	61	Int. gj.snitt	52	Japan	42	Nederland	38	Norge	11	Slovenia	29	USA	29	Int. gj.snitt	28
Japan	86																								
Nederland	69																								
Norge	32																								
Slovenia	66																								
USA	61																								
Int. gj.snitt	52																								
Japan	42																								
Nederland	38																								
Norge	11																								
Slovenia	29																								
USA	29																								
Int. gj.snitt	28																								

Av p-verdiene går det fram at dette er en mye vanskeligere oppgave enn den foregående. Kun 11 prosent av de norske elevene svarer riktig på dette spørsmålet, og også her skiller vi oss negativt ut både i forhold til våre referanseland og i forhold til det internasjonale gjennomsnittet.

Allerede fra 1. klasse skal elevene ifølge L97 få gjøre erfaringer med å måle og vurdere størrelser. Senere skal dette videreutvikles, og begreper som areal og volum innføres med riktige benevnelser fra 4. klassetrinn. I 7. klasse skal så elevene "undersøke og beregne areal av sammensatte figurer" (L97, s. 165). Norske elever burde derfor opp gjennom grunnskolen ha fått god trening i å arbeide med arealberegninger.

Oppgave 13 (4. klasse)

På oppgaven på figur 4.19 skårer norske elever høyt, noe lavere enn i Nederland og Japan, men klart over det internasjonale gjennomsnittet og de to andre referanselandene Slovenia og USA. Det skal i denne oppgaven ikke foretas noen matematiske utregninger, derimot må man kjenne til måleenheten "kg" og ha en viss formening om at et voksent menneske veier ca. 60 kg. Dersom man er usikker på det sistnevnte, har man ut fra de distraktorene som er gitt, også en mulighet til å komme fram til svaret ved å eliminere åpenbart gale alternativer.

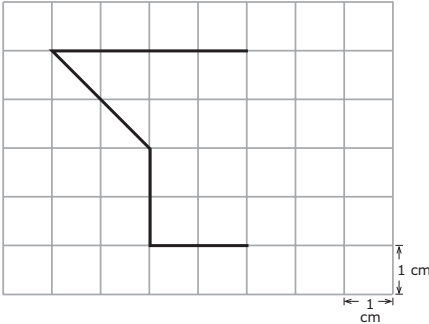
Figur 4.19 Oppgave i målinger med resultater for 4. klasse

M011023	Japan	89
Hva av dette kan være vekten til en voksen person?	Nederland	87
(A) 1 kg	Norge	78
(B) 6 kg	Slovenia	61
(C) 60 kg	USA	54
(D) 600 kg	Int. gj.snitt	72

Dette er også en type oppgave som kan løses ved hjelp av erfaringer og kunnskaper man erverver i dagliglivet utenfor skolens regi. Likevel er det klart at det i L97 legges stor vekt på at ”*elevene skal bli kjent med grunnleggende matematiske begreper som har direkte sammenheng med erfaringer i deres hverdag*” (L97, s.158.) Som det framgår av sitatene fra L97 i innledningen av kapittel 4.3.4, er det å trene på vurdering av størrelser og å få erfaring med ulike måleredskaper eksplisitt uttalte mål for matematikkundervisningen i grunnskolen. Av resultatene fra denne oppgaven kan det synes som om dette er et emneområde hvor norsk skole lykkes relativt godt.

Oppgave 14 (4. klasse)

Figur 4.20 Oppgave i målinger med resultater for 4. klasse

M031298	Japan	68
 <p>Arealet av hver rute i rutenettet er 1 kvadratcentimeter. Trekk linjer for å gjøre ferdig figuren slik at den har et areal på 13 kvadratcentimeter.</p>	Nederland	37
	Norge	10
	Slovenia	11
	USA	24
	Int. gj.snitt	29

Oppgaven på figur 4.20 er en forholdsvis vanskelig oppgave for fjerdeklassinger. Differansen i p-verdi mellom japanske og norske elever kan likevel synes voldsom. Mens nesten sju av ti japanske elever mestrer denne oppgaven, er det altså kun én av ti som svarer riktig her i Norge. Norske elever ligger også langt under det internasjonale gjennomsnittet, selv om også dette er relativt

lavt. Man må ikke foreta noen spesielle utregninger for å løse oppgaven utover å kunne telle til tretten og dessuten forstå at to halve ruter blir en hel. Problemet for de norske elevene kan muligens henge sammen med at selve teksten i oppgaven oppfattes som vanskelig, med ord som ”rutenett”, ”kvadratcentimeter” og ”areal”. I tillegg til vanskelige språklige uttrykk er det mulig at denne oppgaven er av en type som elevene er lite fortrolig med, og at deres ferdigheter og kunnskaper er betinget av at de får de matematiske problemene presentert i en kjent kontekstuell sammenheng.

4.3.5 Prestasjoner på området Datarepresentasjon

Dette emneområdet omhandler det å forstå hvordan man innhenter og organiserer data. Det dreier seg også om det å ha kunnskap om hvordan man kan framstille disse dataene i tabeller og grafer slik at man kan svare på de spørsmålene som initierte datainnsamlingen. I tillegg innbefatter det kjennskap til hvordan data kan misbrukes til å gi en skjev framstilling av et tema. Emneområdet består av fire delområder:

- Innsamling og organisering av data
- Representasjon av data
- Interpretasjon av data
- Usikkerhet og sannsynlighet

Ved utarbeidelse av oppgavene i TIMSS er det forutsatt at elever både i 4. klasse og i 8. klasse har tilegnet seg en del kunnskaper innenfor dette feltet. Allerede på det første av disse klassesettene bør eleven enten ha deltatt i prosjekter som inkluderer innsamling av data, eller ha arbeidet med allerede foreliggende data. De forventes derfor å forstå hva ulike tall, symboler og poeng står for i framstillinger av data. For eksempel bør de kunne skille mellom tall som representerer dataverdier, og tall som angir frekvensen av de aktuelle verdiene. Oppgaver som tester slike kunnskaper og ferdigheter, finnes i TIMSS både for populasjon 1 og populasjon 2. Elevene i begge populasjonene gis oppgaver hvor de skal vise at de kan vurdere visse karakteristikk for et sett av data, for eksempel form, spredning og sentraltendens. Elevene får også oppgaver hvor de skal bruke sin egen vurdering til å trekke ulike typer konklusjoner basert på gitte data. Elevene i populasjon 2 gis i tillegg oppgaver hvor de skal vise at de er i stand til å identifisere trender, gjøre prediksjoner og evaluere andres dataframstillinger.

Det gis ikke oppgaver knyttet til sannsynlighet i populasjon 1, mens det som blir testet i populasjon 2 på dette delområdet, i første rekke er elevenes begrepsforståelse. Dette gjøres blant annet ved at elevene blir bedt om å beregne sannsynlighet ut fra gitte, eksperimentelle data.

Av formuleringer i L97 går det fram at de vurderingene som gjøres av dette emneområdet i TIMSS, ligger tett opp til dem vi finner i den norske læreplanen:

I opplæringen skal elevene

- samle, notere, og illustrere data, for eksempel med tellestreker, tabeller og søylediagrammer (L97, s. 159, 4. klasse)
- planlegge og lage skjemaer for datainnsamling, ordne dataene og klassede materialet (L97, s. 167, 8. klasse)

Oppgave 15 (8. klasse)

Figur 4.21 Oppgave i datarepresentasjon med resultater for 8. klasse

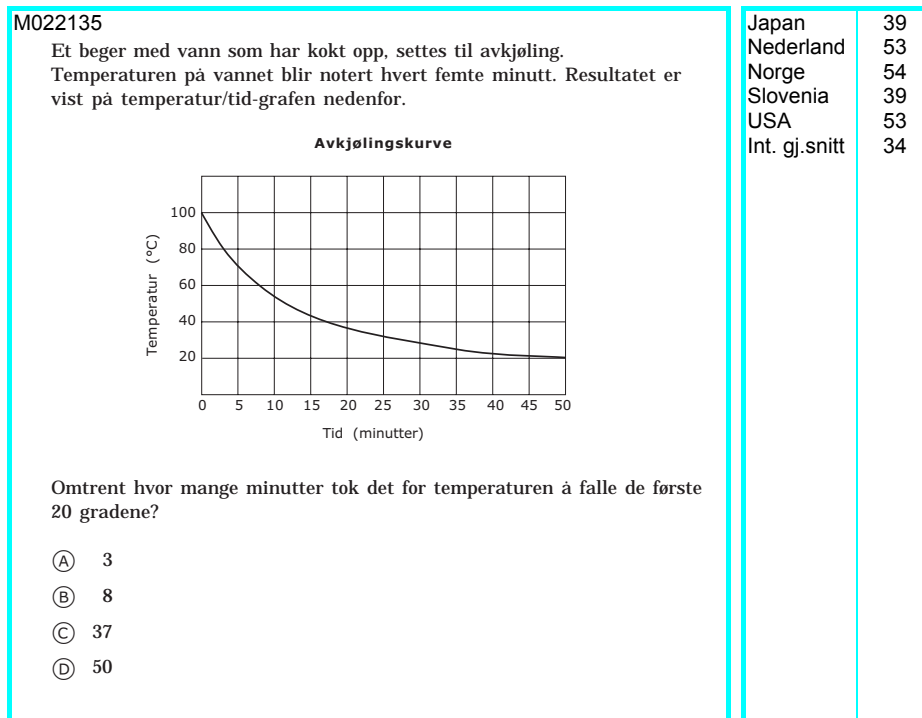
M012037			Japan	44																								
Tabellen viser poengene som elevene i klassen fikk på et spill.			Nederland	77																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Poeng</th> <th>Opptelling</th> <th>Frekvens</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>/</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>///</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>//// /</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>//</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>////</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>///</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>/</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Poeng	Opptelling	Frekvens	4	/	1	5	///	3	6	//// /	6	7	//	2	8	////	4	9	///	3	10	/	1	Norge	56
			Poeng	Opptelling	Frekvens																							
			4	/	1																							
			5	///	3																							
			6	//// /	6																							
			7	//	2																							
			8	////	4																							
			9	///	3																							
			10	/	1																							
			Slovenia	68																								
			USA	65																								
			Int. gj.snitt	49																								
Hvor mange elever i klassen fikk mer enn 7 poeng på spillet?																												
<p>(A) 2</p> <p>(B) 8</p> <p>(C) 10</p> <p>(D) 12</p> <p>(E) 20</p>																												

Oppgaven på figur 4.21 er en såkalt trendoppgave, som første gang ble gitt i TIMSS 1995. Oppgaven kan fortone seg relativ enkel i og med at elevene kun behøver å lese av verdiene i frekvenstabellen, utføre en enkel addisjon og deretter vurdere summen de får, opp mot svaralternativene for å finne riktig svar, alternativ B. Det viser seg likevel at mange elever velger distraktorene A og C. Alternativ A får trolig tilslutning fordi det er to elever i klassen som får 7 poeng. Disse elevene avslører at de ikke kan lese av en frekvenstabell. De som krysser av for alternativ C, begår den feilen at de inkluderer de to elevene med 7 poeng i sin addisjon, slik at de i sitt svar kommer fram til 10 i stedet for 8 elever. Dette kan tyde på at de misforstår oppgaven dit hen at man spør om hvor mange elever som fikk 7 poeng eller mer på spillet.

Norske elever skårer noe over internasjonalt gjennomsnitt, men lavere enn tre av referanselandene.

Oppgave 16 (8. klasse)

Figur 4.22 Oppgave i datarepresentasjon med resultater for 8. klasse



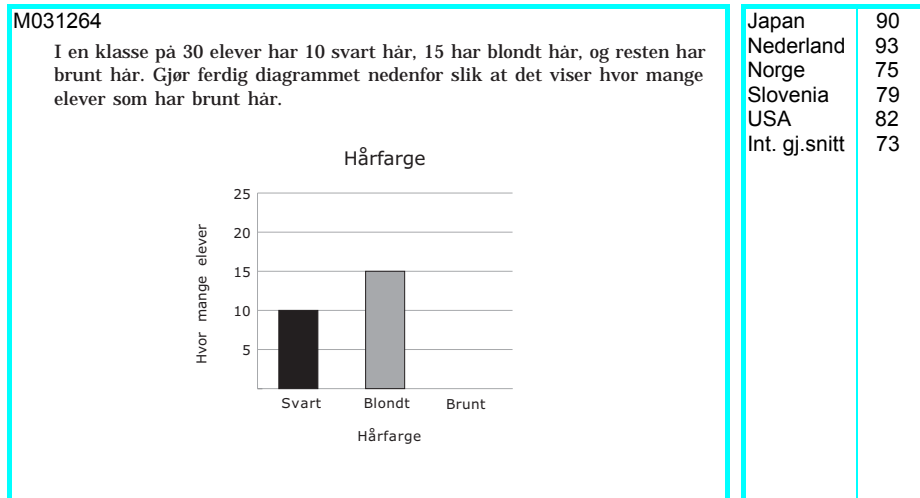
Riktig svar på oppgaven på figur 4.22 er alternativ A, og dette er en oppgave hvor de norske elevene gjør det svært bra. Særlig norske gutter skårer høyt, 59 prosent av dem svarer riktig mot 49 prosent av jentene. Kun et fåtall land har høyere p-verdi enn Norge. Det er grunn til å tro at den fremste årsaken til at våre elever lykkes godt med denne typen oppgaver, er den klare prioriteringen av emneområdet datarepresentasjon i L97. Norske elever får trolig mye trening i å framstille data grafisk, for eksempel gjennom ulike typer prosjektarbeid. Resultatet er blitt at de på noen oppgaver innenfor dette feltet presterer langt over det internasjonale gjennomsnittet.

Oppgave 17 (4. klasse)

I oppgaven på figur 4.23 blir elevene i tekst presentert for en del statistisk informasjon. Like under teksten er den samme informasjonen gitt gjennom en grafisk framstilling. Elevenes oppgave er å vise at de kan knytte disse to representasjonsmåtene sammen. Dette skal de gjøre ved å fullføre diagrammet ut fra opplysningene gitt i teksten og altså tegne en søyle for fem elever med brunt hår. Norge skårer, i likhet med våre referanseland, noe over det internasjonale gjennomsnittet. Som vi påpekte ovenfor, er det trolig at denne typen datarepresentasjon brukes mye i ulike typer prosjekter i skolen, både i de rent mate-

matiske og i de tverrfaglige. Norske elever får derfor relativ god trening i å framstille data på denne måten. Dette later til å gi gode norske resultater for denne typen oppgaver i TIMSS, så vel i populasjon 1 som populasjon 2.

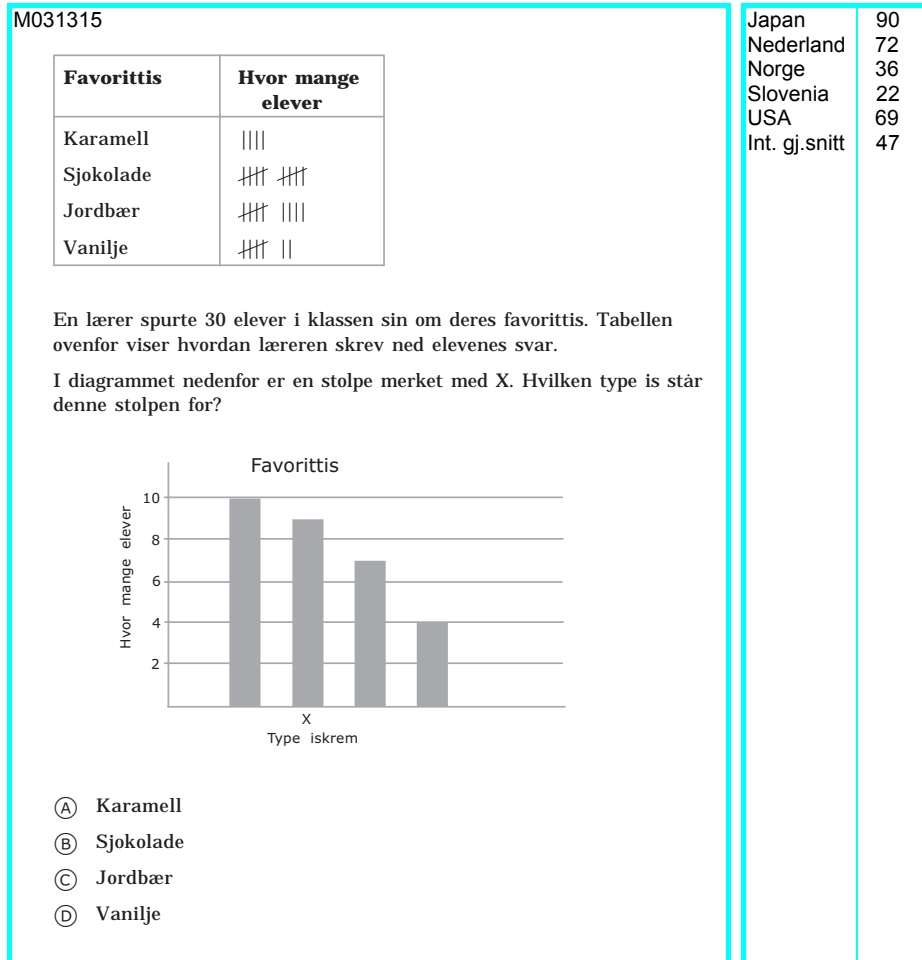
Figur 4.23 Oppgave i datarepresentasjon med resultater for 4. klasse



Oppgave 18 (4. klasse)

I oppgaven på figur 4.24 blir også elevene presentert for to representasjoner av et sett data, henholdsvis en frekvenstabell og et søylediagram. Elevene skal så finne ut hvilken av kategoriene i frekvenstabellen som matcher en bestemt søyle i diagrammet. Her er alternativ C riktig svar. For japanske elever er denne oppgaven åpenbart av samme vanskelighetsgrad som den foregående, mens vi ser at p-verdien for Slovenia og Norge her er vesentlig lavere. Norske elever opplever altså denne oppgaven som relativt vanskelig. Resultatet tyder på at mange norske elever på dette trinnet har problemer med å tolke den informasjonen en frekvenstabell gir. En forklaring kan også være at elevene har problemer med å se at ulike representasjonsformer er ekvivalente. Målformuleringer i L97 kan tyde på at selv om elever i 4. klasse nok har blitt introdusert for frekvenstabeller, har de ikke arbeidet mye med det. Dette kan være noe av forklaringen på at denne oppgaven faller vesentlig vanskeligere ut enn den foregående.

Figur 4.24 Oppgave i datarepresentasjon med resultater for 4. klasse



4.3.6 Prestasjoner på området Geometri

Fokus for dette emneområdet i TIMSS er geometriske figurer, deres egenskaper og forholdet mellom dem. Oppgavene som blir gitt til både 4. og 8. klasse, krever at elevene kan analysere disse geometriske figurene og noen av deres egenskaper og karakteristikk. Emneområdet består av fem delområder:

- Linjer og vinkler
- To- og tredimensjonale figurer
- Kongruens og likhet
- Plassering i plan og romlige forhold
- Symmetri og transformasjoner

Både fjerde- og åttendeklassingene får oppgaver hvor de blir bedt om å beskrive, visualisere, tegne eller eventuelt konstruere en rekke forskjellige geo-

metriske figurer. Videre forventes det at elever skal kunne løse problemer ut fra geometriske modeller og forklare relasjoner mellom geometriske begreper. De kognitive kompetansene som måles, strekker seg altså fra det å tegne og konstruere geometriske figurer til det å utføre matematiske resonnementer knyttet til kombinasjoner av former og transformasjoner.

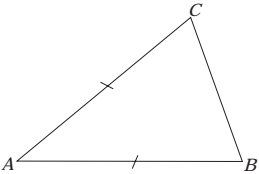
Geometri er et av hovedområdene for matematikk i L97 og blir derfor viet bred plass på alle nivåer i grunnskolen. Det heter blant annet:

I opplæringen skal elevene:

- planlegge og undersøke hvordan vi kan bruke enkle former til å lage sammensatte figurer, trene på å forskyve og speile for å lage mønstre (L97, s. 161, 4. klasse)
- arbeide med parallellitet og vinkelmål, tegne og konstruere vinkler, normaler og paralleller og bruke dette i aktuelle sammenhenger (L97, s. 165, 8. klasse)

Oppgave 19 (8. klasse)

Figur 4.25 Oppgave i geometri med resultater for 8. klasse

<p>M032403</p>  <p>I trekanten ABC er $AB = AC$.</p> <p>Trekk en linje som deler trekanten ABC i to trekanter som har samme form og størrelse.</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Japan</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>Nederland</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>Norge</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Slovenia</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>Int. gj.snitt</td> <td>52</td> </tr> </tbody> </table>	Japan	86	Nederland	59	Norge	42	Slovenia	53	USA	54	Int. gj.snitt	52
Japan	86												
Nederland	59												
Norge	42												
Slovenia	53												
USA	54												
Int. gj.snitt	52												

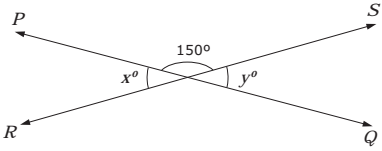
For å kunne løse oppgaven på figur 4.25 må elevene ha kunnskaper om enkelte egenskaper ved likebeinte trekanter. Særlig er det her viktig å vite at fordi to sider er like lange, vil den nedfelte høyden fra toppunktet A til motstående side dele trekanten i to kongruente trekanter. Det er altså kunnskaper i klassisk geometri som her kreves. Vi ser av p-verdiene at norske elever skårer relativt svakt på denne oppgaven, mens det åpenbart er en svært lett oppgave for japanske elever.

Gjennom de diagnostiske oppgavene som ble benyttet i KIM-prosjektet, kom det for dagen at mange norske elever hadde den misoppfatningen at høyden i en trekant må stå normalt på en "horisontal" linje, det vil si at høyden oppfattes som en "vertikal" linje (Gjone & Nortvedt 2001). Det ble hevdet at denne misoppfatningen kunne skyldes ensidige illustrasjoner av trekanter i lærebøker. Disse er svært ofte tegnet slik at en linje i trekanten er "horisontal" og får betegnelsen "grunnlinjen". Når begrepet høyde innføres, gjøres dette ved at man tegner en linje som er normal på den "horisontale" grunnlinjen. Dermed oppstår den forestilingen blant en del elever at det kun er "vertikale" linjer som

kan være høyden i en trekant. Liten variasjon i eksempelbruk kan derfor være en av årsakene til at elever utvikler mangelfull begrepsforståelse. Muligens kan dette være en av grunnene til at så mange norske elever får problemer med å løse denne konkrete oppgaven. Dette er for øvrig en ”jenteoppgave” her i Norge: 48 prosent av jentene svarer riktig mot kun 36 prosent av guttene.

Oppgave 20 (8. klasse)

Figur 4.26 Oppgave i geometri med resultater for 8. klasse

M012039	Japan	78
De rette linjene PQ og RS skjærer hverandre som vist på figuren.	Nederland	57
	Norge	34
Hvilket tall er $x + y$?	Slovenia	58
(A) 15	USA	47
(B) 30	Int. gj.snitt	50
(C) 60		
(D) 180		
(E) 300		

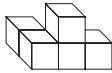
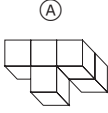
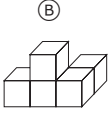
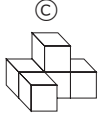
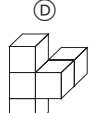
Oppgaven på figur 4.26 fordrer kunnskaper i klassisk geometri. Riktig svar er her alternativ C. For å lykkes med å besvare oppgaven må elevene kjenne til hvordan en 180 graders vinkel ser ut, og i tillegg utføre en relativ enkel subtraksjon og en addisjon med vinkelverdier. Norske elever presterer her langt under det internasjonale gjennomsnittet og også svakere enn elevene i alle våre referanseland.

Oppgave 21 (4. klasse)

På figur 4.27 har vi valgt å presentere en oppgave hvor norske elever presterer svært bra, faktisk er det slik at ingen andre land som deltar i TIMSS, har høyere p-verdi enn Norge.

Riktig svar er her alternativ A. Noe av det karakteristiske ved denne oppgaven er at man ikke blir bedt om å foreta matematiske utregninger eller beregninger. Det er heller ikke nødvendig å ha kunnskap om spesielle matematiske begreper eller formler for å kunne besvare oppgaven korrekt. Derimot kreves det romforståelse og fantasi. L97 understreker at elevene på småskoletrinnet ”gjennom lek og aktiviteter skal eksperimentere med og lage forskjellige former, figurer og mønstre”(L97, s. 159). I ett av fellesmålene for dette trinnet heter det videre at ”elevene skal utvikle sine kunnskaper om rom og form og på den måten stimulere sin kreativitet og fantasi.”(L97, s. 158).

Figur 4.27 Oppgave i geometri med resultater for 4. klasse

M012069		Japan	50
Vi skal snu på denne tingen.		Nederland	40
		Norge	60
		Slovenia	51
Etter at vi har snudd på den, hvilken av disse kan vi få da?		USA	39
		Int. gj.snitt	43
			

Evalueringsrapportene av L97 har dokumentert at det legges stor vekt på disse momentene i norske klasserom, og at det foregår mye pedagogisk bruk av lek, leker og aktiviteter (Klette 2003). Dette kan være noe av årsaken til at norske elever skårer så høyt på denne spesielle oppgaven.

5 TIMSS I ET NATURFAGDIDAKTISK PERSPEKTIV

I dette kapitlet vil naturfagdelen av TIMSS bli studert i et naturfagdidaktisk perspektiv. Hva slags type kompetanse i naturfag måles i TIMSS? Naturfag i TIMSS vil spesielt bli sett i forhold til læreplanen for natur- og miljøfag i L97. En sammenlikning med PISA vil også stå sentralt. Som bakgrunn for disse analysene, gir vi innledningsvis en kort beskrivelse av kjennetegn ved naturfaglig kunnskap og naturfag som skolefag.

5.1 Hva er naturfaglig kunnskap?

5.1.1 Naturvitenskap som produkt, prosess og sosialt system

Spørsmålet om hva naturfaglig kunnskap er, kan i utgangspunktet betraktes som en vitenskapsteoretisk problemstilling. Sjøberg (1996) hevder at før man kan angripe de tre fagdidaktiske spørsmålene *hva, hvordan og hvorfor*, må hva-spørsmålet stilles på en helt grunnleggende måte: Hva er naturvitenskap? Ved å stille dette spørsmålet ønsker man å klargjøre hva som eventuelt er felles for de ulike naturfagene, og hva som skiller dem fra andre former for erkjennelse, med andre ord hva som skiller naturvitenskap fra for eksempel samfunnsvitenskapene og humanvitenskapene. I litteraturen møter vi ofte begreper som “history, philosophy and sociology of science” og “nature of science” i forbindelse med studier av hva som kjennetegner naturvitenskapelig virksomhet i vid forstand (Jenkins 1996, McComas mfl. 1998). I fagdidaktisk litteratur i naturfag møter vi videre ofte en tredelt kategorisering når forfatterne søker å fange hva som kjennetegner naturvitenskapene. De tre kategoriene er naturvitenskapen som *produkt, prosess og sosialt system* (se for eksempel Driver mfl. 1996).

Med naturvitenskapens *produktaspekt* mener man begrepene (for eksempel atomer, gener og energi), lovmessighetene (for eksempel Ohms lov og Mendels arvelover) og teoriene (evolusjonsteorien, kvanteteorien, relativitetsteorien ...). I skolens naturfag har det tradisjonelt vært en tendens til at dette aspektet ved naturvitenskapene har fått dominere, noe vi vil komme tilbake til senere.

Med *prosessaspektet* menes de metoder, teknikker og prosedyrer man benytter i naturvitenskapen for å vinne ny erkjennelse, med andre ord det man ofte kaller vitenskapelig metode. I flere lærebøker for skolen, også enkelte av dem som ble godkjent etter L97, ser vi at uttrykket ”den vitenskapelige metode” brukes. Lærebokforfatterne presenterer med andre ord naturvitenskapens prosessaspekt i form av en allmenn vitenskapelig metode, gjerne konkrete

tisert ved en punktvis presentasjon av den hypotetisk-deduktive metode. Flere har imidlertid påpekt at myten om den ene universelle vitenskapelige metoden er en av de mange mytene som eksisterer om naturvitenskapen (se for eksempel Jenkins 1994, McComas mfl. 1998). Det er åpenbart at ulike naturvitenskapelige disipliner kan være svært forskjellige når det gjelder metodiske tilnærminger. Man kan for eksempel sammenlikne en eksperimentell kjemiker med en astronom. Her er det forskjeller langs mange dimensjoner, for eksempel når det gjelder betydningen av og muligheten for å gjennomføre eksperimenter, og når det gjelder måten resultater rapporteres på.

Det siste aspektet ved naturvitenskapen som vi ofte møter i litteraturen, er naturvitenskapen som *sosialt system*, som institusjon, med andre ord som del av samfunnet. Det har blitt påpekt at det spesielt er i nyere tid at denne siden ved naturvitenskapen har blitt mer og mer framtrædende. Aikenhead (1994) omtaler i denne sammenhengen tre faser i det han kaller ”vitenskapens evolusjon”. På 1600-tallet ble naturvitenskapen (på den tiden ofte omtalt som naturfilosofi) institusjonalisert i Europa. På 1800-tallet ble naturvitenskapen profesjonalisert. På 1900-tallet, ikke minst som en følge av andre verdenskrig, ble samspillet mellom naturvitenskap og samfunn spesielt framtrædende.

I fagdidaktiske miljøer må det sies å være enighet om at naturfagene i skolen bør omfatte alle de tre skisserte aspektene ved naturvitenskapen. Som allerede nevnt har tradisjonell naturfagundervisning gjerne konsentrert seg om produktaspektet, mens de to andre dimensjonene har vært nedtonet. Like fullt har det blitt påpekt at selv om man ikke behandler naturvitenskapens egenart eksplisitt i undervisningen, kan man ikke unngå å formidle et syn på hva naturvitenskap er (Fourez 1988, Østman 1995). Denne formidlingen skjer ikke minst gjennom språkbruk (se for eksempel Knain 1999). Etter hvert har vi imidlertid også fått læremidler som i større grad vektlegger metoder og prosesser og også sosiale og samfunnsmessige sider ved naturvitenskapen. Det siste aspektet er for eksempel blitt ivaretatt gjennom miljølæreprosjekter.

5.1.2 Naturfaglig kunnskap som fakta, prosedyrer, skjemaer og strategier

Hva er naturfaglig kunnskap? Et mulig svar på dette spørsmålet finner vi hos Li mfl. (2004). De opererer med fire ulike typer naturfaglig kunnskap:

- *Faktakunnskap: å vite at.* Dette inkluderer naturfaglige begreper, definisjoner, fakta og utsagn av typen ”CO₂ er karbondioksid” eller ”grønne planter lager glukose fra karbondioksid og vann”. Denne typen kunnskap kan læres og holdes i minnet i form av for eksempel ord eller bilder.
- *Prosedyre kunnskap: å vite hvordan.* Denne typen kunnskap kan ta form av hvis-så-utsagn eller sekvenser av trinn, som å anvende algoritmer for å balansere kjemiske likninger, lese data ut av tabeller eller lage et eksperiment for å bestemme stoffene i en forbindelse. Fra erfaring kan den enkelte automatisere sin prosedyrekunnskap. Slik automatisering er et viktig kjennetegn ved ekspertise.

- *Skjemakunnskap: å vite hvorfor.* Denne typen kunnskap inkluderer typisk å kunne anvende naturfaglige prinsipper eller forklaringsmodeller, slik som å kunne forklare hvorfor månen står opp senere dag for dag, eller hvordan et spesielt virus fungerer. Denne typen kunnskap kan også anvendes for å støtte handling, å finne feil i systemer og å forutsi hvordan endringer i ett fenomen vil påvirke andre fenomener.
- *Strategisk kunnskap: å vite når, hvor og hvordan anvende.* Denne typen kunnskap inkluderer områdespesifikke strategier når det gjelder måten å representere et problem på, eller strategier for å takle spesielle typer oppgaver. Dette inkluderer også mer generelle kontroll- og planleggingsstrategier som å dele en oppgave inn i deloppgaver eller å integrere de tre andre typene av kunnskap på en effektiv måte.

5.2 Hvorfor lære naturfag?

Dersom vi prøver å angi et konkret innhold for naturfagene innenfor de dimensjonene som ble presentert ovenfor, ser vi raskt at hva-spørsmålet er uløselig knyttet til spørsmål om *hvorfor* og ikke minst *for hvem*. Det er langt fra slik at innholdet i naturfag som skolefag gir seg selv. Man kan for eksempel ikke automatisk dedusere et pensum i naturfag ved å ta utgangspunkt i naturvitenskapen selv. Det er i relasjon med ytre faktorer at et argument for eller mot et spesielt faglig innhold dannes. Fire vanlige kategorier av argumenter som legitimerer naturfag i skolen, er gitt nedenfor (se for eksempel Driver mfl. 1996, Sjøberg 2004).

Det økonomiske argumentet

Dagens høyteknologiske samfunn er dominert av kunnskapsindustri. I den sterke internasjonale konkurransen vil det være nødvendig å ha en befolkning som har innsikt i naturfag, og en elite med spesialkompetanse innen faget.

Nytteargumentet

Den innsikten naturfagene gir, vil bidra til at vi mestrer og forstår den verden vi lever i.

Det demokratiske argumentet

Vi lever i en verden hvor viktige politiske og etiske spørsmål har et naturfaglig tilsnitt. Dersom vi ønsker å ha et samfunn med autonome individer, må det være en befolkning som har så god innsikt at man kan fatte politiske og etiske beslutninger med basis i rasjonelle argumenter om den naturlige verden.

Det kulturelle argumentet

Den vestlige sivilisasjonen slik den har utviklet seg i de siste århundrene, er sterkt preget av framskritt i naturvitenskapen generelt. De har ikke bare påvirket en teknologisk utvikling, men også vår tenkemåte og identitet som er preget av modernitet, rasjonalitet og opplysning. Naturfagene er derfor en viktig del av vår kulturarv.

Det er opplagt at vektlegging av ulike argumenter vil ha implikasjoner for det konkrete innholdet i naturfagene. Eksempelvis vil en vektlegging av nytteargumentet kunne gi et fokus på å beskrive dagligdagse fenomener, mens kulturargumentet vil kunne medføre at man drøfter naturfagene i relasjon til filosofiske spørsmål.

5.3 Hvordan læres naturfag?

Begrepet ”konstruktivism” står sentralt i naturfagdidaktikken. Konstruktivism er et læringssyn som vektlegger at eleven aktivt søker å skape mening i den mengden av sanseintrykk som uopphørlig ”strømmer inn”. Eleven er en aktiv fortolker som selv konstruerer sine egne mentale representasjoner av verden eller deler av verden. Det konstruktivistiske perspektivet på læring av naturfag er gradvis blitt utdypet og utvidet. De ulike perspektivene kan gi litt forskjellige konsekvenser for undervisningen i faget, selv om man ikke entydig kan avlede en bestemt undervisningsform fra et gitt læringssyn.

Leach og Scott (2000) beskriver to hovedkategorier av læringsteorier som blir og har blitt anvendt innenfor naturfagdidaktikken. Den første av disse har sitt opphav i Piagets genetiske epistemologi og har et kognitivt perspektiv. Med denne teoretiske bakgrunnen er detaljerte beskrivelser av elevers *hverdagsforestillinger* innenfor ulike områder av naturfag blitt utviklet, i kombinasjon med kunnskap om hvordan denne kunnskapen endrer seg som et resultat av naturfagundervisning. Et sentralt begrep i denne sammenhengen er ”konseptuell endring” (conceptual change). Det er flere teorier om konseptuell endring i naturfagdidaktikken som har sitt opphav i Piagets genetiske epistemologi. Noen av disse teoriene fokuserer på å beskrive den enkelte elevs mentale strukturer, mens andre igjen sier noe om de mekanismene som initierer endringer i disse. Denne typen teorier fokuserer på læring av naturfag som endring i de mentale strukturene til enkeltindivider. Man kan derfor kalle dette et individuelt syn på læring av naturfag. Ofte bruker man også begrepet ”personlig konstruktivism” i denne forbindelse (Driver mfl. 1994). Begrepet ”Piagetian constructivism” har også blitt brukt om denne retningen (Marín mfl. 2000).

Fra den personlige konstruktivismen, hvor relativt enkle modeller for konseptuell endring spilte en sentral rolle, har perspektivet utvidet seg til også å inkludere det som kan betegnes som de ikke-rasjonelle aspektene ved konseptuell endring. Man har tatt høyde for at begrepsutvikling er avhengig av kontekst (Cobern 1996). Det sosialkonstruktivistiske perspektivet i naturfagdidaktikken legger vekt på at læring av naturfag involverer å bli introdusert til en symbolsk verden. Lemke (1990) påpeker at læring av naturfag kan ses på som det å lære å snakke naturfag (se for øvrig også Vygotsky 1986). Hvis eleven skal få tilgang til naturvitenskapen som kunnskapssystem, må læringsprosessen gå videre enn en personlig empirisk tilnærming. I tillegg til de fysiske erfaringene må eleven få tilgang til de begreper og modeller som er etablert i naturvitenskapen. Man kan for eksempel vanskelig tenke seg at en elev vil oppdage Newtons lover ved kun å observere lodd som faller, med andre ord ved en ren

personlig empirisk tilnærming. Dette kan ses på som en kritikk av en naiv personlig konstruktivistisk tilnærming hvor man antar at eleven alene kan systematisere fenomener og arbeide seg fram til etablert naturvitenskapelig kunnskap.

Det sosialkonstruktivistiske perspektivet i naturfagdidaktikken har gradvis blitt utvidet og utdypet. Også et kulturelt perspektiv på læring og undervisning av naturfag har blitt introdusert. Aikenhead (1996) lanserer begrepet ”border crossing” om den prosessen som foregår når elevene krysser grensen mellom sin egen personlige kultur og den naturvitenskapelige kulturen. Aikenhead hevder at det er viktig at denne grensekryssingen gjøres tydelig for eleven. På denne måten kan man unngå at elevene avviser naturfaget i skolen som noe som ikke angår dem på grunn av for lite samsvar med deres eget verdensbilde. Eleven må med andre ord gjøres bevisst på hvilken kultur som til enhver tid er gjeldende. Grensekryssingen mellom kulturer kan fremmes i klasserommet ved å studere den enkelte elevs personlige kultur og sette denne opp mot den naturvitenskapelige kulturen. Poenget er at man skal bevege seg fram og tilbake mellom de to kulturene og bevisst skifte begrepsbruk, verdier, epistemologier osv. Man krever imidlertid ikke at elevene skal adoptere den naturvitenskapelige kulturen, det stilles ikke noe krav om assimilering. Andre vil imidlertid hevde at dette perspektivet på naturfagundervisning går for langt i retning av relativisme.

5.4 Konstruktivistisk undervisning i naturfag?

En ensidig vektlegging av bestemte arbeidsformer i naturfag følger ikke nødvendigvis av et konstruktivistisk læringssyn, som dreier seg om en læringsteori og ikke en teori for undervisning. Av et syn på læring følger ikke uten videre et syn på hva slags undervisning som er best egnet. Det går for eksempel ikke en entydig linje fra en betoning av elevens selvstendige konstruksjon av sin egen forståelse til ”elevsentrerte” arbeidsformer. Aktivt læringsarbeid skjer i hjernen, og hjerneaktiviteten er ikke avhengig av en bestemt arbeidsform. Det avgjørende er om læringsarbeidet makter å ”trigge” denne aktiviteten. Det handler ikke om synlig aktivitet, heller ikke om at arbeidet er selvstendig eller selvinitiert. I forhold til læring er den formelle undervisningsformen langt på vei irrelevant. En god veileder kan legge til rette for at et selvstendig prosjektarbeid fremmer god læring. Det samme gjelder eksperimentelt arbeid i naturfag. Men det krever at læringsmålene er i fokus hos både lærer og elev, og at arbeidsformene legges opp slik at disse målene fremmes. På samme måte kan en god formidler klare å fremme god læringsaktivitet hos sine tilhørere ved gjennomgang av nytt lærestoff. Men det krever på sin side en årvåkenhet overfor elevenes oppmerksomhet og reaksjoner, og ikke minst forutsetter det en kjennskap til hva elevene kan fra før, og til deres hverdagsforestillinger.

I TIMSS-studien har vi omfattende data om undervisningen i naturfag i de landene som deltar. I kapittel 9 i denne rapporten vil vi i detalj studere disse dataene for Norge i et internasjonalt perspektiv.

5.5 Naturfag som skolefag

Det fagområdet vi i norsk skole kaller natur- og miljøfag, er et viktig fag i den obligatoriske skolen i alle land, men det er stor forskjell når det gjelder fagets organisering og hvilken vekt som legges på forskjellige sider av faget. Den samme variasjonen kan man se når man studerer hvordan undervisningen er organisert på de ulike trinnene. I hele grunnskolen heter faget, i henhold til L97, *natur- og miljøfag*, mens det obligatoriske 5-timerskurset i videregående skole heter *naturfag*, og studieretningsfagene som elevene kan velge til videre fordypning, er spesialiserte kurs i *fysikk*, *kjemi* og *biologi*. I videregående skole finnes det riktignok valgfag i geologi og astronomi, men disse emnene spiller en svært liten rolle i forhold til de tre førstnevnte. Geofaglige emner blir ofte undervist i en samfunnsfaglig sammenheng, og grenseoppgangen mot samfunnsfagene kan ofte være tilfeldig. Før L97 var O-fag et integrert fag på barnetrinnet og bestod av *samfunnsfag* og *naturfag*, mens disse to fagene var separert på ungdomstrinnet.

Ser vi på andre land, er det store forskjeller i hvordan fagområdet organiseres. Selv mellom de nordiske landene varierer det sterkt i så måte. Tendensen er et integrert naturfag på lavere alderstrinn og økende spesialisering med separate kurs på høyere trinn. Denne spesialiseringen inntreffer på forskjellige tidspunkter i ulike land. I engelsktalende land er det sterke tradisjoner for et integrert fag, *science*, og utviklingen i vårt land har vært preget av de samme tendensene de siste tiårene. De enkelte fagdisiplinenes egenart har stått sterkere på kontinentet, og vi skal ikke lenger enn til våre naboland Sverige og Danmark for å finne faget oppdelt i separate emner i den obligatoriske skolen.

Diskusjonene om hvordan fagområdet skal organiseres som skolefag, dreier seg i stor grad om hva faget egentlig handler om, og dette er relatert til ulike syn på hva som er fagets grunnleggende egenart. Tendensen til å integrere faget har bakgrunn i følgende: Faget handler om hvordan naturen er bygd opp og fungerer, om hvilke naturlover den er underlagt, og hva som finnes der av levende og livløst materiale. Langt på vei preges også naturfagene av en felles arbeidsmåte for å skaffe ny kunnskap, ofte snakkes det til og med om en naturvitenskapelig arbeidsmåte, der observasjoner og eksperimenter står sentralt. I engelsk terminologi er dette så innarbeidet at betegnelsen *science* både dekker fagområdet naturfag, men også, særlig i sammenhengen *scientific*, vitenskap mer generelt. Slik er det også i skolen: *Science* i engelsk skole legger betydelig vekt på vitenskapelig arbeids- og tenkemåte, mens dette ikke er like sentralt i andre land. Her ligger åpenbart et dilemma. Oppøving av vitenskapelig og logisk tenkning er viktig, og naturfag kan være en arena der slike intellektuelle ferdigheter kan trenes opp. Men i hvilken grad slik tenkning er karakteristisk spesielt for naturvitenskap, er det ulike syn på. Mange vil hevde at dette er like viktige kompetanser i for eksempel samfunnsvitenskap.

Enhver samfunnsborger vil møte situasjoner hvor naturfaglig kompetanse er viktig for å kunne ta beslutninger og handle rasjonelt. Det er viktig å ha evnen til å kunne trekke konklusjoner fra gitt informasjon og å kunne kritisere påstan-

der framsatt av andre. I mange sammenhenger er det også av betydning å kunne skille en subjektiv mening fra et utsagn som er støttet av objektive data. Faget naturfag innebærer en spesiell rasjonalitet når det gjelder å teste ideer og teorier mot foreliggende dokumentasjon. Mange vil hevde at naturfaget i skolen nettopp har sin viktigste rolle knyttet til å fostre slike generelle kompetanser. Disse kompetansene er så brede og grunnleggende at man kan si at de utgjør en helt spesiell måte å forholde seg til seg selv og sine omgivelser på.

I en naturfagutdanning for *alle* er det viktig å utvikle en forståelse av sentrale begreper og teoretiske rammeverk i naturvitenskapen. Det er også viktig å utvikle kjennskap til naturvitenskapens metoder, både deres styrker og begrensninger når de anvendes i den virkelige verden. Elevene må kunne anvende denne forståelsen i virkelige situasjoner hvor naturvitenskap er involvert, og hvor påstander må vurderes og beslutninger fattes. Dette er betydningsfulle mål for utdanningen i naturfag for *alle* elever. For noen av elevene vil denne forståelsen senere bli utvidet gjennom dybdestudier av naturfaglige ideer som en forberedelse til et framtidig naturfaglig yrke.

Enhver læreplan i naturfag representerer også en avveining mellom det generelle og det spesielle, for eksempel mellom artskunnskap og mer generelle prinsipper i biologi. Og tilsvarende må læreplanen angi en vektlegging av forståelse av naturlover i forhold til kjennskap til de enkeltstående stoffer, arter og fenomener. Kort sagt: Hvor viktig er det å vite forskjell på gran og furu i forhold til å ha forståelse av generelle økologiske prinsipper? Og hvor viktig er kjennskap til atomenes verden i seg selv og som forklaringsmodell for å kunne forholde seg til makroskopiske fenomener i kjemi?

5.6 Naturfag i TIMSS

5.6.1 *Innholdsdimensjonen*

Som allerede nevnt i kapittel 2 har rammeverket for naturfag i TIMSS to organiserende dimensjoner, en *innholdsdimensjon* og en *kognitiv dimensjon*. Begge disse har flere elementer som definerer henholdsvis de spesifikke naturfaglige fagområdene i undersøkelsen og den ulike kognitive atferden som forventes av elevene i møte med oppgavene. I tillegg inneholder rammeverket en tredje overgripende dimensjon, nemlig naturvitenskapelige arbeidsmetoder. En del oppgaver i TIMSS søker spesielt å vurdere elevenes kompetanse knyttet til naturvitenskapelige arbeidsmetoder. Alle disse oppgavene er imidlertid også klassifisert etter både innholdsdimensjonen og den kognitive dimensjonen.

I den internasjonale rapporten fra TIMSS 2003 er innholdsdimensjonen valgt som utgangspunkt for rapportering. Vi vil legge oss på samme linje i denne rapporten. Innholdsdimensjonen i naturfag i TIMSS består som nevnt av fem fagområder i populasjon 2: biologi, kjemi, fysikk, geofag og miljølære. I populasjon 1 er fysikk og kjemi slått sammen, mens miljølære ikke er et eget fagområde. Riktignok er to av innholdselementene i miljølære for 8. klasse også dekket i 4. klasse, men de rapporteres som del av henholdsvis geofag og

biologi på laveste trinn. Prosentvis fordeling av naturfagoppgaver etter innholdsdimensjonen ble gitt i kapittel 2. Innholdet i fagområdene er presentert punktvis nedenfor. Rammeverket i TIMSS gir også en ytterligere konkretisering av hvert av punktene (Mullis mfl. 2003). I tabell 5.1 presenteres en slik konkretisering for et emne innen fagområdet ”Kjemi”. Disse svært spesifikke konkretiseringene har dannet utgangspunkt for utviklingen av oppgavene. Til hver setning svarer det minst én oppgave. I kapittel 6 i denne rapporten presenteres og diskuteres et utvalg av oppgaver fra begge populasjoner med tilhørende resultater.

Biologi

- Typer, karakteristika og klassifikasjoner av levende ting
- Struktur, funksjon og prosesser i levende organismer
- Celler og deres funksjoner (ikke på 4. klassetrinn)
- Utvikling av og livssyklus til organismer
- Reproduksjon og arvelighet
- Diversitet, tilpasninger og naturlig seleksjon
- Økosystemer
- Helselære

Kjemi

- Klassifikasjon av og sammensetning til stoffer
- Partikkelmodellen (ikke på 4. klassetrinn)
- Egenskaper til og anvendelser av vann
- Syrer og baser (ikke på 4. klassetrinn)
- Kjemisk forandring

Fysikk

- Aggregattilstander og forandringer i stoffer
- Energiformer, energikilder og energioverganger
- Varme og temperatur
- Lys
- Lyd og vibrasjoner (ikke på 4. klassetrinn)
- Elektrisitet og magnetisme
- Krefter og bevegelse

Geofag

- Jordas struktur og fysiske egenskaper (litosfæren, hydrosfæren og atmosfæren)
- Jordas prosesser, sykluser og historie
- Jordas plass i solsystemet og universet

Miljølære

- Befolkningsendringer (ikke på 4. klassetrinn)
- Anvendelse og bevaring av naturressurser (rapporteres som del av ”Geofag” i 4. klasse)

- Miljøendringer (rapporteres som del av ”Biologi” i 4. klasse)

Tabell 5.1 Konkretisering av ”Egenskaper til og anvendelser av vann” innen fagområdet ”Kjemi”

4. klasse	8. klasse
Identifisere vanlige anvendelser av vann i hver av dets tilstander (for eksempel som løsningsmiddel, kjølemiddel og varmekilde).	Identifisere vann som en forbindelse med molekyler bestående av ett oksygenatom og to hydrogenatomer. Relatere egenskaper og anvendelser av vann til dets fysiske egenskaper (for eksempel smeltepunkt, kokepunkt, evne til å løse mange forbindelser, termiske egenskaper og utvidelse ved frysing).

5.6.2 Den kognitive dimensjonen

Den kognitive dimensjonen i TIMSS består av tre hovedkategorier:

- Faktakunnskap
- Begrepsforståelse
- Resonnement og analyse

De tre hovedkategoriene er nærmere konkretisert punktvis nedenfor. En nærmere beskrivelse av hvert punkt er gitt i Mullis mfl. (2003). På samme måte som for innholdsdimensjonen inneholder TIMSS oppgaver som måler elevens kompetanse i forhold til alle punktene. Hver oppgave er klassifisert både etter innholdsdimensjonen og den kognitive dimensjonen. Prosentvis fordeling av naturfagoppgaver etter den kognitive dimensjonen er gitt i kapittel 2. Det planlegges for øvrig et internasjonalt utviklingsarbeid med det mål å lage rapporteringskalaer også basert på den kognitive dimensjonen.

Faktakunnskap

- Gjenkalle og gjenkjenne
- Definere
- Beskrive
- Anvende utstyr og prosedyrer

Begrepsforståelse

- Illustrere med eksempler
- Sammenlikne, kontrastere og klassifisere
- Representere og modellere
- Relatere
- Trekke ut og anvende informasjon
- Finne løsninger
- Forklare

Resonnement og analyse

- Analysere, tolke og løse problemer
- Integrere og lage synteser

- Forutsi og lage hypoteser
- Designe og planlegge
- Trekke konklusjoner
- Generalisere
- Evaluere
- Begrunne

5.7 TIMSS og L97

Planen for natur- og miljøfag i L97 tar utgangspunkt i fire hovedmomenter:

- Kropp og helse
- Mangfoldet i naturen
- Stoff, egenskaper og bruk
- Det fysiske verdensbildet

Disse hovedmomentene er gjennomgående for hele grunnskoleløpet. Målene for hvert av hovedmomentene er presentert i tabellene 5.2 og 5.3. Som det går fram, er de temaene som beskrives her, i påfallende stor grad sammenfallende med innholdet i fagområdene i TIMSS. Innholdet er imidlertid inndelt på litt forskjellig måte i L97 og TIMSS. Det må imidlertid påpekes at svært lokalt preget kunnskap vanskelig kan inngå i en internasjonal komparativ studie som TIMSS. Dette kan for eksempel gjelde enkelte typer artskunnskap. Et mål som ”å bli kjent med navn på vanlige planter, dyr og sopp” kan opplagt berøres av dette (se for øvrig Turmo 2004b).

I de nærmere konkretiseringene er det påfallende forskjeller mellom L97 og TIMSS. Mens TIMSS beskriver i detalj hvilke kunnskaper og ferdigheter som inngår i testen innen det enkelte fagområde, som i eksemplet i tabell 5.1, har formuleringene i L97 en annen egenart. Innen hovedmomentet ”Kropp og helse” for 5.–7. klasse kan vi for eksempel lese følgende:

I opplæringen skal elevene

- **bli kjent med** plasseringen og hovedfunksjoner til noen organer i kroppen
- **arbeide med** enkle eksempler på likheter og ulikheter mellom bygningen til mennesker og andre dyrearter
- **arbeide med** spørsmål knyttet til puberteten, og hvilken rolle den spiller for formering og seksuell kjønnsidentitet, blant annet heterofili/homofili (L97, s. 211, våre uthevninger, originaltekst på nynorsk).

Sitatet er typisk for formuleringene i L97 og illustrerer tydelig hvordan læreplanen angir hva elevene skal arbeide med og gjøre, men i liten grad hva de faktisk skal kunne.

Tabellene 5.2 og 5.3 viser at målene i L97 også inneholder formuleringer av mer affektiv art, som ”å utvikle glede, undring og respekt”. Disse aspektene er ikke på samme måte dekket av TIMSS-undersøkelsen.

Tabell 5.2 Mål for hovedmomentene "Kropp og helse" og "Mangfoldet i naturen" i L97. Originaltekst på nynorsk

	Kropp og helse	Mangfoldet i naturen
1.–4. klasse	Elevene skal stimuleres til å bruke sansene bevisst, bli kjent med begreper om kroppen, lære hvordan de kan ta vare på kroppen, og bli fortrolige med hvordan kroppen vokser og endrer seg. De skal utvikle forståelse for mennesket som en del av naturen.	Elevene skal gjennom egne opplevelser kunne utvikle glede, undring og respekt for mangfoldet i naturen. De skal bli kjent med den levende og den ikke-levende delen av naturen og samspillet mellom dem. De skal utvikle begrepene sine om naturen ved å tegne og skrive sine egne observasjoner, og utvikle omsorg og ansvar for naturen i sitt eget nærmiljø.
5.–7. klasse	Elevene skal utvikle kunnskap om noen kroppsfunksjoner og eksempler på likheter og ulikheter mellom mennesker og andre dyrearter. De skal bli fortrolige med endringer som skjer ved overgangen fra barn til voksen, og kunne utvikle forståelse for verdien av et sunt kosthold. De skal kjenne til virkninger av tobakk og rusgifter og utvikle bevisste holdninger til bruk av rusmidler.	Elevene skal gjennom opplevelser og undersøkelser av ulike former for liv og livsprosser utvikle undring og respekt for mangfoldet i naturen. De skal gjennom systematiske observasjoner i ulike biotoper og gjennom kontrollerte forsøk utvikle forståelse for samspillet i naturen. De skal bli kjent med navn på vanlige planter, dyr og sopp og kunne søke etter informasjon i ulike skriftlige kilder og i datanett.
8.–10. klasse	Elevene skal ha kunnskap om bygningen og funksjonen til systemene i kroppen og hvordan de virker sammen. De skal bli kjent med vanlige sykdommer og hvordan sykdomsbildet har endret seg. De skal ha kunnskap om hvordan tobakk og rusmidler virker på kroppen, utvikle ansvar for egen helse og omsorg og respekt for andre.	Elevene skal gjennom systematiske undersøkelser av den levende og den ikke-levende delen av naturen utvikle økologisk forståelse. De skal kjenne til utviklingen av jorda og hvordan livet på jorda har oppstått og endret seg over tid. De skal utvikle forståelse for menneskets plass i naturen og hvordan menneskelige aktiviteter kan endre naturmiljøet lokalt og globalt, og kunne gi eksempler på hvordan kunnskap, forskning og teknologi har endret levevilkårene og miljøet. Elevene skal kunne bruke ulike skriftlige kilder og elektroniske hjelpemidler for å søke, omarbeide og formidle informasjon.

Tabell 5.3 *Mål for hovedmomentene "Stoff, egenskaper og bruk" og "Det fysiske verdensbildet" i L97. Originaltekst på nynorsk*

	Stoff, egenskaper og bruk	Det fysiske verdensbildet
1.–4. klasse	Elevene skal gjennom frie og styrte aktiviteter utvikle kunnskap om ulike materialer og noen av egenskapene deres. De skal ha kjennskap til resirkulering av avfall og utvikle en positiv holdning til miljøvennlig avfallshåndtering.	Elevene skal gjennom frie og styrte aktiviteter kjenne til noen fysiske fenomener i dagliglivet og utvikle begrepene sine i forhold til disse. De skal kjenne til ulike værphenomener og ha kunnskaper om sol, måne og stjerner.
5.–7. klasse	Elevene skal kjenne egenskapene til utvalgte stoffer og lære om hva de blir brukt til i dagliglivet. De skal bli kjent med vanlige mineraler og bergarter. De skal gjøre forsøk med og utvikle kunnskap om forbrenning av stoffer og få innsikt i hvilken rolle vann spiller i naturen og i samfunnet.	Elevene skal gjennom enkle forsøk utvikle kunnskap om magnetisme og elektrisitet og egenskaper ved lys og lyd, og kjenne til betydningen av dette i dagliglivet før og nå.
8.–10. klasse	Elevene skal ha kunnskap om stoffer og deres reaksjoner slik at de kan se sammenhenger og gjøre miljøvennlige valg i vår kjemiske hverdag. De skal kunne planlegge, gjennomføre og vurdere enkle forsøk. Elevene skal kunne bruke informasjonsteknologi som et hjelpemiddel.	Elevene skal ha kunnskap om jorda, solsystemet og universet og kjenne til hvordan teknologisk utvikling har virket inn på kunnskapen vår om verdensrommet. De skal ha kunnskap om ulike energitilstander, energikilder og energiformer. De skal kjenne hvordan teknologisk utvikling har påvirket energibruken vår og eksempler på positive og negative konsekvenser av dette. De skal ha kunnskaper om målinger og måleenheter og kunne planlegge, gjennomføre og vurdere enkle forsøk og kunne bruke elektroniske hjelpemidler i arbeidet. De skal gjennom forsøk få forståelse for en partikkelmodell for faste stoffer, væsker og gasser. Elevene skal være fortrolige med og kunne bruke informasjonsteknologi for å søke, omarbeide og formidle informasjon.

5.8 TIMSS OG PISA

5.8.1 Likheter og forskjeller

Det er både likheter og forskjeller mellom PISA- og TIMSS-undersøkelsene. En iøynefallende forskjell er at elevene i TIMSS populasjon 2 er to år yngre enn de elevene som deltar i PISA. Og videre er det ikke de samme landene som deltok i de to undersøkelsene. Endelig må vi ved alle sammenlikninger huske på at TIMSS og PISA måler litt forskjellige ting, siden oppgavene er valgt ut fra litt forskjellige premisser. Dette vil vi her gå litt nærmere inn på.

En gjennomgang av likheter og forskjeller mellom de to prosjektene er gitt av Harlen (2001). For det første har PISA utbyttet av den totale basisutdanningen som fokus, mens TIMSS er designet for å gjøre det mulig å rapportere prestasjoner på forskjellige aldersnivåer og på den måten sammenlikne fram-

gang med alder for forskjellige land. PISA tester det man regner med kreves i framtiden, mens TIMSS legger vekt på prestasjoner med utgangspunkt i en felles kjerne av læreplanelementer i de ulike land. TIMSS har som siktepunkt å måle så ”rettferdig” som mulig *det som undervises* i naturfag i alle deltakerlandene. Det man vurderer i PISA, er ikke knyttet til en slik kjerne av felles læreplanelementer, men i stedet til et konsensus syn når det gjelder hva utdanningssystemet *bør vektlegge* for å forberede samfunnsborgerne for voksenlivet og livslang læring. En vesentlig del av dette er evnen til å bruke prosesskompetanse og begrepsforståelse i ulike relevante kontekster.

PISA-oppgavene tar utgangspunkt i autentisk materiale (tekster), og man anvender grupper av oppgaver knyttet til samme materiale. TIMSS-undersøkelsen består derimot i hovedsak av enkeltstående oppgaver. PISA har flere oppgaver som krever lange svar enn TIMSS.

Når man skal sammenlikne resultatene fra TIMSS og PISA, er det altså viktig å ha klart for seg at de to undersøkelsene ikke måler den samme typen naturfagkompetanse. ”Naturfag” i TIMSS og PISA er med andre ord prinsipielt ikke det samme, men på hver sin måte passer definisjonene godt overens med natur- og miljøfag i L97.

Både TIMSS og PISA består av en serie undersøkelser, noe som gir muligheten til å få sammenliknbare data fra undersøkelse til undersøkelse. Deltakerlandene har derfor mulighet til å bruke begge disse studiene til å studere tendenser over tid.

5.8.2 Naturfag i PISA

PISA-studiens definisjon av naturfagkompetanse tar utgangspunkt i begrepet *scientific literacy*. Med utgangspunkt i den generelle kompetansedefinisjonen i PISA og med innspill fra alle deltakerlandene har en ekspertgruppe i naturfag kommet fram til følgende definisjon av begrepet *scientific literacy*:

“Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.” (OECD 2003, s. 133)

I PISAs definisjon av *scientific literacy* brukes naturfaglig kunnskap på en måte som innebærer mye mer enn kunnskap om fakta, navn og begreper. Det inkluderer en forståelse av fundamentale naturfaglige begreper og hvilke begrensninger naturfaglig kunnskap og naturvitenskapens egenart har. Å gjenkjenne spørsmål som kan besvares ved naturvitenskapelige metoder, innebærer kunnskap om naturvitenskapens egenart, så vel som kunnskap om naturfaglige sider knyttet til spesifikke temaer. Å trekke konklusjoner basert på data betyr å kjenne til og anvende metoder knyttet til utvalg og vurdering av informasjon og data. Det innebærer også å gjenkjenne tilfeller som mangler tilstrekkelig informasjon til at man kan trekke endelige konklusjoner.

Rammeverket for PISA tar utgangspunkt i hva som anses som viktige kompetanser i morgendagens samfunn. Det finnes ikke et dekkende begrep for

”scientific literacy” på norsk, men det blir ofte oversatt med naturfaglig allmenndannelse. I PISAs rammeverk er oppgavene klassifisert etter tre sider ved naturfag:

- *Emneområder*
- *Kompetanser*
- *Kontekster*

Disse tre danner utgangspunkt for hele naturfagdelen i PISA-undersøkelsen. De to første har i hovedsak vært viktige under utviklingen av oppgaver og til å beskrive elevenes kompetanse, og de blir nærmere beskrevet i de to neste avsnittene. Det tredje punktet, *kontekster*, var viktig under utviklingen av oppgaver for å sørge for at oppgavene til sammen var hentet fra et bredt spekter av virkelighetsnære situasjoner. Kontekstene skal være knyttet til elevenes hverdag, til skole, til arbeidslivet, til lokalsamfunnet eller til storsamfunnet. Det er lagt vekt på at naturfagoppgavene i PISA til sammen dekker alle disse ulike kontekstene.

Det som her er kalt emneområde, dreier seg om hvilke naturfaglige emner oppgavene handler om. I PISA har man ikke listet opp en lang og detaljert rekke med naturfaglige emner som skal dekkes, slik man gjør i TIMSS. Målet i PISA er å beskrive i hvilken grad elevene kan anvende kunnskapen i en del relevante sammenhenger. Emnene er valgt fra områdene *Liv og helse, Jorda og miljøet og Teknologi* i PISA 2003-studien. I PISA 2006 vil naturfag være hovedemne, og da vil et bredere utvalg av emner dekkes.

Naturfaglige kompetanser er ifølge PISA mentale handlinger som anvendes for å utvikle, tolke og bruke data for å oppnå kunnskap eller forståelse. Man ønsker å se i hvilken grad elever kan anvende naturfaglig kunnskap, om de kan vite når naturfaglig kunnskap er relevant, om de kan trekke konklusjoner basert på data, og om de kan skille mellom spørsmål som kan besvares ved hjelp av naturvitenskap eller ikke. De tre naturfagkompetansene i PISA 2003 er definert slik:

- *Kompetanse 1: Beskrive, forklare og forutsi naturvitenskapelige fenomener*
- *Kompetanse 2: Forstå naturvitenskapelige undersøkelser*
- *Kompetanse 3: Tolke naturvitenskapelig evidens og naturvitenskapelige konklusjoner*

Kompetanse 1

Her må elevene bruke begrepsforståelse i en gitt situasjon. Det vil si at de må beskrive eller forklare fenomener ved hjelp av naturfaglige begreper.

Kompetanse 2

Å forstå naturvitenskapelige undersøkelser innebærer for eksempel å bestemme hvilke spørsmål som kan undersøkes ved hjelp av naturvitenskap, eller å kunne foreslå spørsmål som kan undersøkes vitenskapelig. Det innebærer også å kunne avgjøre hva som er nødvendig i naturvitenskapelige undersøkelser, som

for eksempel hva som skal sammenliknes, hvilke variabler som skal kontrolleres, og hvilken informasjon som er nødvendig.

Kompetanse 3

Denne kompetansen vil si å kunne tolke eller begrunne naturvitenskapelige funn og konklusjoner og kunne anvende dem. Med utgangspunkt i oppgitte data kan dette være å velge mellom forskjellige konklusjoner eller å argumentere for eller mot en gitt konklusjon.

5.9 Avslutning

Det er stor innholdsmessig overlapp mellom naturfag i TIMSS og natur- og miljøfag i L97. Hovedforskjellen består i at rammeverket i TIMSS er svært spesifikt når det gjelder hvilke kunnskaper og ferdigheter som skal testes. Planen i natur- og miljøfag i L97 fokuserer derimot på aktiviteter og arbeidsmåter heller enn konkrete krav til kunnskaper og ferdigheter. Selv om det er stort innholdsmessig samsvar, er det like fullt sider ved natur- og miljøfag i L97 som TIMSS ikke måler. Dette gjelder spesielt affektive aspekter som å utvikle ”undring” eller ”respekt”. Riktignok inneholder TIMSS mål for elevens holdninger til naturfag, men disse målene er mer generelle av natur (se kapittel 7). Det må også påpekes at svært lokalt preget kunnskap vanskelig kan inngå i en internasjonal komparativ studie som TIMSS. Dette kan for eksempel gjelde enkelte typer artskunnskap.

Vi har altså sett at rammeverket i TIMSS er svært detaljert når det gjelder hva man ønsker å måle innenfor ulike faglige emneområder. Tilsvarende detaljgrad finner vi ikke i PISA-studien. Rammeverket i PISA er i større grad kompetansebasert. Man tenker seg at spesifikke naturfaglige kompetanser kan utøves i ulike faglige sammenhenger og kontekster, men akkurat *hvilke* områder og kontekster, er ikke like viktig. På denne måten har TIMSS og PISA noe ulik tilnærming til naturfaget. Mens TIMSS tar utgangspunkt i det som typisk inngår i skolefaget naturfag i de landene som deltar, tar PISA utgangspunkt i en normativ definisjon av hva som anses som viktig kompetanse. I lys av dette er det spesielt interessant å observere de klare tendensene til fallende nivå over tid i Norge i begge studiene. Vi ser samme tendens selv om de to studiene har litt ulike definisjoner av ”naturfag” og tester ulike klassetrinn (4. og 8. klasse i TIMSS mot 10. klasse i PISA).

6 NATURFAGPRESTASJONER

I dette kapitlet vil vi studere nærmere resultatene i naturfag for både 8. og 4. klassetrinn. Først vil ta for oss fordelingen av elever etter prestasjonsnivåer. Videre vil vi se hvordan jenter presterer i forhold til gutter generelt. Vi vil også vise de norske prestasjonene i de enkelte fagområdene i et internasjonalt perspektiv og sett i forhold til de utvalgte referanselandene. Siste del av kapitlet inneholder en presentasjon av noen enkeltoppgaver med diskusjon av resultater.

6.1 Fordeling av elever etter nivåer

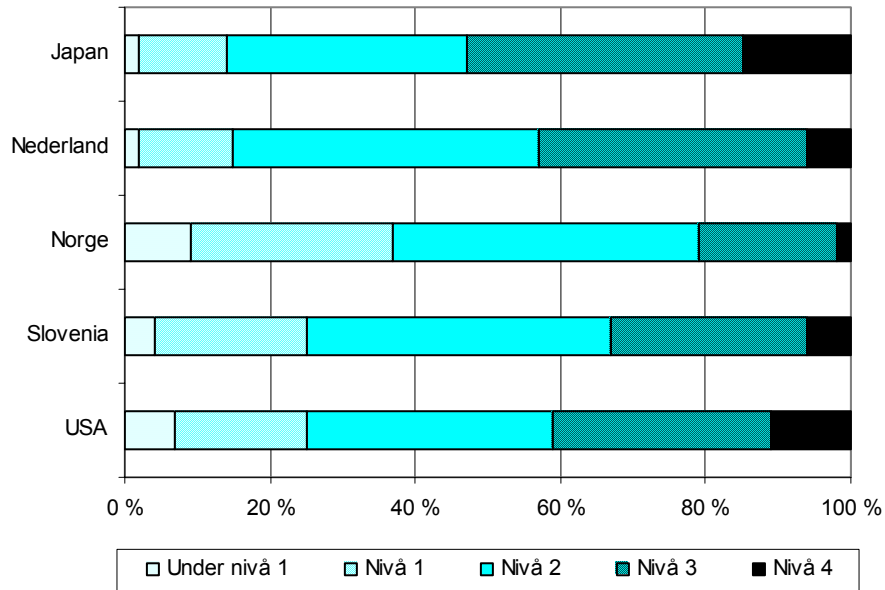
I kapittel 1 studerte vi elevenes prestasjoner i naturfag totalt sett. I dette kapitlet vil vi utdype resultatene for naturfag, og først vil vi se nærmere på hvordan elevene fordeler seg på ulike nivåer for prestasjoner i Norge og de fire referanselandene. I likhet med i matematikk har man knyttet meningsfulle beskrivelser av elevenes kunnskaper og ferdigheter til bestemte punkter på den internasjonale poengskalaen. Det er gitt detaljerte beskrivelser av kompetansene på hvert av nivåene i den internasjonale rapporten i naturfag (Martin mfl. 2004). Hvert av nivåene representerer et område på poengskalaen. Hvordan poengene er knyttet til de fire nivåene i naturfag, er det samme som i matematikk, se kapittel 4.1.

Figur 6.1 viser hvordan elevene fordeler seg på de fire nivåene i naturfag i 8. klasse. De norske resultatene markerer seg her ved at det er få elever som har oppnådd de to høyeste nivåene. Det er bare 20 prosent som befinner seg på disse nivåene, mens tilsvarende andel i Japan er litt over 50 prosent og i Nederland og USA litt over 40 prosent. De norske resultatene markerer seg også ved at en så stor del som 70 prosent av elevene er på nivå 1 eller 2.

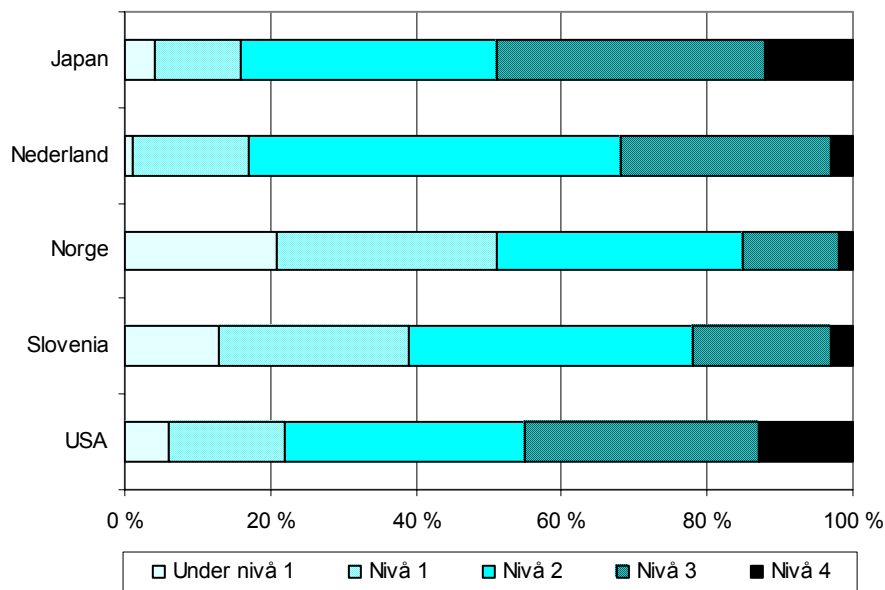
De tilsvarende fordelingene etter nivåer for 4. klasse er vist på figur 6.2. De norske resultatene markerer seg her ved at det er 21 prosent av elevene som ikke har oppnådd det første nivået, mens tilsvarende for både Nederland, Japan og USA bare er fra en til seks prosent. Hovedtyngden, 64 prosent av de norske elevene er på nivåene 1 og 2, mens bare 15 prosent er på de to høyeste.

Det bildet figurene 6.1 og 6.2 viser, er i hovedsak det samme som kom fram i figurene med hovedresultater i kapittel 1. De svake resultatene for vårt land viser seg her ved at forholdsvis mange elever er å finne i de laveste gruppene.

Figur 6.1 Fordeling av elever på ulike nivåer i naturfag i 8. klasse



Figur 6.2 Fordeling av elever på ulike nivåer i naturfag i 4. klasse



6.2 Kjønnforskjeller

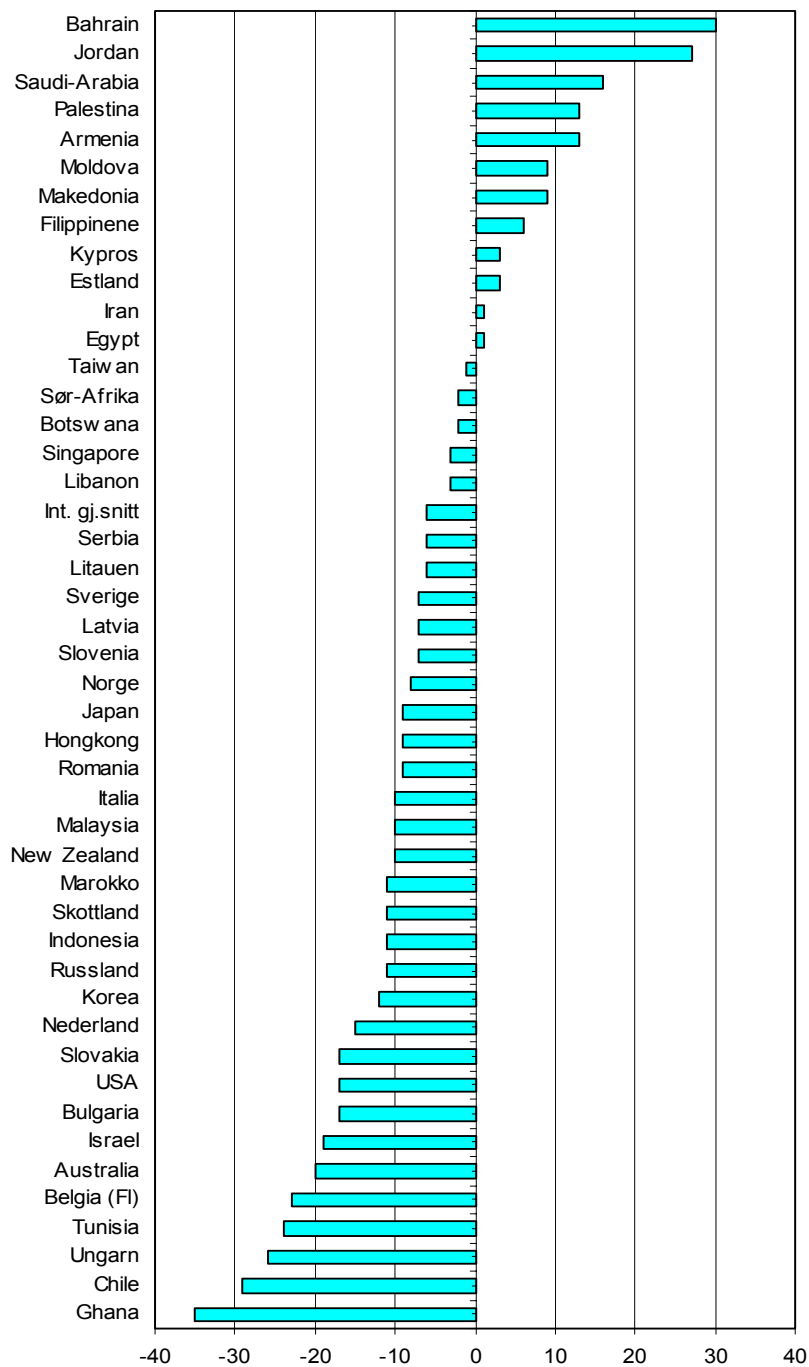
Her vil vi se på hvordan jentene presterer i forhold til guttene i naturfag generelt. Når det gjelder skåre i naturfag for 8. klasse for alle landene under ett, er det små forskjeller mellom jentenes og guttenes skåre i guttenes favør, men de er signifikante. Figur 6.3 viser kjønnforskjellene for hvert enkelt land i naturfag i form av differansen mellom jenters og gutters gjennomsnittsskåre.

De norske resultatene markerer seg ikke spesielt på dette området. Forskjellen mellom de norske jentene og guttene er liten, men signifikant i guttenes favør. Videre ser vi at selv om forskjellene er små i de fleste land, så går de i guttenes favør (mot venstre) i de fleste landene. I 32 land er forskjellene signifikante i guttenes favør, og særlig store er forskjellene i så forskjellige land som Ghana, Chile, Ungarn og Tunisia. Figuren viser videre at de største forskjellene i jentenes favør finner vi i landene i Midtøsten med Bahrain og Jordan som de mest markante. Tilsvarende figur i matematikk (figur 4.1) viser at forskjellene der er mindre og ikke viser samme skjeve fordeling i guttenes favør.

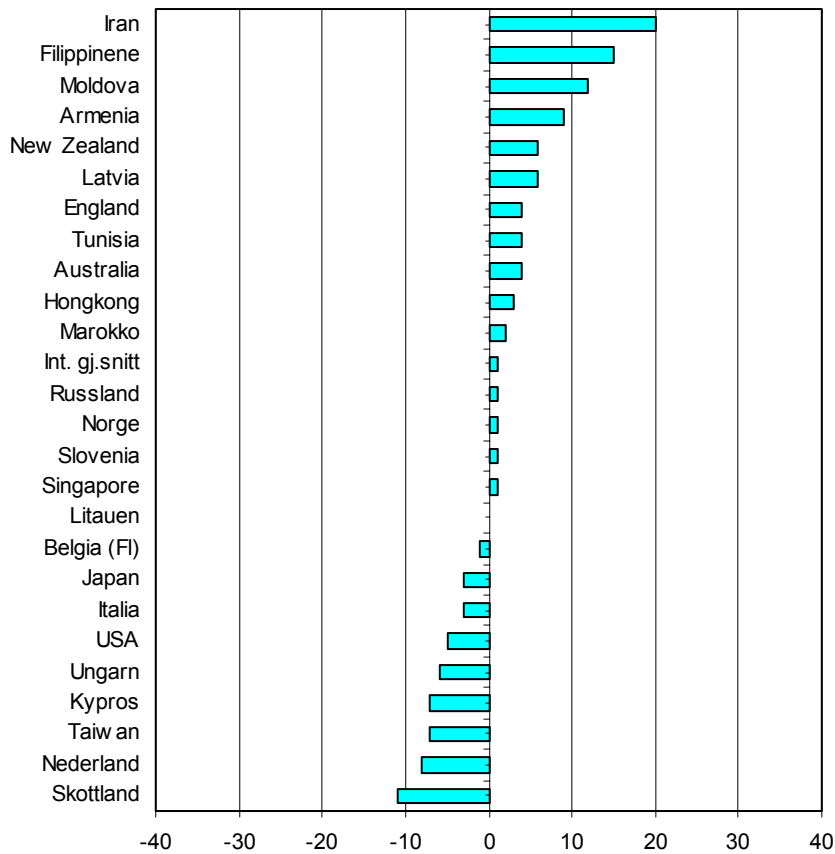
I TIMSS 1995 var det heller ikke store forskjeller mellom kjønn når man så alle landene under ett, men enkelte land som Israel, Danmark og Hongkong markerte seg med store forskjeller i guttenes favør. I motsetning til hva vi ser nå, var det den gangen ikke signifikante forskjeller i jentenes favør i noen land. Imidlertid var det ingen av de landene der vi nå finner de største forskjellene i jentenes favør, som deltok i 1995.

Figur 6.4 viser tilsvarende kjønnforskjeller i naturfag for de yngre elevene. Forskjellene er her noe mindre og prestasjonene går noe mer i jentenes favør enn de gjør i 8. klasse. Både for vårt lands vedkommende og for det internasjonale gjennomsnittet, er det en ubetydelig og ikke signifikant forskjell i favør av jentene.

Figur 6.3 *Kjønnsforskjeller i naturfag i 8. klasse. Positive verdier vil si i jentenes favør*



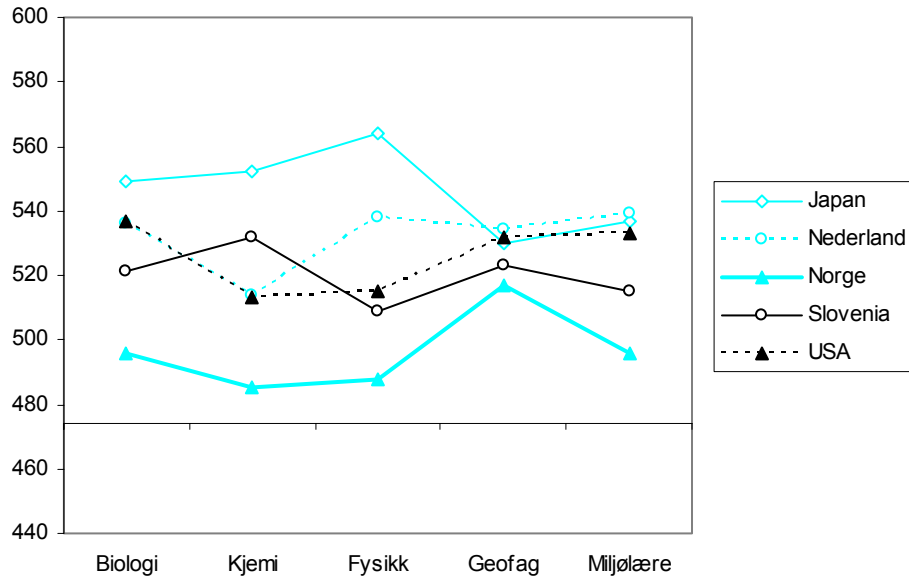
Figur 6.4 *Kjønnsforskjeller i naturfag i 4. klasse. Positive verdier vil si i jentenes favør*



6.3 Prestasjoner på hvert av fagområdene

I kapittel 1 diskuterte vi resultatene for naturfag totalt sett. Her vil vi se nærmere på elevprestasjoner på hvert av naturfagområdene. Først vil vi ta for oss resultatene for 8. klasse. Som beskrevet i kapittel 5 er alle oppgavene plassert i ett av de fem fagområdene i naturfag, som stort sett svarer til de enkelte naturfagene og er betegnet som *Biologi*, *Kjemi*, *Fysikk*, *Geofag* og *Miljølære*. Det vi her kaller geofag, er det som på engelsk kalles *Earth Science*, og som består av emner innenfor astronomi, naturgeografi, geologi og geofysikk. Innholdet i hvert av disse fem fagområdene er detaljert beskrevet i kapittel 5.6.

Figur 6.5 Prestasjoner i 8. klasse på de fem fagområdene



Figur 6.5 viser resultatene for Norge og referanselandene for hvert av de fem fagområdene. Resultatene er gitt ved gjennomsnittlig skårepoeng for hvert av områdene, og skalaene er standardisert slik at det internasjonale gjennomsnittet er 474 poeng for hvert område, svarende til et gjennomsnitt på 500 poeng i TIMSS 1999. Dette er nærmere forklart i kapittel 1.

Det er ingen av profilene som er påfallende like. Den norske profilen markerer seg ved at elevene skårer lavere enn referanselandene på alle fem områdene. Videre viser figuren at de norske elevene relativt sett presterer markant bedre i geofag og dårligst i fysikk og kjemi.

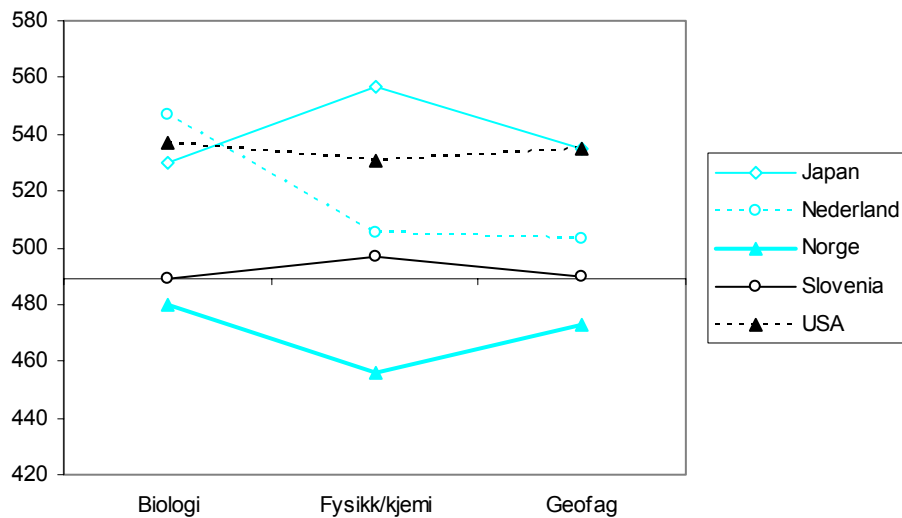
Hvordan dette kan henge sammen med hva som er vektlagt i læreplanene og undervisningen, vil bli nærmere tatt opp i kapitlene 9 og 11, men resultatene kan tyde på at det i Norge relativt sett undervises mindre i fysikk og mer i geofag og miljølære enn hva som er tilfelle internasjonalt. Dette forsterkes av resultatene i kapittel 9, som handler om undervisning i naturfag.

Profilen for Japan viser en annen tendens ved at elevene der skårer relativt sett best i fysikk og tilsvarende dårligere i geofag og miljølære. I Nederland skårer elevene omtent likt på de ulike emnene bortsett fra i kjemi, der de skårer markant lavere. I Slovenia skårer elevene relativt sett bedre i kjemi og dårligere i fysikk.

Som allerede nevnt i kapittel 5 er naturfaget i 4. klasse delt inn i bare tre fagområder. *Fysikk* og *Kjemi* er her slått sammen til ett fagområde, og det er ikke et eget område for *Miljølære*. Figur 6.6 viser prestasjonene innenfor hvert av de tre fagområdene for Norge og referanselandene. Det internasjonale gjen-

nomsnittet for hvert fagområde er standardisert til 489, svarende til 500 poeng i TIMSS 1995 (se kapittel 1 for nærmere forklaring).

Figur 6.6 Prestasjoner i 4. klasse på de tre fagområdene



Figur 6.6 viser for det første at elevene i Norge presterer lavere enn i de andre landene på alle fagområdene. Vi ser også at norske elever skårer relativt sett best i biologi og dårligst i fysikk/kjemi. Det motsatte er tilfellet i Japan, der elevene skårer best i fysikk/kjemi. I Nederland presterer elevene markant bedre i biologi, mens elevene i USA og Slovenia presterer omtrent likt på de tre fagområdene.

6.4 Kjønnforskjeller på de ulike fagområdene

Som vist tidligere i dette kapitlet er det i naturfagene i populasjon 2 totalt sett signifikant forskjell i guttenes favør når vi ser alle landene under ett. Her vil vi se nærmere på eventuelle kjønnforskjeller på de ulike fagområdene. Figur 6.7 viser differansen mellom jentenes og guttenes skåre på de ulike fagområdene i Norge og i referanselandene og for det internasjonale gjennomsnittet. Positive verdier vil si at jentene har prestert bedre enn guttene.

Det mest iøynefallende er at nesten alle forskjellene går i guttenes favør, og særlig er forskjellene store i geofag. I alle landene er forskjellen størst på dette fagområdet, men mest markert er det i USA og Norge. Det internasjonale gjennomsnittet viser at guttene skårer signifikant høyere i fysikk, geofag og miljølære, mens jentene skårer bedre i biologi. I kjemi er det imidlertid ingen forskjell.

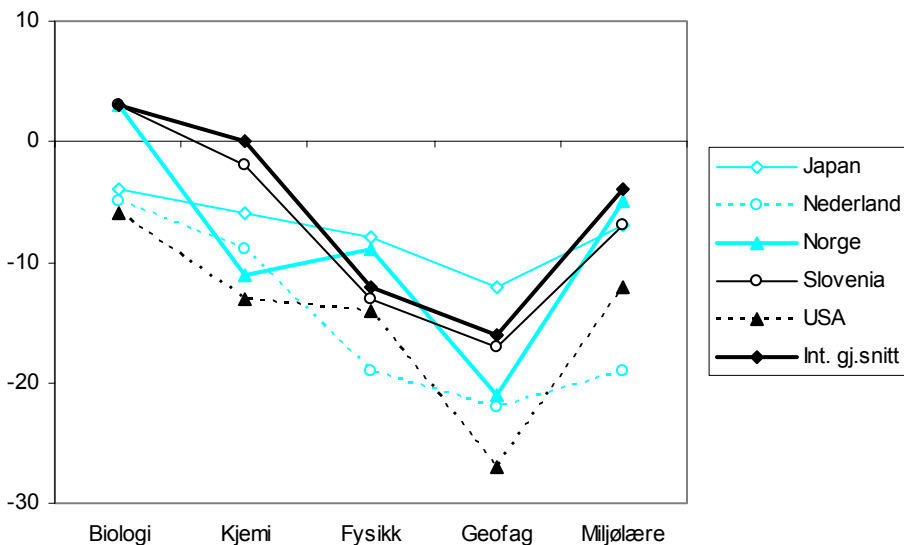
Resultatene viser at jentene i Norge og Slovenia skårer noe høyere enn guttene i biologi. Det samme viser det internasjonale gjennomsnittet. Imidlertid presterer guttene i Japan, USA og Nederland også her bedre enn jentene. Inter-

nasjonalt er det ingen forskjeller i kjemi. Det samme gjelder i Slovenia, mens det i Norge er klar forskjell i guttenes favør.

Profilen for Japan er flatest, det vil si minst forskjell mellom de ulike emnene. De japanske guttene skårer noe bedre enn jentene, men det er ikke signifikante forskjeller bortsett fra i geofag. Nederland har omtrent like stor forskjell i guttenes favør i både fysikk, geofag og miljølære.

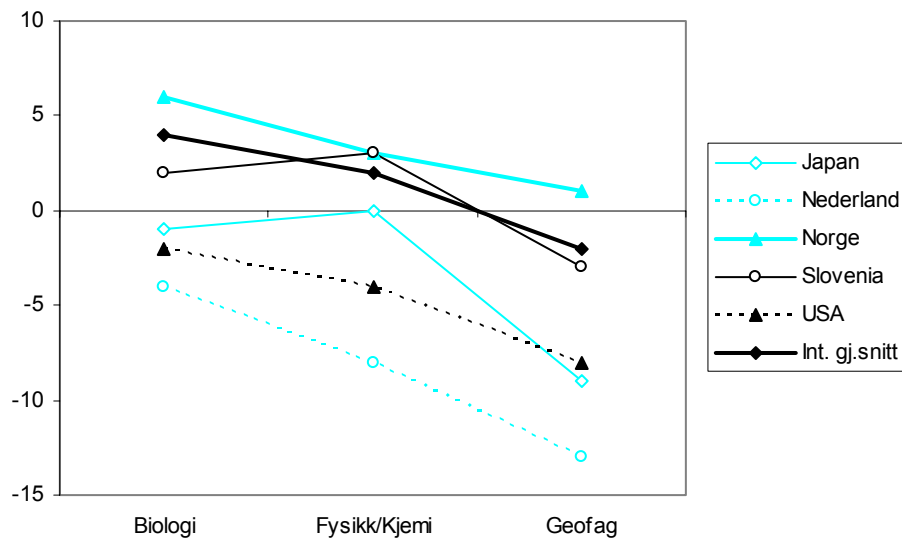
Resultatene for vårt lands vedkommende er noe overraskende i forhold til det man fant i tidligere undersøkelser som TIMSS 1995 og SISS (Lie mfl. 1997a, Sjøberg 1986). De norske resultatene fra øvre klassetrinn i populasjon 2 viste at det også da var størst forskjeller i kjemi, geofag og fysikk, men geofag skilte seg ikke ut så markant som nå.

Figur 6.7 Kjønnsforskjeller i 8. klasse på de ulike fagområdene (jentenes skåre i poeng minus guttene skåre)



I 4. klasse var det ingen signifikant forskjell i prestasjoner mellom kjønn i naturfagene sett under ett. Som nevnt tidligere er naturfagoppgavene delt inn i bare tre fagområder for denne aldersgruppa. Figur 6.8 viser differansen mellom jentenes og guttenes skåre for de samme fem landene og det internasjonale gjennomsnittet. Figuren viser påfallende likheter i profilene: Jentene presterer best i biologi og dårligst i geofag i alle landene. Videre viser resultatene i Norge, Nederland og USA og det internasjonale gjennomsnittet at forskjellene øker omtrent lineært i guttenes favør fra biologi, via fysikk/kjemi til geofag. I Japan og Slovenia presterer jentene derimot noe bedre i fysikk/kjemi.

Figur 6.8 *Kjønnsforskjeller i de ulike fagområdene i 4. klasse (jentenes skåre minus guttenes skåre)*



6.5 Resultater for enkeltoppgaver

6.5.1 Oppgaver for 8. klasse

Vi vil nå se nærmere på elevenes prestasjoner på enkelte av de frigitte oppgavene i naturfag. Oppgavene varierer med hensyn til vanskelighetsgrad og oppgaveformat, samt at de skal representere de ulike fagområdene. Oppgavene er presentert i rekkefølge etter fallende vanskelighetsgrad internasjonalt sett. På de oppgavene der det er mulig å få to poeng, er det oppgitt både hvor mange prosent som har fått riktig (2 poeng), og hvor mange som har fått delvis riktig (1 poeng).

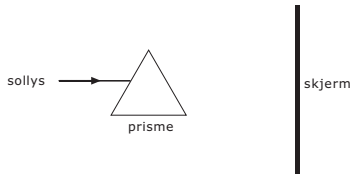
Oppgave 1

Denne oppgaven tar utgangspunkt i en figur som viser en solstråle, et glassprisme og en skjerm. Elevene skal beskrive, eventuelt ved hjelp av tegning, hva man kan se på skjermen når solstrålen treffer prismet. Elevene må her ha faglig kunnskap om hvordan lyset brytes når det går gjennom et prisme. For å få full skåre, to poeng, på denne åpne oppgaven må elevene beskrive eller tegne at man vil se et fargespekter på skjermen. Det er ikke nødvendig å nevne de konkrete fargene.

Resultatene på figur 6.9 viser at det er store forskjeller i prestasjoner mellom de fem landene på denne oppgaven. USA og Nederland presterer høyest, og nesten halvparten av elevene har fått to poeng på oppgaven, mens det i Norge og Slovenia bare er 15 prosent. Det mest overraskende er det svake re-

sultatet i Japan. I Korea har så mange som 74 prosent av elevene fått full skåre, og de presterer høyest av alle landene.

Figur 6.9 Oppgave i fysikk med resultater for 8. klasse

S032375		Riktig	
Figuren viser en solstråle som treffer et glassprisme.		Japan	10
		Nederland	45
		Norge	15
Beskriv hva man vil se på skjermen. (Som en hjelp til å forklare svaret kan du gjerne tegne på figuren.)		Slovenia	15
		USA	49
		Int. gj.snitt	23
		Delvis riktig	
		Japan	9
		Nederland	12
		Norge	9
		Slovenia	11
		USA	7

For å få ett poeng må elevene beskrive eller tegne at strålene blir spredt utover på skjermen. 9 prosent av de norske elevene fikk ett poeng, og variasjonen mellom de andre fire landene var liten. Derimot er det store forskjeller når det gjaldt ”ikke besvart”. I både Norge, Slovenia og Japan er det noe over 30 prosent av elevene som ikke har svart på oppgaven, mens det i Nederland bare er 6 prosent. I Nederland er det store kjønnsforskjeller på denne oppgaven med 16 prosentpoeng i guttenes favør, mens det tilsvarende i Norge er 6 prosentpoeng.


Det kan se ut til at det kan være forskjeller i vektlegging av dette emnet i de ulike landene. Ifølge L97 skulle dette imidlertid være kjent stoff for de norske elevene. I 6. klasse står det at elevene skal lære gjennom forsøk at sollys inneholder en blanding av fargene i regnbuen, og eksperimenterer med ulike fargeblandinger.

Oppgave 2

Gitt at et samfunn består av mus, slanger og hvetepanter, skal elevene i denne oppgaven på figur 6.10 forklare hva som vil skje med musene og hvetepantene hvis alle slangene blir drept. Oppgaven er kategorisert nærmere under emnet økosystemer.

For å få full skåre, to poeng, må elevene enten eksplisitt si at populasjonen av mus vil øke, og at det vil bli mindre hvetepanter, eller noe om at musene vil spise alle hvetepantene, og at populasjonen av mus vil minke når det blir lite hvete. Et typisk elevsvar som gir full skåre, er dette: *Når slangene blir borte, vil det bli mange flere mus. Når det blir mange flere mus, vil det bli mindre planter.* For å få ett poeng må elevene enten si noe om at det blir en økning av mus eller mindre hvete, som for eksempel dette elevsvaret: *Det vil bli mange flere mus fordi når slangene blir borte, er det ingen som spiser musene.*

Figur 6.10 Oppgave i biologi med resultater for 8. klasse

S032202																												
			<p>Tegningen ovenfor viser et samfunn som består av mus, slanger og hvetepanter.</p> <p>Hva ville skje med dette samfunnet dersom menneskene drepte slangene?</p>																									
		<table border="1"> <tr> <td>Riktig</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Japan</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>Nederland</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Norge</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>Slovenia</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Int. gj.snitt</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Delvis riktig</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Japan</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Nederland</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Norge</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Slovenia</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>40</td> </tr> </table>	Riktig		Japan	31	Nederland	45	Norge	31	Slovenia	33	USA	44	Int. gj.snitt	33	Delvis riktig		Japan	19	Nederland	36	Norge	42	Slovenia	42	USA	40
Riktig																												
Japan	31																											
Nederland	45																											
Norge	31																											
Slovenia	33																											
USA	44																											
Int. gj.snitt	33																											
Delvis riktig																												
Japan	19																											
Nederland	36																											
Norge	42																											
Slovenia	42																											
USA	40																											

Internasjonalt er det Singapore som markerer seg spesielt positivt, 78 prosent av elevene får full skåre, og det er 10 prosentpoeng foran neste land, som er Malaysia. Av referanselandene er det Nederland og USA som skårer høyest. Både de norske og de japanske elevene skårer litt lavere enn det internasjonale gjennomsnittet. Imidlertid er det i en del land mange elever som får ett poeng, og det kan være noen av dem som ikke skriver hele svaret fordi de mener at noen av følgene er helt selvfølgelige og ikke verdt å nevne. Av de norske elevene er det så mange som 41 prosent som får ett poeng. Tilsvarende andel for referanselandene varierer fra 29 prosent i Japan til 38 prosent i Slovenia.

Svar som sier noe generelt om at økosystemet blir i ubalanse, får ikke poeng. Disse svarene er imidlertid skilt ut i en egen kode (se kapittel 2). I Norge gjelder dette bare 6 prosent, og i de fleste landene er det enda færre. Det er bare 6 prosent av de norske elevene som ikke har svart på oppgaven.

Mangfoldet i naturen er et sentralt tema i norsk skole i hele grunnskolen. I L97 for 6. klasse står det blant annet at elevene skal arbeide med næringskjeder og fotosyntesen og med den plassen planter og dyr og mennesker har i en næringskjede.

Oppgave 3

I oppgaven på figur 6.11 må elevene vise at de kjenner til egenskapene ved noen stoffer og til metoder for å skille dem i en blanding. Utfordringen er å velge riktige metoder for å skille en blanding av salt, sand, jernspon og små korkbiter. I første del av oppgaven må elevene kjenne til hvilke stoffer som kan skilles ut av en blanding ved bruk av en magnet. Videre må de vite hvilken komponent som flyter ved at man tilsetter vann, deretter hvilken stoff man kan filtrere ut. Til slutt skal elevene angi hvilket stoff som blir igjen når vannet fordampes.

Figur 6.11 Oppgave i kjemi med resultater for 8. klasse

S032562	
<p>Therese har fått en blanding av salt, sand, jernspon og små korkbiter. Hun skiller blandingen ved en metode som består av fire trinn, som vist i diagrammet. Bokstavene W, X, Y og Z står for de fire komponentene, men det gis ingen opplysning om hvilken bokstav som står for hvilken komponent.</p>	
<p>Trinn 1: Bruker en</p> <pre> graph TD A["W, X, Y, Z"] --> B["X, Y, Z"] A --> C["W"] </pre>	
<p>Trinn 2: Tilsetter vann, og fjerner komponenten</p> <pre> graph TD A["X, Y, Z"] --> B["Y, Z +"] A --> C["X"] </pre>	
<p>Trinn 3: Filtrerer</p> <pre> graph TD A["Y, Z +"] --> B["Z +"] A --> C["Y"] </pre>	
<p>Trinn 4: Fordamper vann</p> <pre> graph TD A["Z + vann"] --> B["vann"] A --> C["Z"] </pre>	
<p>Bestem hva hver komponent er, og skriv <i>salt</i>, <i>sand</i>, <i>jern</i> og <i>kork</i> på riktig plass nedenfor:</p> <p>Komponent W er: _____</p> <p>Komponent X er: _____</p> <p>Komponent Y er: _____</p> <p>Komponent Z er: _____</p>	
Riktig	
Japan	58
Nederland	47
Norge	26
Slovenia	41
USA	35
Int. gj.snitt	34
Delvis riktig	
Japan	21
Nederland	17
Norge	15
Slovenia	9
USA	21

For å få full skåre på oppgaven, 2 poeng, må elevene kjenne igjen alle de fire komponentene i blandingen. Resultatene på figur 6.11 viser at i referanselandene er det japanske elever som i størst grad får 2 poeng på denne oppgaven. Internasjonalt er det bare to land som skårer høyere, Singapore og Taiwan, med henholdsvis 68 og 67 prosent. Videre viser resultatene at færre elever i Norge enn i referanselandene får full skåre.

For å få ett poeng på oppgaven måtte elevene kunne kjenne igjen to av komponentene. Litt over 15 prosent av de norske elevene har fått ett poeng på oppgaven, og av dem var det flest som visste at man kan skille ut jern ved magnet, og at kork flyter opp ved tilsetning av vann.

På bakgrunn av den norske læreplanen er det norske resultatet overraskende svakt. I L97 for 7. klasse står det at elevene skal planlegge og gjøre forsøk for å skille et stoff fra en blanding ved bruk av fysiske prosesser som å sile, filtrere, løse og fordampe, og se eksempler på hvordan dette kan gjøres i praksis. Og det er nettopp disse faglige kravene denne oppgaven stiller.

Oppgave 4

Figur 6.12 Oppgave i geofag med resultater for 8. klasse

S032301					Japan	47
Tabellen gir informasjon om planetene Venus og Merkur.					Nederland	38
	Gjennomsnittlig overflate-temperatur (°C)	Atmosfærens sammensetning	Gjennomsnittlig avstand fra sola (millioner km)	Tiden for et omløp rundt sola (antall dager)	Norge	34
Venus	470	Hovedsakelig karbondioksid	108	225	Slovenia	39
Merkur	300	Nesten ingen atmosfære	58	88	USA	49
Hvilken av påstandene nedenfor gir den beste forklaringen på hvorfor overflatetemperaturen på Venus er høyere enn på Merkur?					Int. gj.snitt	36
<p>(A) Merkur absorberer mindre sollys fordi den nesten mangler atmosfære.</p> <p>(B) Den høye prosentandelen av karbondioksid i atmosfæren til Venus gir en drivhuseffekt.</p> <p>(C) Siden Venus bruker lengre tid rundt sola, vil planeten absorbere mer varme fra sola.</p> <p>(D) Siden Merkur er nærmere sola, vil solstrålene ikke treffe så direkte.</p>						

Denne oppgaven (figur 6.12) er hentet fra det området vi kaller geofag. I likhet med de tre tidligere oppgavene er denne oppgaven et eksempel på oppgaver som har vært vanskelig internasjonalt. Ut fra informasjonen i tabellen skal elevene her velge hvilket alternativ som gir riktig forklaring på hvorfor overflatetemperaturen er høyere på Venus enn på Merkur. Bare 34 prosent av de norske elevene velger B som er det riktige alternativet, og resultatet er svakere enn det internasjonale gjennomsnittet og svakest blant de utvalgte landene. Dette er noe overraskende i lys av hvor aktuelt drivhuseffekt og global oppvarming er, selv om det ikke er et sentralt tema i læreplanen før i 10. klasse. Korea, Hongkong og Taiwan markerer seg i toppen ved at rundt 70 prosent av elevene har svart riktig.

De norske feilsvarene fordeler seg først og fremst på alternativene A og C, mens det i Japan og Nederland er C som skiller seg klart ut. Det er ubetydelige kjønnsforskjeller på oppgaven.

Oppgave 5

Figur 6.13 Oppgave i fysikk med resultater for 8. klasse

S022040

Figuren til venstre viser en ball i en snor som snurres rundt i en sirkel. Figuren til høyre viser sirkelbanen til ballen sett ovenfra.

Etter mange runder slippes snora når ballen er ved Q. Hvilken figur viser retningen ballen vil ta i det snora slippes?

(Sett ovenfra)

(A) (B) (C) (D)

Japan	77
Nederland	82
Norge	72
Slovenia	70
USA	76
Int. gj.snitt	60

Denne flervalgsoppgaven på figur 6.13 handler om treghetsloven, og elevene må her vite at et legeme som man slipper, vil fortsette i samme retning. Det riktige alternativet, A, viser at ballen vil fortsette rett fram når snora klippes.

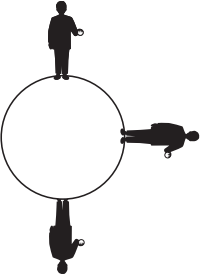
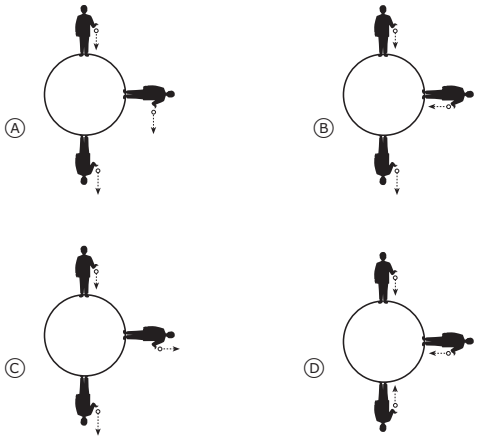
De norske elevene presterer godt over det internasjonale gjennomsnittet, og de er bare 10 prosentpoeng bak Nederland som skårer høyest av referanselandene. Av alle landene er det bare Korea som skårer enda bedre med 87 prosent. De norske feilsvarene fordeler seg først og fremst på alternativ B (9 prosent) og C (12 prosent). Det er ubetydelige kjønnsforskjeller i guttenes favør. Sirkelbevegelse er et tema først på høyere klassetrinn, men det gode resultatet tyder på at elevene trolig har egenerfaring på dette området.

Oppgave 6

Flervalgsoppgaven på figur 6.14 er kategorisert under emnet ”Jordas plass i solsystemet og universet”. Elevene må her bruke sin kunnskap om at ting vil falle mot jordas sentrum uansett hvor man befinner seg på jordkloden. De norske elevene hevder seg bra på denne oppgaven, og så mange som 84 prosent

har krysset av for D, som er det riktige alternativet. De norske elevene er bare 8 prosentpoeng bak Japan som er best, også internasjonalt.

Figur 6.14 Oppgave i geofag med resultater for 8. klasse

<p>S032714</p>  <p>Figuren ovenfor viser en person som står og holder en ball på tre ulike steder på jorda. Dersom personen slipper ballen, vil tyngdekraften føre til at ballen faller.</p> <p>Hvilken av de følgende figurene viser hvilken retning ballen vil falle på de tre forskjellige stedene?</p> 	<table> <tr> <td>Japan</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>Nederland</td> <td>87</td> </tr> <tr> <td>Norge</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>Slovenia</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>Int. gj.snitt</td> <td>70</td> </tr> </table>	Japan	92	Nederland	87	Norge	84	Slovenia	83	USA	75	Int. gj.snitt	70
Japan	92												
Nederland	87												
Norge	84												
Slovenia	83												
USA	75												
Int. gj.snitt	70												

Alternativ A er ment å fange opp dem som har forestillingen om at det finnes et ”opp” og et ”ned” i verdensrommet. Dette feilsvaret får også klart høyest tilslutning internasjonalt, 16 prosent velger A, mens bare 5 prosent velger B og C. Av de norske elevene har 8 prosent svart A, mens 2 og 4 prosent har valgt henholdsvis B og C. Norske gutter og jenter svarer omtrent like bra på oppgaven.

Oppgave 7

Figur 6.15 Oppgave i biologi med resultater for 8. klasse


S012039 Arveegenskaper overføres fra generasjon til generasjon (A) bare gjennom sædcellen. (B) bare gjennom eggcellen. (C) både gjennom sædcellen og eggcellen. (D) gjennom testiklene.	Japan	76
	Nederland	86
	Norge	78
	Slovenia	76
	USA	86
	Int. gj.snitt	74

I oppgaven på figur 6.15 må elevene kunne at arveegenskaper overføres via både eggcellen og sædcellen (alternativ C). De norske elevene skårer noe bedre enn gjennomsnittet og så vidt bedre enn elevene både i Japan og i Slovenia. I Taiwan, Hongkong og Korea har over 90 prosent svart riktig, og for de to førstnevnte gjelder det så mange som 97 prosent av elevene. Av gale svar er det alternativ A, at det overføres bare gjennom sædcellene, som peker seg ut med høyest svarprosent både internasjonalt og i Norge.

Det ser ut til at dette er et tema som er påfallende lite behandlet i landene i Midtøsten, da disse landene markerer seg klart med dårlige resultater på denne enkeltoppgaven. Aller svakest er Libanon med bare 37 prosent riktige svar, og landet markerer seg også ved at det er så mange som 25 prosent som ikke har svart på oppgaven. Ellers er det i alle de andre landene en svært høy svarprosent på oppgaven.

Oppgave 8

Figur 6.16 Oppgave i fysikk med resultater for 8. klasse

S012037 Tegningen viser en lommelykt og tre måter batterier kan settes inn på.  Hvordan må batteriene plasseres for at lykta skal lyse? (A) Bare som på tegning K (B) Bare som på tegning L (C) Bare som på tegning M (D) Ingen av disse måtene ville virke	Japan	93
	Nederland	86
	Norge	81
	Slovenia	87
	USA	89
	Int. gj.snitt	85

Oppgaven på figur 6.16 er et eksempel på en oppgave som svært mange elever i alle land har svart riktig på, alternativ A. Oppgaven er ment å måle elevenes faglige kunnskap innenfor emnet elektrisitet og magnetisme. De må se hva tegningene viser, og ha kjennskap til at batteriene må ligge med pluss- og minus-sidene mot hverandre for at batteriene skal kunne lede strøm. Selv om vel 80

prosent av de norske elevene svarer riktig på denne oppgaven, presterer de likevel lavest av de landene vi her sammenlikner med. Japan skårer best av referanselandene, og bare Singapore presterer bedre.

De norske guttene presterer ni prosentpoeng bedre enn jentene på denne oppgaven. Denne forskjellen er større enn den vi fant i referanselandene, selv om alle forskjellene også der går i guttenes favør. Den samme tendensen ser vi også for det internasjonale gjennomsnittet, der forskjellen er seks prosentpoeng. Det høye internasjonale gjennomsnittet kan tyde på at dette er et sentralt tema i alle land, samtidig som det kan se ut som at det er noe mange elever har erfaring med. Resultatene tyder også på at gutter har mer erfaring med dette enn jenter.

6.5.2 Oppgaver for 4. klasse

I likhet med for 8. klasse vil vi ta for oss elevenes prestasjoner på enkelte av de frigitte oppgavene i naturfag for 4. klasse. Oppgavene varierer også her med hensyn til vanskelighetsgrad og oppgaveformat, samt at de skal representere de ulike fagområdene. Oppgavene er presentert i rekkefølge etter fallende vanskelighetsgrad for det internasjonale gjennomsnittet.

Oppgave 9

Figur 6.17 Oppgave i geofag med resultater for 4. klasse

<p>S031440</p> <p>Nedenfor er det en tegning av Rebekkas hus og hage. Hun ønsker å plante på fire forskjellige områder. (Område 1, 2, 3 og 4.)</p> <p>Hvilken side av huset til Rebekka vil få mest sol om morgenen? (Sett kryss i én rute.)</p> <p><input type="checkbox"/> Østsiden (Område 3)</p> <p><input type="checkbox"/> Vestsiden (Område 4)</p> <p>Forklar hvorfor.</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Japan</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Nederland</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Norge</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Slovenia</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>USA</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Int. gj.snitt</td> <td>26</td> </tr> </tbody> </table>	Japan	45	Nederland	33	Norge	14	Slovenia	30	USA	29	Int. gj.snitt	26
Japan	45												
Nederland	33												
Norge	14												
Slovenia	30												
USA	29												
Int. gj.snitt	26												

Fra en plantegning over et hus og en hage skal elevene i oppgaven på figur 6.17 kunne si hvilket område i hagen som får mest sol. De får oppgitt himmelretningene på tegningen og skal krysse av om det er østsiden eller vestsiden som får mest sol, og begrunne svaret. Denne oppgaven er én av fem oppgaver i en større enhet og er i rammeverket innholdsmessig nærmere plassert under ”Jordas plass i solsystemet og universet”. For å få riktig på oppgaven må elevene krysse av for østsiden og ha en godkjent begrunnelse, for eksempel at østsiden av huset får mest sol fordi sola står opp i øst, eller at når sola står opp i øst, blir det skygge på den andre siden av huset. Elevene som krysser av for østsiden uten begrunnelse eller med feil begrunnelse, får ingen uttelling.

Det lave internasjonale gjennomsnittet viser at oppgaven er vanskelig i de fleste landene, og det er bare i Taiwan og Hongkong at så vidt halvparten av elevene har fått poeng. Deretter kommer Japan, som er best av referanselandene. De norske elevene presterer dårlig, og bare 14 prosent av elevene har fått godkjent svar, noe som er langt svakere enn referanselandene og det internasjonale gjennomsnittet. Dette framstår som overraskende på bakgrunn av at det i læreplanen for 4. klasse står at elevene skal observere solas posisjon over tid og se sammenhengen mellom solhøyde og tid på dagen. Det er imidlertid 31 prosent av elevene som svarer ”østsiden” enten uten eller med gal begrunnelse, for eksempel at det er nærmest dammen. 32 prosent av de norske elevene krysser av for vest, og 20 prosent svarer ikke på oppgaven i det hele tatt. Noe av det svake resultatet kan skyldes at det er mye informasjon på tegningen som ikke er nødvendig for dette spørsmålet, men dette er selvsagt likt for alle land.

Oppgave 10

Figur 6.18 Oppgave i fysikk/kjemi med resultater for 4. klasse

S031053				Riktig	
Egenskapene til tre materialer er sammenlignet i tabellen nedenfor. Ett av materialene er tre, ett er stein og ett er jern.				Japan	69
				Nederland	59
				Norge	25
				Slovenia	35
				USA	39
				Int. gj.snitt	38
				Delvis riktig	
				Japan	23
				Nederland	27
				Norge	32
				Slovenia	30
				USA	37

Egenskap	Materiale 1	Materiale 2	Materiale 3
Synker i vann?	Ja	Nei	Ja
Brenner lett?	Nei	Ja	Nei
Tiltrekkes av en magnet?	Ja	Nei	Nei

Bestem de tre materialene ved å fylle ut nedenfor.

Tre er materiale nummer: _____

Stein er materiale nummer: _____

Jern er materiale nummer: _____

I denne oppgaven (figur 6.18) skal elevene ut fra de oppgitte egenskapene i tabellen bestemme hvilket materiale som er tre, stein og jern. Elevene må her ha kunnskap om at tre brenner lett, at stein synker i vann, og at jern tiltrekkes av en magnet. Oppgaven krever også logisk resonnering.

For å få full skåre, 2 poeng, på oppgaven må alle de tre materialene være riktige. Det blir gitt ett poeng til dem som hadde bestemt ett eller to av materialene. Både de japanske og de nederlandske elevene skårer svært bra, bare Singapore er bedre, der 74 prosent av elevene får full skåre. De norske elevene presterer svakt på denne oppgaven, bare 25 prosent har fått full skåre, og dette er langt under det internasjonale gjennomsnittet. Ut fra læreplanene er det først i 5. klasse elevene skal bli kjent med egenskapene til magneter og hvilke materialer magneter virker på. Det er likevel overraskende at ikke flere får full skåre. Å undersøke hvilke materialer som synker og hvilke som flyter, står sentralt i 3. klasse, og mange har mye erfaring i lek med magneter og at tre brenner lett. Grunnen til det svake resultatet kan derfor ha med oppgavens format og krav til logisk resonnering å gjøre. Det er imidlertid så mange som 32 prosent av de norske elevene som har fått ett poeng på oppgaven, og av dem har de aller fleste plukket ut tre som materiale 2. Det samme finner man internasjonalt. Det er ingen betydelige kjønnsforskjeller verken blant de norske elevene eller internasjonalt på denne oppgaven.

Oppgave 11

Figur 6.19 Oppgave i fysikk/kjemi med resultater for 4. klasse

S031370 Skriv ned en forskjell mellom faste stoffer og væsker.	Japan	59
	Nederland	21
	Norge	16
	Slovenia	51
	USA	67
	Int. gj.snitt	44

I denne oppgaven (figur 6.19) skal elevene beskrive en forskjell mellom faste stoffer og væsker. For å få poeng på denne oppgaven holder det at eleven svarer noe om at faste stoffer er hardt, eller noe om at væske er flytende eller liknende. For eksempel får dette svaret poeng: *Du kan drikke det som er væske, men ikke det som er fast stoff.*

USA presterer høyt på denne oppgaven, bare England og Singapore skårer høyere ved at henholdsvis 74 og 73 prosent svarer riktig. De norske elevene skårer overraskende dårlig, langt under det internasjonale gjennomsnittet, og bare to land presterer svakere. Så mye som 51 prosent av de norske elevene svarer ikke på oppgaven. Resultatene er overraskende svake sett i lys av L97, der det blant annet står at elevene i 3. klasse skal lære noe om faste stoffer, væsker og gasser.

Oppgave 12

Figur 6.20 Oppgave i geofag med resultater for 4. klasse

S031379

Se på bildet ovenfor. Hvor er det beste stedet å drive jordbruk?

(A) Sted A
(B) Sted B
(C) Sted C
(D) Sted D

Japan	75
Nederland	69
Norge	63
Slovenia	56
USA	70
Int. gj.snitt	57

Fra denne tegningen på figur 6.20, som viser ulike landskaper, skal elevene velge hvilket område som er best egnet til å drive jordbruk. Elevene må her resonnerer seg fram til riktig svar (B) ved å bruke faglig kunnskap om hvilke forutsetninger som bør være til stede for at man kan drive jordbruk.

75 prosent av elevene i Japan, som presterer høyest av alle også internasjonalt, svarer at B er det beste stedet. De norske elevene presterer også godt over det internasjonale gjennomsnittet. Av feilsvar er det internasjonalt et klart flertall som velger alternativ A, som kanskje er mest naturlig. Det er derfor overraskende at blant de norske feilsvarene er det D som får høyest oppslutning med 12 prosent, mens bare 5 prosent velger A, og 7 prosent svarer C. Kjønnsforskjellen på denne oppgaven er størst i Norge med 12 prosentpoeng i guttenes favør, mens den internasjonalt er bare tre prosentpoeng i guttenes favør.

Oppgave 13

I oppgaven som er vist på figur 6.21, skal elevene klassifisere de seks organismene etter om de føder levende unger eller legger egg. For å få full skåre, 2 poeng, må elevene liste opp alle de seks organismene i riktig gruppe. Hvis bare den ene gruppa er riktig, får man ett poeng.

I Singapore får 84 prosent av elevene full skåre på denne oppgaven, og deretter kommer USA. De norske elevene presterer som det internasjonale gjennomsnittet. 20 prosent av de norske elevene får ett poeng på oppgaven. Ut fra

læreplanen burde de norske elevene ha kompetanse til å svare på dette. For 4. klasse står det blant annet at elevene skal arbeide med felles kjennetegn for levende organismer og øve seg i ulike måter å gruppere dem på. Elevene skal også arbeide med sentrale likheter og ulikheter mellom mennesker og andre organismer.

Figur 6.21 Oppgave i biologi med resultater for 4. klasse

S031252

menneske frosk hund

sommerfugl fugl

hval

Noen av organismene vist ovenfor føder unger som har utviklet seg inne i moren. Andre får unger som klekkes ut av egg utenfor morens kropp.

Skriv ned navnet på de organismene som tilhører hver gruppe i tabellen nedenfor.

Føder levende unger	Legger egg

Riktig	
Japan	67
Nederland	73
Norge	58
Slovenia	52
USA	76
Int. gj.snitt	58
Delvis riktig	
Japan	30
Nederland	22
Norge	20
Slovenia	35
USA	16

Oppgave 14

I oppgaven som er vist på figur 6.22, må elevene resonnerer seg fram til at lyset i alternativ B vil slukne sist. De norske elevene skårer litt over gjennomsnittet. Nederland skårer høyest blant referanselandene og også internasjonalt sammen med Singapore og Kypros. De japanske elevene skårer overraskende dårlig på denne oppgaven. Av feilsvar er det alternativ C som har størst tilslutning, både i Norge (12 prosent) og internasjonalt (18 prosent). Det er 6 prosentpoeng forskjell i guttenes favør både i Norge og internasjonalt.

For å løse denne oppgaven, kan elevene ha hentet erfaringer utenom skolen, men det er også et sentralt område i L97 for 4. klasse der det står at elevene skal gjøre forsøk med og utvikle kunnskap om forbrenning av stoff.

Figur 6.22 Oppgave i fysikk/kjemi med resultater for 4. klasse

<p>S031061</p> <p>Bildet nedenfor viser fire like lys som brenner. Hvert av dem er dekket til av en glasskuppel med ulik størrelse. Hvilket lys vil slukne sist?</p>	Japan	51
	Nederland	81
	Norge	68
	Slovenia	73
	USA	72
Int. gj.snitt	66	

Oppgave 15

Figur 6.23 Oppgave i fysikk/kjemi med resultater for 4. klasse

<p>S011009</p> <p>Den samme mursteinen blir lagt på en vekt på tre forskjellige måter.</p> <p>Hva av dette er riktig?</p> <p>(A) 1 veier mest.</p> <p>(B) 2 veier mest.</p> <p>(C) 3 veier mest.</p> <p>(D) Alle veier like mye.</p>	Japan	66
	Nederland	74
	Norge	54
	Slovenia	85
	USA	73
Int. gj.snitt	72	

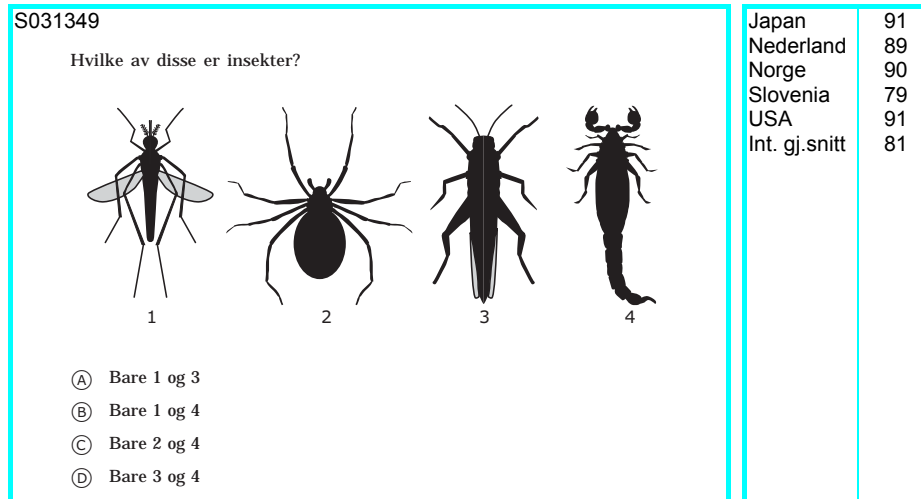
I denne oppgaven (figur 6.23) må elevene kjenne til at et legemes masse blir uendret selv om den blir plassert på ulike måter. I Litauen har 88 prosent av elevene svart riktig, og i land som Moldova, Russland, Slovenia, Taiwan og

Latvia skårer elevene omtrent like bra. De norske elevene presterer derimot langt under gjennomsnittet på denne oppgaven, og elevene i Japan skårer også overraskende lavt. Resultatene kan tyde på at det her kan være store forskjeller mellom læreplaner, og de dårlige resultatene er her ikke så overraskende, da tyngde og masse ikke er nevnt i norsk læreplan på dette eller lavere trinn.

Av de norske elevene som svarer feil, velger nesten 20 prosent A, mens B og C får henholdsvis 14 og 12 prosent oppslutning.

Oppgave 16

Figur 6.24 Oppgave i biologi med resultater for 4. klasse



I oppgaven på figur 6.24 skal elevene identifisere hvilke av disse fire som er insekter. Oppgaven er ment å måle elevenes faktakunnskap om at insekter har seks bein. I de aller fleste landene er det høye andeler riktige svar, og aller høyest er den i Litauen, der 94 prosent av elevene svarer riktig. De norske elevene skårer også over det internasjonale gjennomsnittet.

Det kan være overraskende at så mange elever rundt om i de fleste landene vet at det som skiller insekter fra for eksempel edderkopper, er at insekter har seks bein og ikke åtte. Ser man imidlertid litt nærmere på svaralternativene, har elevene fått litt hjelp ved at det ikke er mulig å velge tre av dyrene. Hvis elevene selv skulle plukke ut dem som er insekter, ville kan hende mange valgt de tre første. Det er også mulig at så mange velger alternativ A fordi begge disse dyrene har vinger.

7 ELEVENES HOLDNINGER OG SELVOPPFATNING

Temaet i dette kapitlet vil være elevenes holdninger til realfagene og deres selvoppfatning i fagene. Ut fra elevenes respons på ulike utsagn i spørreskjemaet beregnes gjennomsnittsverdier for de to konstruktene. Disse verdiene danner så utgangspunkt for fagdidaktiske kommentarer og refleksjoner. Kjønnforskjeller i holdninger og selvoppfatning i matematikk og naturfag vil bli behørig presentert, og resultater vil bli sammenliknet med data fra TIMSS 1995. Eventuelle endringer som har skjedd i løpet av disse årene, vil bli belyst og kommentert. Resultater fra begge populasjonene blir presentert, og det blir foretatt sammenlikninger mellom de to populasjonene der dette synes relevant. Feilmarginer for resultater i dette kapitlet ligger i størrelsesorden 2 prosentpoeng der resultater oppgis i prosentandeler. For konstruktverdier ligger de i størrelsesorden 0,05.

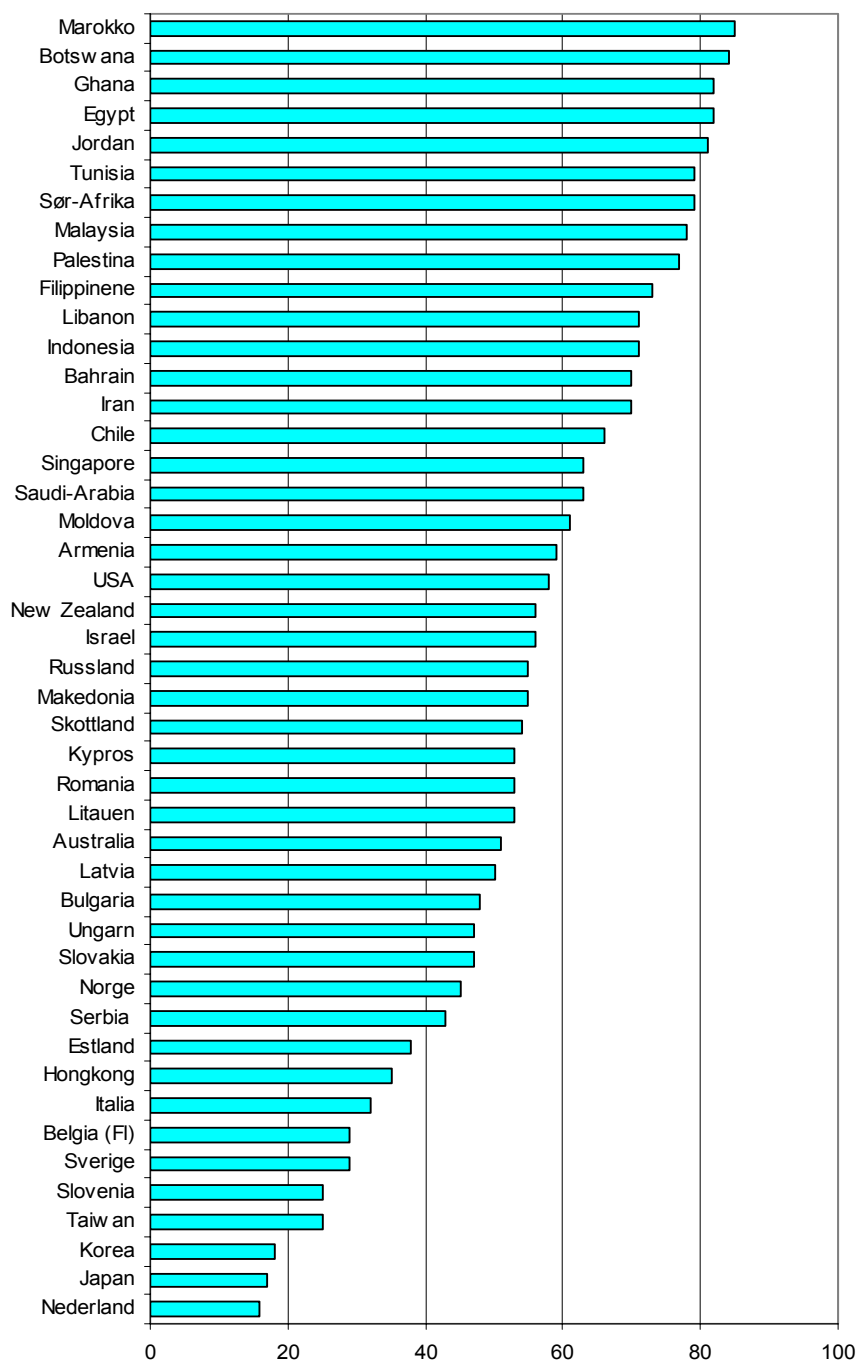
7.1 Holdninger til matematikk

7.1.1 8. klasse

I spørreskjemaet til elever i 8. klasse ble elevene bedt om å ta stilling til en rekke utsagn i forbindelse med deres holdninger til matematikk. Sju av disse utsagnene som elevene skal ta stilling til, har man i TIMSS valgt å slå sammen til en samlevariabel, et konstrukt, som på engelsk kalles "Students' Valuing Mathematics". Vi har valgt å oversette dette til "Holdning til matematikk", selv om dette ikke er en direkte oversettelse. Med denne betegnelsen knytter vi an til det tilsvarende konstruktet i TIMSS 1995, som vi kalte "Positiv holdning til matematikk/naturfag" eller "posmat/posnat" i forkortet form (Lie mfl. 1997a). Konstruktene er imidlertid ikke identiske, og verdiene kan derfor ikke sammenliknes direkte. Det dreier seg om en generell holdning til faget, en kombinasjon av interesse for faget, å like å arbeide med det og å se et behov for å lære det. De sju utsagnene er:

- 1 Jeg kunne tenkt meg å ha mer matematikk.
- 2 Jeg liker å lære matematikk.
- 3 Jeg tror det å lære matematikk vil hjelpe meg i dagliglivet.
- 4 Jeg trenger matematikk for å lære andre skolefag.
- 5 Jeg må gjøre det bra i matematikk for å komme inn på den utdanningen jeg helst vil.
- 6 Jeg vil gjerne ha en jobb der jeg kan bruke matematikk.
- 7 Jeg må gjøre det bra i matematikk for å få den jobben jeg ønsker meg.

Figur 7.1 Prosentandelen elever med et høyt nivå for "Hholdning til matte-
matikk"



For hvert utsagn var det fire svaralternativer: "Svært enig" (4), "Litt Enig" (3), "Litt uenig" (2) og "Svært uenig" (1). Skalaen som her benyttes, er en såkalt Likert-skala der de avgitte svarene kan behandles som om vi anvendte en intervallskala med de verdiene som er oppgitt i parentesene ovenfor. Det kan da beregnes en gjennomsnittssum for de sju utsagnene. I noen sammenhenger blir "høyt nivå" definert som et gjennomsnitt på 3 eller høyere, "middels nivå" avgrenses til verdiene mellom 2 og 3, og "lavt nivå" betyr 2 eller lavere.

Selv om vi samler alle de sju utsagnene inn i et overordnet konstrukt, forhindrer ikke det at de også kan oppfattes som bestående av to deler, og disse vil vi i noen sammenhenger betrakte hver for seg. Utsagnene nr. 1, 2 og 6 dreier seg om det som ofte kalles elevenes indre motivasjon, eller rett og slett interesse, for faget. På den andre siden handler utsagnene nr. 3, 4, 5 og 7 om det som gjerne betegnes som ytre eller instrumentell motivasjon, altså at motivasjonen er knyttet til at de gjennom faget ønsker å oppnå andre mål. Skille mellom indre og ytre motivasjon vil være vesentlig for å kunne sammenlikne med data fra PISA (Lie mfl. 2001, Kjærnsli mfl. 2004).

Figur 7.1 viser prosentandelen elever som har et "høyt" nivå av "Holdning til matematikk" for alle deltakerlandene i TIMSS. Av figuren går det fram at Norge havner et godt stykke nede på denne lista. Likevel ser vi at våre referanseudland, bortsett fra USA, har elever med mindre positive holdninger til matematikk enn norske elever.

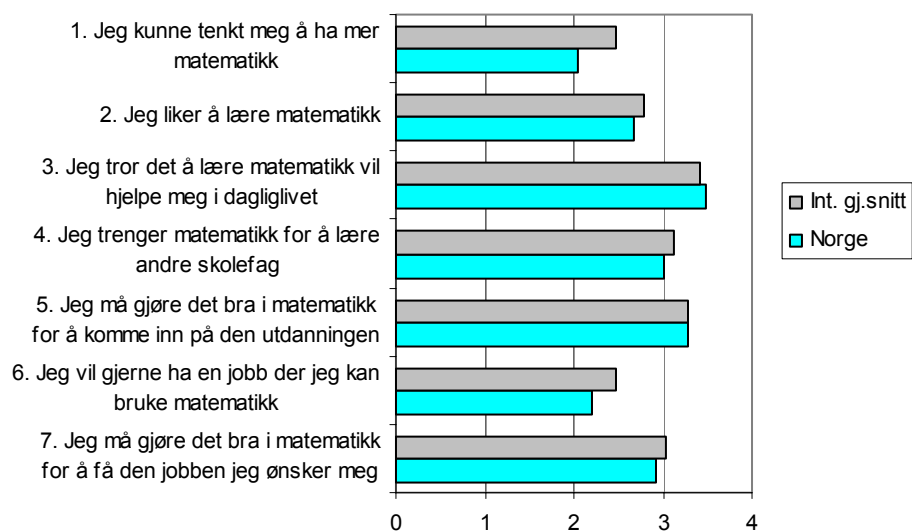
Figur 7.1 i sammenheng med figur 1.1 i kapittel 1 viser at det tenderer til å være slik at det er elevene i de landene som skårer lavest, som verdsetter matematikkfaget høyest, mens elever fra de land som skårer høyt kunnskapsmessig, har mindre positive holdninger til faget. Faktisk er det slik at korrelasjonen mellom gjennomsnittene for positiv holdning til matematikk og prestasjoner i faget på nasjonsnivå er så lav som $-0,73$. Selv om en slik sammenheng til dels ble påpekt også i TIMSS 1995 (Lie mfl. 1997a), må en så betydelig negativ korrelasjon kunne betegnes som ganske oppsiktsvekkende. Hva dette kan skyldes, er vanskelig å si sikkert, men det er trolig slik at elevene i høyt-skårerende land opplever de faglige kravene som såpass massive at de på grunn av det får en mindre positiv holdning til faget. Man kunne kanskje ha ventet ut fra disse sammenhengene og de lave norske prestasjonene at de norske elevene hadde mer positive holdninger til faget enn gjennomsnittet, men det er altså ikke tilfellet.

Det er for øvrig også slik at elever i land med relativt lav levestandard og lavt utdanningsnivå verdsetter skolefag og skolegang generelt langt høyere enn elever i land med høy levestandard. Holdning til matematikk korrelerer faktisk enda lavere med FNs Human Development Index, HDI (UNDP 2004), enn med prestasjoner. Korrelasjonskoeffisienten er $-0,75$. Dette er nesten nøyaktig den samme situasjonen som i PISA-undersøkelsen (Kjærnsli mfl. 2004).

På figur 7.2 har vi vist hvordan de norske elevene svarte i forhold til det internasjonale gjennomsnittet på hvert av de sju utsagnene. Som vi ser av figuren, er det særlig på utsagnene om å ha mer matematikk i utdanning eller jobb at norske elever ligger betydelig lavere enn det internasjonale gjennomsnittet.

Elevenes svar på dette er særlig bekymringsfullt sett fra et perspektiv av framtidig rekruttering til matematikkfaget.

Figur 7.2 Resultater for enkeltutsagn om holdninger til matematikk i 8. klasse



7.1.2 4. klasse

Spørreskjemaet for elevene i 4. klasse inneholdt en god del færre utsagn enn det som ble forelagt de eldre elevene. Blant annet gjelder det for holdninger til matematikk, og det er derfor ikke laget noen samlevariabel for dette. Vi vil vise resultatene for utsagnet:

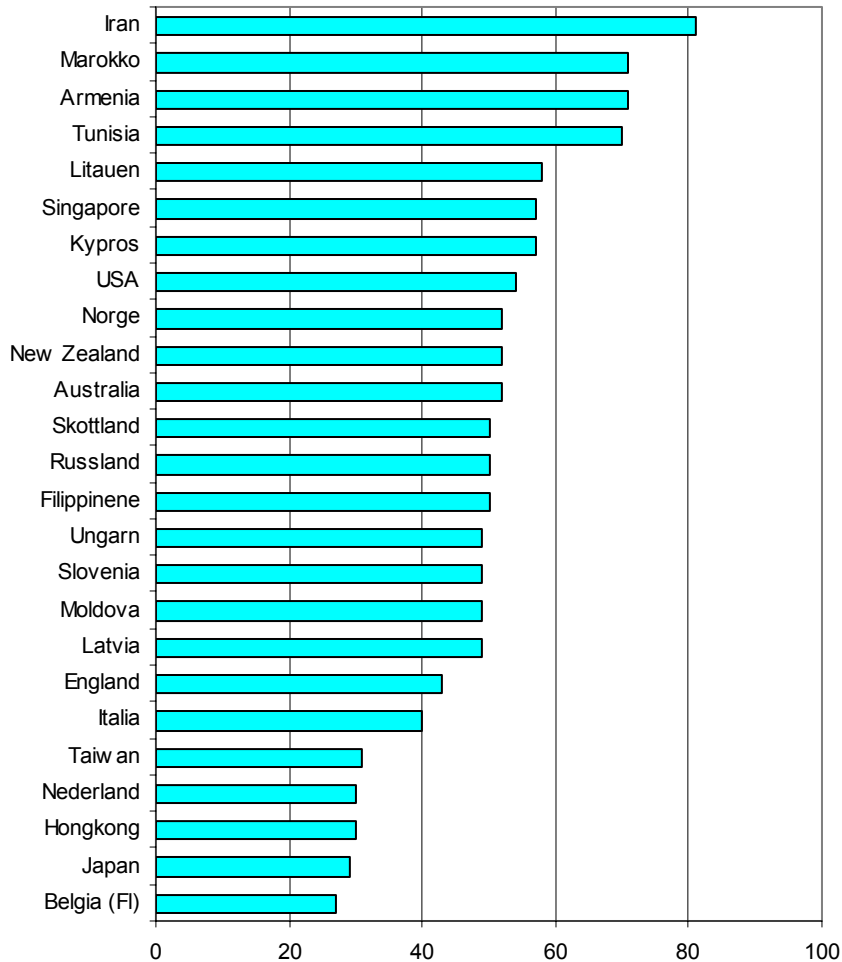
Jeg liker å lære matematikk.

Svaralternativene gikk fra "Svært uenig" (1) til "Svært enig" (4).

På figur 7.3 har vi rangert landene etter hvor mange prosent av elevene som sa seg "Svært enig" i utsagnet "Jeg liker å lære matematikk". I likhet med det som framkom på figur 7.1 for 8. klasse, ser vi at tendensen også for de yngre elevene er at land som presterer høyt faglig sett, har elever med mindre positive holdninger til matematikk enn land som har lavere faglig gjennomsnittsskåre. Faktisk er korrelasjonen mellom landenes prestasjoner og prosentandelen elever som svarer "Svært enig" på utsagnet, så lav som $-0,68$. Det kan synes overraskende at man får en slik korrelasjon også for de yngste elevene, men som det ble påpekt for 8. klasse, ligger årsaken trolig i et større faglig press på elevene i høytskårende land og/eller at elever i land med lavere levestandard både skårer lavt og også har mer kunnskapshungrige elever. Korrelasjonen mellom prosentandelen elever som svarer "Svært enig" på utsagnet "Jeg liker å lære matematikk", og landenes HDI er også bemerkelsesverdig lav, nemlig $-0,64$.

Det synes altså å være en felles utfordring for Norge og andre høyt utviklede land at elevene i liten grad tiltrekkes av matematikkfaget. For vårt lands vedkommende betyr det at for å få en god strategi for økt rekruttering til faget kan vi med fordel samarbeide med andre land i samme situasjon.

Figur 7.3 Prosentandelen elever i 4. klasse som svarer "Svært enig" på utsagnet "Jeg liker å lære matematikk"



7.1.3 Holdninger og kjønn

Hvilke sammenhenger er det mulig å finne mellom kjønn og holdninger til matematikk? Har for eksempel norske jenter og gutter i 8. klasse omtrent de samme holdningene til matematikk, eller er det her betydelige kjønnsbaserte forskjeller? Det viser seg at gutter i gjennomsnitt har en noe mer positiv holdning til matematikk enn jenter, gjennomsnittsverdiene for konstruktet er hen-

holdsvis 2,88 og 2,74. For lettere å kunne tolke hvor stor denne kjønnsforskjellen er, er det vanlig å oppgi den i form av effektstørrelse ved å bruke standardavviket for alle elever som mål. Effektstørrelsen beregnes ved å dividere forskjellene i gjennomsnittsverdier med standardavviket for alle elever, her 0,62. For ”Holdning til matematikk” er forskjellen mellom kjønnene omtrent et kvart standardavvik i guttenes favør.

Påstandene som utgjør det aktuelle konstruktet, er i hovedsak ment å skulle måle ulike aspekter ved elevenes holdninger til matematikkfaget, for at man slik skal ha mulighet til å kunne si noe mer generelt om disse holdningene. Det kan imidlertid også være interessant å ta for seg gjennomsnittsverdiene for hvert av utsagnene separat for å se om det da avtegner seg spesielle mønstre i elevenes svar. Dette er vist i tabell 7.1.

Tabell 7.1 *Kjønnsforskjeller i 8. klasse i Norge for enkeltutsagnene i konstruktet ”Holdning til matematikk”*

	Jenter	Gutter	St. avvik	Effektstørrelse i guttenes favør
1 Jeg kunne tenkt meg å ha mer matematikk.	2,00	2,08	0,97	0,08
2 Jeg liker å lære matematikk.	2,62	2,73	1	0,11
3 Jeg tror det å lære matematikk vil hjelpe meg i dagliglivet.	3,46	3,51	0,72	0,07
4 Jeg trenger matematikk for å lære andre skolefag.	2,98	3,06	0,85	0,09
5 Jeg må gjøre det bra i matematikk for å komme inn på den utdanningen jeg helst vil.	3,16	3,34	0,83	0,22
6 Jeg vil gjerne ha en jobb der jeg kan bruke matematikk.	2,07	2,34	0,95	0,28
7 Jeg må gjøre det bra i matematikk for å få den jobben jeg ønsker meg.	2,80	3,04	0,96	0,25

Tidligere har vi nevnt distinksjonen mellom indre motivasjon (nr. 1, 2 og 6) og ytre motivasjon (nr. 3, 4, 5 og 7). Fra resultatene i tabell 7.1 framgår det at dette skillet mellom indre og ytre motivasjon ikke er særlig relevant for å beskrive mønsteret i denne tabellen. Et annet interessant perspektiv man kan se enkeltvariablene i tabellen i lys av, er at de fire første er relatert til elevens skolehverdag og dagligliv, mens de tre siste er knyttet til framtidig utdanning og jobbvalg. Det er særlig på de tre siste utsagnene at det avtegner seg markerte kjønnsforskjeller. Forskjellene mellom gutter og jenter er her om lag et kvart standardavvik. Jenter har altså i langt mindre grad enn gutter planer om en yrkeskarriere som involverer matematikk, eller jobber hvor matematikkferdigheter i deres øyne er relevant.

For elever i 4. klasse var det to utsagn i forbindelse med om elevenes holdning til matematikk, og begge disse var også med i 8. klasse. I tabell 7.2 har vi sammenliknet gjennomsnittsverdiene for svarene på hvert utsagn fra hvert

kjønn i hver populasjon. Av tabellen framgår det at kjønnsforskjellene på disse utsagnene er små i begge populasjonene, men det er likevel to tydelige trekk:

- Begge kjønn har en mye mer positiv holdning i 4. klasse enn i 8. klasse.
- Mens jentene er de mest positive i 4. klasse, er det guttene som er mest positive i 8. klasse.

Tabell 7.2 Gjennomsnittsverdier for to utsagn om positive holdninger til matematikk

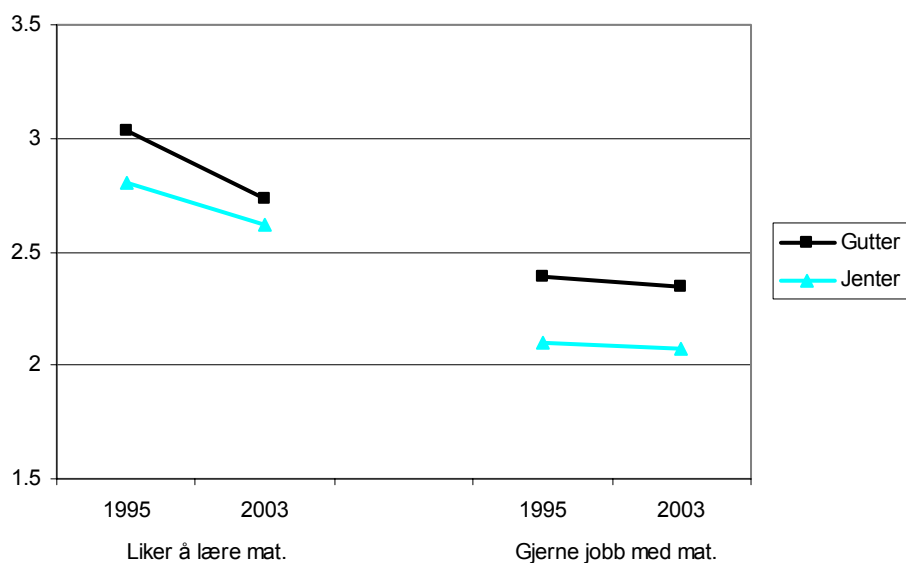
	4. klasse		8. klasse	
	Jenter	Gutter	Jenter	Gutter
<i>Jeg kunne tenkt meg å ha mer matematikk.</i>	2,53	2,38	2,02	2,08
<i>Jeg liker å lære matematikk.</i>	3,26	3,17	2,62	2,73

7.1.4 Endringer i holdninger til matematikk siden 1995

Elevene som var med i TIMSS 1995, ble også bedt om å ta stilling til utsagn som skulle belyse deres holdninger til matematikk. I likhet med i 2003 laget man også da ved hjelp av ulike utsagn en samlev variabel for å måle dette holdningskonstruktet. Etersom noen av de utsagnene elevene ble bedt om å ta stilling til, er endret siden den gang, kan vi ikke umiddelbart sammenlikne de eksakte verdiene for dette holdningskonstruktet da og nå. Det er derimot mulig å sammenlikne verdiene for de enkeltutsagnene som er beholdt uendret, noe som er gjort på figur 7.4 for elever i 8. klasse. Det framgår av figuren at gjennomsnittsverdiene for den første påstanden har blitt noe lavere, men at forskjellene mellom gutter og jenter er blitt mindre. Dette skyldes imidlertid ikke at jentene har blitt mer positive til å lære matematikk, men at de ikke har blitt fullt så mye mindre positive som guttene. For den andre variabelen på figuren er verdiene tilnærmet uendret. Vi konstaterer at interessen for å arbeide med matematikk i framtiden har holdt seg konstant lav, mens elevene tydelig uttrykker at de liker faget dårligere enn i 1995, og særlig gjelder det guttene. Ovenfor påpekte vi den sterke sammenhengen mellom lave prestasjoner i et land og positiv holdning til faget. For vårt lands vedkommende må vi dessverre konstatere at den faglige tilbakegangen tydeligvis ikke har medført en bedring i holdninger til matematikkfaget, slik man kanskje kunne forvente ut fra denne sammenhengen.

Selv om det av grunner vi har redegjort for tidligere, er problematisk å sammenlikne verdiene for holdningskonstruktene i 1995 og 2003, er det godt mulig å sammenlikne endringer i effektstørrelsen mellom gutter og jenter for disse konstruktene. En sammenlikning viser at effektstørrelsen i guttenes favør er blitt en god del lavere, omtrent fra en tredel til en firedel av et standardavvik. Det var altså mindre forskjeller i holdningen til matematikk mellom gutter og jenter i 2003 enn det var i 1995, men som vi har sett, skyldes det særlig at guttene nå har en mindre positiv holdning enn tidligere.

Figur 7.4 Gjennomsnittsverdier i 8. klasse for norske elevers svar på "Jeg liker å lære matematikk" og "Jeg vil gjerne ha en jobb der jeg kan bruke matematikk" i 1995 og i 2003



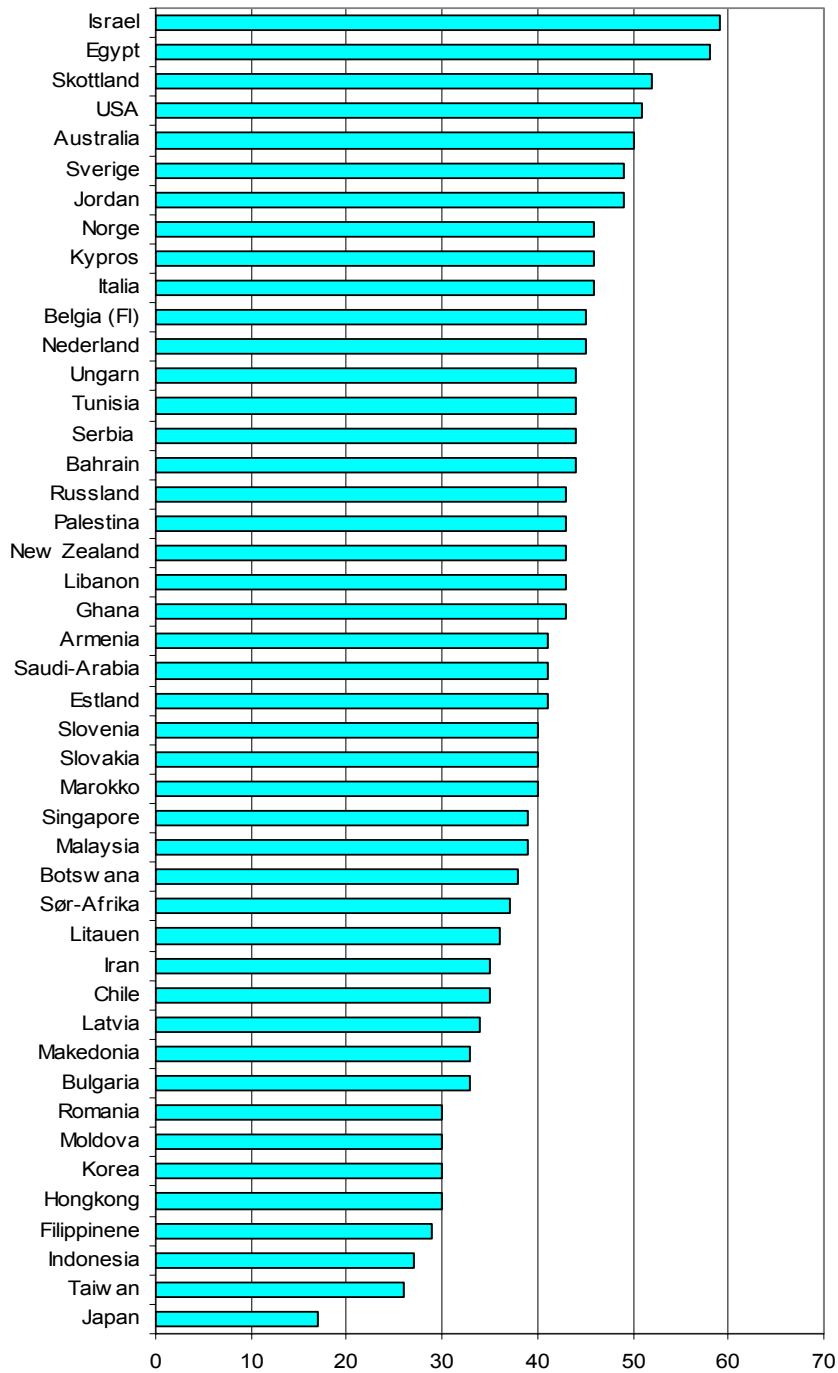
Vi kan også sammenlikne holdningene mellom 1995 og 2003 for den yngste populasjonen, idet elevene begge år skulle ta stilling til påstanden "Jeg liker å lære matematikk" med de samme svaralternativene (fra 1 til 4). Gjennomsnittsverdien for jentene har gått ned fra 3,34 til 3,28, mens nedgangen for guttene er fra 3,35 til 3,22. Vi ser altså for det første at det har vært en nedgang, men den er mye mindre enn for de eldre elevene. Vi ser også at det særlig er guttene som viser en mindre positiv holdning i 2003.

7.2 Selvoppfatning i matematikk

7.2.1 8. klasse

Begrepet selvoppfatning har mange aspekter og kan brukes i mange betydninger. Med selvoppfatning menes en oppfatning, følelse, tro eller viten som en person har om seg selv (Skaalvik & Skaalvik 1996). Her vil vi bruke det omtrent synonymt med det vi i dagligtale kaller "selvtillit". Selvoppfatning i denne betydningen er tett knyttet til faglig kompetanse, og det er derfor rimelig å forvente en sterk sammenheng med faglige prestasjoner.

Figur 7.5 Prosentandelen av elever i 8. klasse med høyt nivå av "Selvopfatning i matematikk"



Basert på fire utsagn i elevspørreskjemaet i 8. klasse er det i TIMSS utarbeidet et konstrukt som på engelsk kalles ”Self Confidence in Learning Mathematics”. Vi har her valgt å oversette dette med elevenes ”Selvoppfatning i matematikk”. Det dreier seg om elevenes oppfatning av å ha lykket med de utfordringene de har møtt i faget, og det ligger svært nær det som hadde samme betegnelsen i PISA (Lie mfl. 2001, Kjærnsli mfl. 2004) og ”selvtillit” i TIMSS 1995 (Lie mfl. 1997a). Utsagnene som inngår i vårt konstrukt, er formulert som utsagn elevene skal ta stilling til:

- 1 *Jeg gjør det vanligvis bra i matematikk.*
- 2 *Matematikk er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen.*
- 3 *Matematikk er ikke en av mine sterke sider.*
- 4 *Jeg lærer ting fort i matematikk.*

Elevene får de samme fire svaralternativer som for ”positive holdninger til matematikk”. For utsagnene 1 og 4 er svaralternativene og skalaverdiene slik: ”Svært enig” (4), ”Litt enig” (3), ”Litt uenig” (2) og ”Svært uenig” (1). Verdiene for utsagnene 2 og 3 er imidlertid snudd, slik at ”Svært enig” for disse to utsagnene gis verdien 1, ”Litt enig” har verdien 2, osv. De avgitte svarene behandles igjen som om vi anvendte en intervallskala med de verdier som er oppgitt. For hver elev er det så beregnet en gjennomsnittsverdi for de fire utsagnene. ”Høyt nivå” defineres som et gjennomsnitt på 3 eller høyere, ”middels nivå” avgrenses til verdiene mellom 2 og 3, og ”lavt nivå” svarer til 2 eller lavere. Figur 7.5 rangerer landene i TIMSS ut fra prosentandelen elever som har høyt nivå for dette konstruktet.

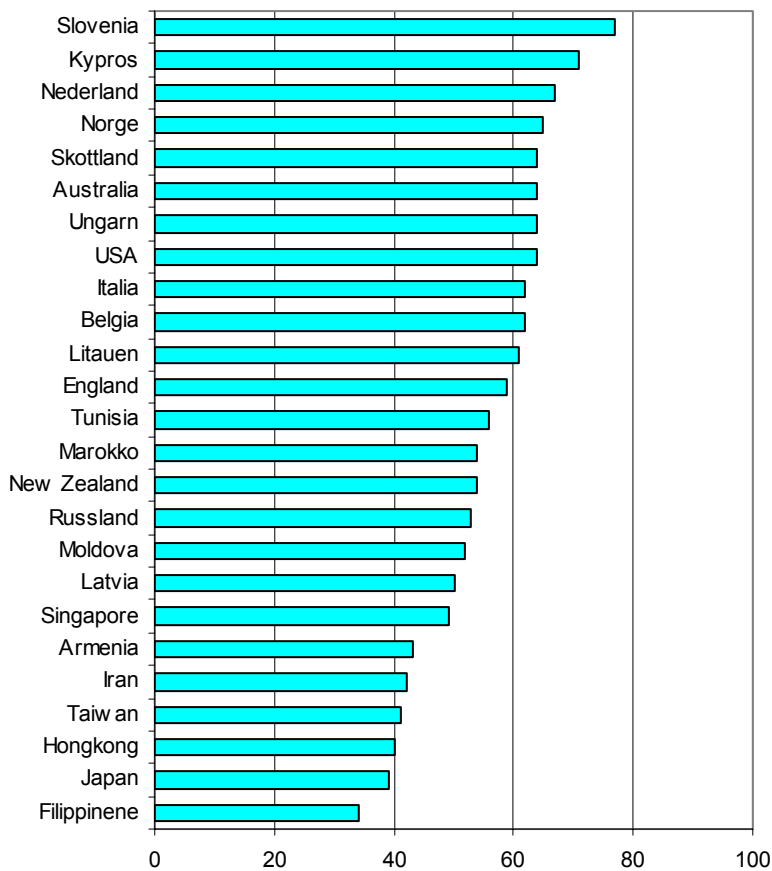
Av figur 7.5 går det fram at nær halvparten av norske elever har høyt nivå av ”Selvoppfatning i matematikk” ut fra den foreliggende definisjonen. Bare åtte land har flere elever i denne kategorien. Det er interessant å registrere at de østasiatiske landene, som presterer svært høyt faglig sett og dominerer toppen av resultatlista knyttet til prestasjoner, havner klart nederst på denne lista og altså har svært få elever med høy faglig selvoppfatning. Hva dette kan skyldes, er vanskelig å avgjøre, og trolig spiller flere faktorer inn. I PISA-rapporten (Kjærnsli mfl. 2004) advares det mot kategoriske slutninger når det gjelder tolkninger av forskjeller mellom land i gjennomsnittsverdier for konstrukter. Det påpekes at slike forskjeller kan skyldes ulike kulturelle uttryksmåter. For eksempel er det mulig at det i enkelte land, for eksempel østasiatiske, er tradisjon for å uttrykke seg noe mer moderat om egne evner, kvalifikasjoner og ambisjoner enn det er i en del angloamerikanske land. Som det framgår av figur 7.5, er fire av de åtte landene som ligger over Norge på lista, engelskspråklige, mens altså seks av åtte østasiatiske land befinner seg nederst. Et annet argument er at elevenes selvoppfatning åpenbart vil være påvirket av de krav de er blitt stilt overfor i undervisningen. For øvrig vil vi peke på at det ikke er noen signifikant korrelasjon på landsnivå mellom prestasjoner og selvoppfatning. Det synes altså ikke å ligge noen reelle prestasjonsforskjeller bak dataene som er framstilt på figur 7.5. Innad i hvert land forholder dette seg imidlertid annerledes, noe vi vil komme tilbake til senere.

7.2.2 4. klasse

Konstruktet som blir brukt for å måle elevenes selvoppfatning i matematikk i 4. klasse, beregnes ut fra de samme enkeltvariablene som ble benyttet i 8. klasse, bortsett fra at én formulering er endret slik at den skal være lettere forståelig for de yngste elevene. ”Matematikk er ikke en av mine sterke sider” er omformulert til ”Jeg er rett og slett ikke god i matematikk”. Konstruktet ”Selvoppfatning i matematikk” for 4. klasse består derfor av følgende enkeltvariabler:

- 1 Jeg gjør det vanligvis bra i matematikk.
- 2 Matematikk er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen.
- 3 Jeg er rett og slett ikke god i matematikk.
- 4 Jeg lærer ting fort i matematikk.

Figur 7.6 Prosentandelen av elever i 4. klasse med høyt nivå av ”Selvoppfatning i matematikk”



Svaralternativene er de samme som for 8. klasse, og beregningene av henholdsvis høyt, middels og lavt nivå er også identiske. Figur 7.6 viser resultater for dette konstruktet.

I likhet med hva som framkom på figur 7.5 for 8. klasse, ser vi på figur 7.6 at de østasiatiske landene også for de yngre elevene plasserer seg lavest når det gjelder selvoppfatning i matematikk. Som vi kommenterte for de eldre elevene, kan dette både skyldes at det eksisterer ulike kulturelle koder for å karakterisere egne evner og ambisjoner, og at de har opplevd ulike krav i undervisningen. Norske elever havner langt oppe på denne lista, idet hele 65 prosent av dem plasserer seg i kategorien ”høyt nivå”. På samme måte som i 8. klasse er det heller ikke i 4. klasse noen signifikant sammenheng mellom landenes gjennomsnittlige prestasjoner og selvoppfatning.

7.2.3 Kjønnsforskjeller

For konstruktet ”Selvoppfatning i matematikk” i 8. klasse har vi sammenliknet gjennomsnittsverdiene for enkeltvariablene mellom kjønnene. Det viser seg at guttene har høyere gjennomsnittsverdier enn jentene for samtlige enkeltutsagn, men tabell 7.3 viser at forskjellen i form av effektstørrelsen er størst for de to siste. Dette er interessant fordi det viser at jentene ikke har så mye lavere selvoppfatning enn gutter så lenge de kan relatere dette til faktiske prestasjoner (utsagn 1) og/eller relativt til andre elever (utsagn 2). De to siste utsagnene er annerledes, og der dreier det seg om å sammenlikne med andre fag (utsagn 3) eller om subjektive oppfatninger av egne forutsetninger for å mestre utfordringer (utsagn 3).

Tabell 7.3 *Kjønnsforskjeller i 8. klasse for enkeltutsagnene i konstruktet ”Selvoppfatning i matematikk”*

	Jenter	Gutter	St. avvik	Effektstørrelse
1 <i>Jeg gjør det vanligvis bra i matematikk.</i>	2,95	3,07	0,84	0,14
2 <i>Matematikk er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen.*</i>	3,12	3,25	1,45	0,09
3 <i>Matematikk er ikke en av mine sterke sider.*</i>	2,34	2,68	1,5	0,23
4 <i>Jeg lærer ting fort i matematikk.</i>	2,61	2,84	0,92	0,25

* Verdiene for disse utsagnene er ”snudd” for å kompensere for den negative formuleringen.

Også i 1995 forsøkte man å etablere mål på elevenes selvoppfatning i matematikk. Da hadde man imidlertid ikke en samlevariabel i form av et definert konstrukt, men to enkeltstående utsagn som elevene skulle forholde seg til. Disse to utsagnene var:

Jeg gjør det som regel godt i matematikk.
Matematikk er lett.

Det første av disse to utsagnene ligger nær formuleringen som ble benyttet i 2003. Det er derfor relevant å sammenlikne verdiene fra 1995 med verdiene i



tabellen. Gjennomsnittene i 1995 var 2,89 og 3,07 for henholdsvis jenter og gutter. Guttenes gjennomsnitt ligger altså nå på det samme som i 1995, mens jentenes gjennomsnitt har økt. Det er her all grunn til å minne om at det er ubetydelige forskjeller mellom kjønnene i faktiske prestasjoner både på skolen og her i TIMSS 2003. Det andre utsagnet har en del til felles med utsagn 4 i tabellen, siden begge handler om følelse av mestring av faglige utfordringer. Forskjellene i utsagnene tillater imidlertid ikke en direkte sammenlikning av gjennomsnittsverdiene. Men det er likevel meningsfullt å sammenlikne effektstørrelser for kjønnsforskjellene. Tabell 7.4 viser hvordan kjønnsforskjellene har endret seg fra 1995 til 2003 for begge de to aktuelle utsagnene når vi bruker effektstørrelse som målestokk. Av tabellen framgår det at selv om gutter fremdeles har høyere selvoppfatning enn jenter i matematikk i 8. klasse, er forskjellene mellom kjønnene blitt betydelig mindre i perioden 1995–2003.

Tabell 7.4 *Effektstørrelse i guttenes favør i 1995 og 2003 for utsagn knyttet til elevenes selvoppfatning i matematikk i 8. klasse*

	1995	2003
<i>Jeg gjør det som regel godt / vanligvis bra / i matematikk.</i>	0,28	0,14
<i>Matematikk er lett / jeg lærer ting fort i matematikk.</i>	0,34	0,25

Tabell 7.5 viser tilsvarende verdier for 4. klasse som tabell 7.2 for 8. klasse. Det framgår av tabellen at kjønnsforskjellene stort sett går i guttenes favør også for de yngre elevene. Men alle forskjellene er betydelig mindre enn for de eldre elevene.

Tabell 7.5 *Kjønnsforskjeller i 4. klasse for enkeltutsagnene i konstruert "Selvoppfatning i matematikk"*

	Jenter	Gutter	St. avvik	Effektstørrelse
<i>1 Jeg gjør det vanligvis bra i matematikk.</i>	3,17	3,19	0,73	0,03
<i>2 Matematikk er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen.*</i>	2,96	2,96	1,04	0
<i>3 Jeg er rett og slett ikke god i matematikk.*</i>	3,07	3,14	1,00	0,07
<i>4 Jeg lærer ting fort i matematikk.</i>	3,06	3,17	0,87	0,12

* Verdiene for disse utsagnene er "snudd" for å kompensere for den negative formuleringen.

7.3 Holdning til naturfag

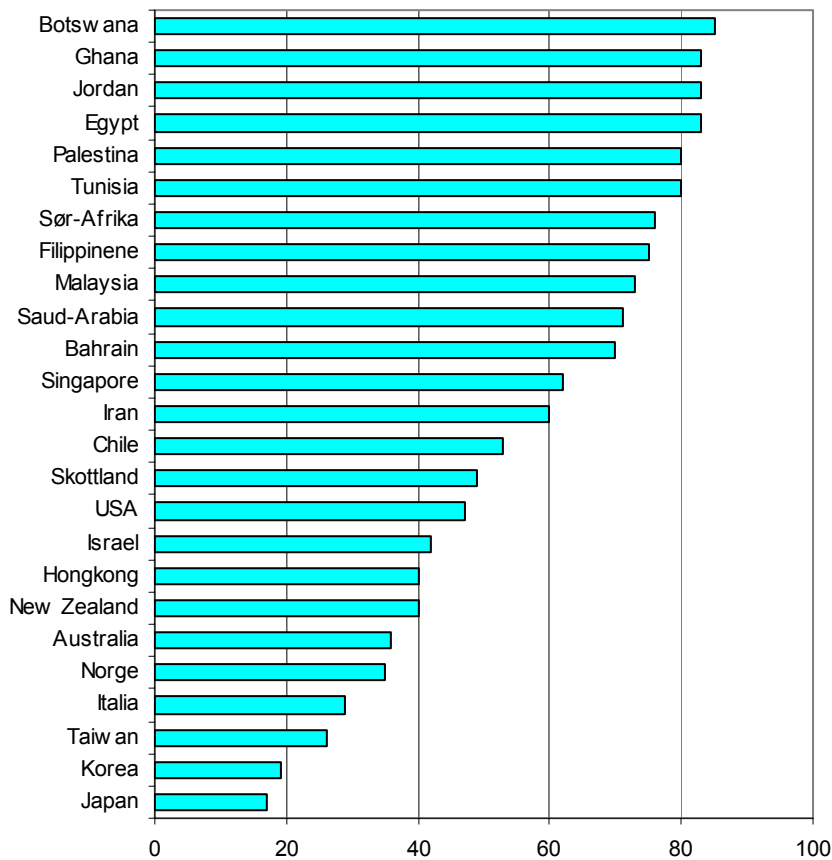
7.3.1 8. klasse

I elevspørreskjemaet i 8. klasse skulle elevene ta stilling til en rekke utsagn som til sammen skulle si noe om hvilken holdning de har til naturfag. Vi vet fra tidligere undersøkelser at det er stor forskjell mellom de enkelte naturfagene på dette området (se for eksempel Kjærnsli & Lie 2000). I TIMSS 2003 har vi imidlertid bare data om norske elevers holdninger til naturfaget som ett inte-

grert fag. Internasjonalt er disse utsagnene samlet til en samlevariabel, som vi her vil kalle "Holdning til naturfag". Som for tilsvarende utsagn i matematikk gikk svaralternativene fra "Svært uenig" til "Svært enig" som ble tillagt verdier fra 1 til 4. Og som for matematikk har vi beregnet gjennomsnittsverdier for disse variablene, og gjennomsnitt over 3 er betegnet som "høyt nivå".

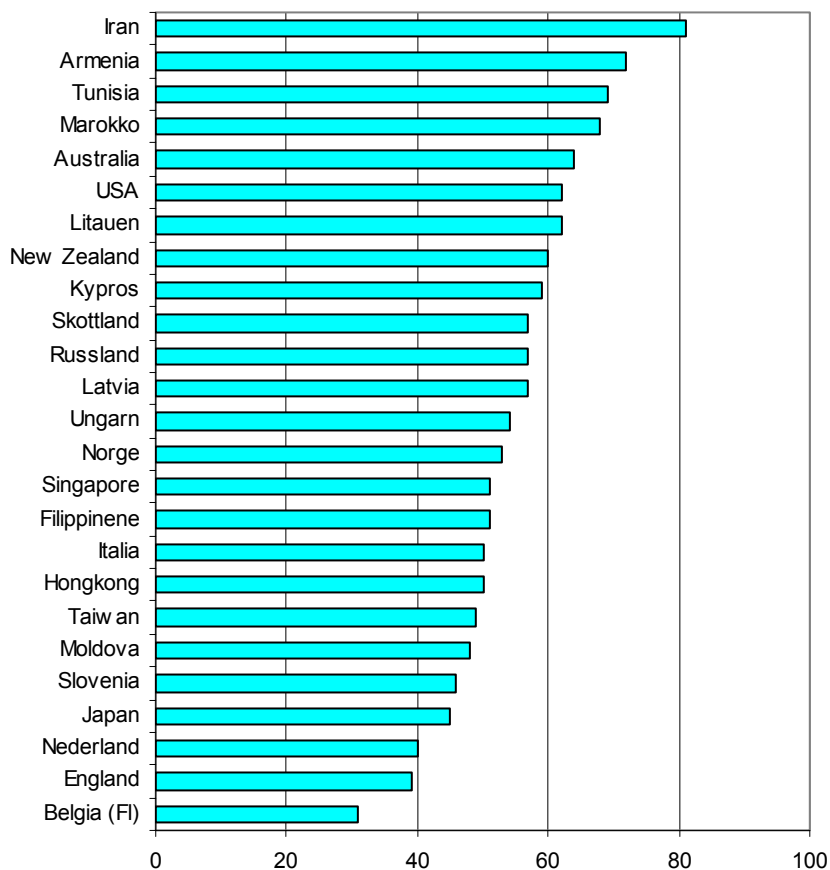
- 1 Jeg ville gjerne hatt mer natur- og miljøfag.
- 2 Jeg liker å lære natur- og miljøfag.
- 3 Jeg tror det å lære natur- og miljøfag vil hjelpe meg i dagliglivet.
- 4 Jeg trenger natur- og miljøfag for å lære andre skolefag.
- 5 Jeg må gjøre det bra i natur- og miljøfag for å komme inn på den utdanningen jeg helst vil.
- 6 Jeg vil gjerne ha en jobb der jeg kan bruke natur- og miljøfag.
- 7 Jeg må gjøre det bra i natur- og miljøfag for å få den jobben jeg ønsker meg.

Figur 7.7 Prosentandelen elever med et høyt nivå for "Holdning til naturfag"



Figur 7.7 viser prosentandelen av elevene i 8. klasse som er på høyt nivå på dette konstruktet for de landene der de har et integrert naturfag. Som for tilsvarende figur i matematikk (figur 7.1) er det påfallende at de østasiatiske landene ligger så lavt. Og plasseringen for vårt land er langt nede på lista, noe den også var i matematikk. Også på andre måter er det store likheter med situasjonen i matematikk, blant annet en påfallende høy negativ korrelasjon mellom landenes holdninger og prestasjoner i naturfaget. Vi nøyer oss derfor med å si at konklusjonene i naturfag blir omtrent de samme som i matematikk. En mer detaljert sammenlikning mellom de to fagene for norske elever vil vi komme tilbake til senere.

Figur 7.8 Prosentandel av elever i 4. klasse som er "svært enig" i utsagnet "Jeg liker å lære naturfag"



7.3.2 4. klasse

I 4. klasse var det ikke mange nok utsagn om holdninger til naturfag til å kunne danne en reliabel samlevariabel om dette. I stedet vil vi her vise resultatene for utsagnet

Jeg liker å lære naturfag.

Svaralternativene gikk fra ”Svært uenig” (1) til ”Svært enig” (4). På figur 7.8 (forrige side) har vi rangert landene etter hvor mange prosent av elevene som sa seg svært enig i dette utsagnet. I likhet med det som framkom på figur 7.7 for 8. klasse, ser vi at tendensen også for de yngre elevene er at land som presterer høyt faglig sett, har elever med mindre positive holdninger til faget enn land som har lavere faglig gjennomsnittsskåre. Det er likevel påfallende store forskjeller mellom de to fagene for flere av landenes vedkommende, og særlig påfallende er det at de østasiatiske landene ikke ligger så lavt som i matematikk (figur 7.3). Vi ser for øvrig at holdningene blant norske elever er omtrent midt-dels internasjonalt. Elevene våre gir tydelig en lavere tilslutning til utsagnet og også en lavere plassering på lista enn de har i matematikk.

7.3.3 Holdninger og kjønn

Forskjellen mellom kjønnene for konstruktet ”Holdning til naturfag” i 8. klasse har en effektstørrelse på 0,24, som svarer omtrent til et kvart standardavvik. Begge kjønn markerer en mer positiv holdning til naturfag enn til matematikk, men kjønnsforskjellen i guttenes favør er omtrent like stor.

Tabell 7.6 *Kjønnsforskjeller i 8. klasse i Norge for enkeltutsagnene i konstruktet ”Holdninger til naturfag”*

	Jenter	Gutter	St. avvik	Effektstørrelse i guttenes favør
1 Jeg kunne tenkt meg å ha mer naturfag.	2,48	2,83	1,02	0,34
2 Jeg liker å lære naturfag.	2,94	3,18	0,93	0,26
3 Jeg tror det å lære naturfag vil hjelpe meg i dagliglivet.	2,92	2,99	0,84	0,08
4 Jeg trenger naturfag for å lære andre skolefag.	2,54	2,68	0,86	0,16
5 Jeg må gjøre det bra i naturfag for å komme inn på den utdanningen jeg helst vil.	2,52	2,64	0,97	0,12
6 Jeg vil gjerne ha en jobb der jeg kan bruke naturfag.	2,15	2,34	1,00	0,19
7 Jeg må gjøre det bra i naturfag for å få den jobben jeg ønsker meg.	2,35	2,47	1,02	0,12

På samme måte som for matematikk har det interesse å sammenlikne svarene fra hvert kjønn på enkeltutsagnene som inngår i konstruktet. Resultatene er vist i tabell 7.6 Disse resultatene viser et helt annet mønster enn de tilsvarende i matematikk (tabell 7.1). I matematikk fant vi særlig store forskjeller i guttenes favør for de tre siste påstandene, som alle handler om framtidig utdanning og

yrke. I naturfag er forskjellene størst for påstandene nr. 1, 2 og 6, som alle måler det vi kan kalle indre motivasjon eller interesse for naturfaget. Kjønnforskjellene er betydelig lavere når det gjelder de andre påstandene, som måler det vi kan kalle ytre (eller instrumentell) motivasjon for faget, altså at motivasjonen er knyttet til å oppnå noe annet.

For elever i 4. klasse var det bare to utsagn om elevenes holdning til naturfag, og begge disse ble også stilt i 8. klasse. I tabell 7.7 har vi sammenliknet gjennomsnittsverdiene for svarene på hvert utsagn fra hvert kjønn i hver populasjon. Av tabellen framgår det at kjønnforskjellene på disse utsagnene er små i begge populasjonene, men det er likevel to tydelige trekk:

- Begge kjønn har en mye mer positiv holdning i 4. klasse enn i 8. klasse.
- Mens jentene er de mest positive i 4. klasse (signifikant forskjell bare for det siste utsagnet), er guttene klart mest positive i 8. klasse.

Tabell 7.7 Gjennomsnittsverdier for to utsagn om positive holdninger til naturfag

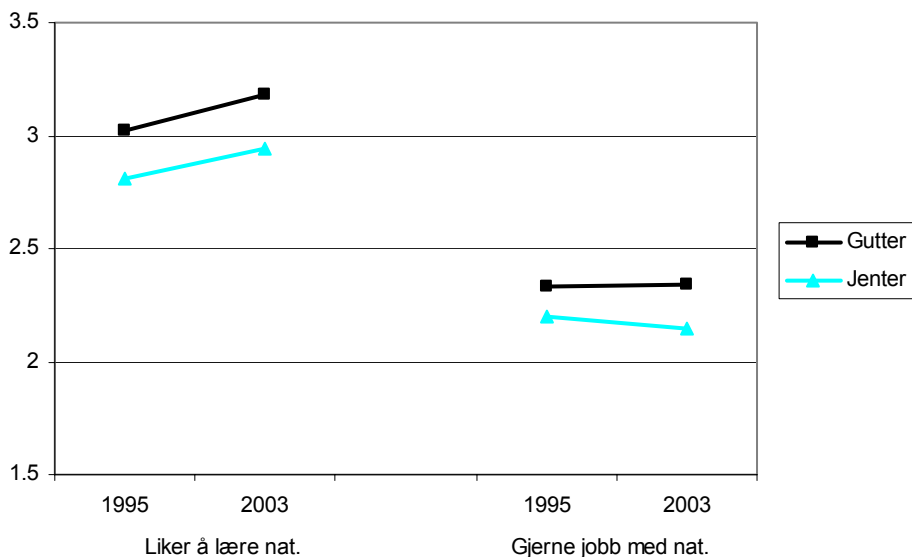
	4. klasse		8. klasse	
	Jenter	Gutter	Jenter	Gutter
<i>Jeg kunne tenkt meg å ha mer naturfag.</i>	2,99	2,98	2,48	2,83
<i>Jeg liker å lære naturfag.</i>	3,29	3,24	2,94	3,18

7.3.4 Endring i holdning til naturfag siden 1995

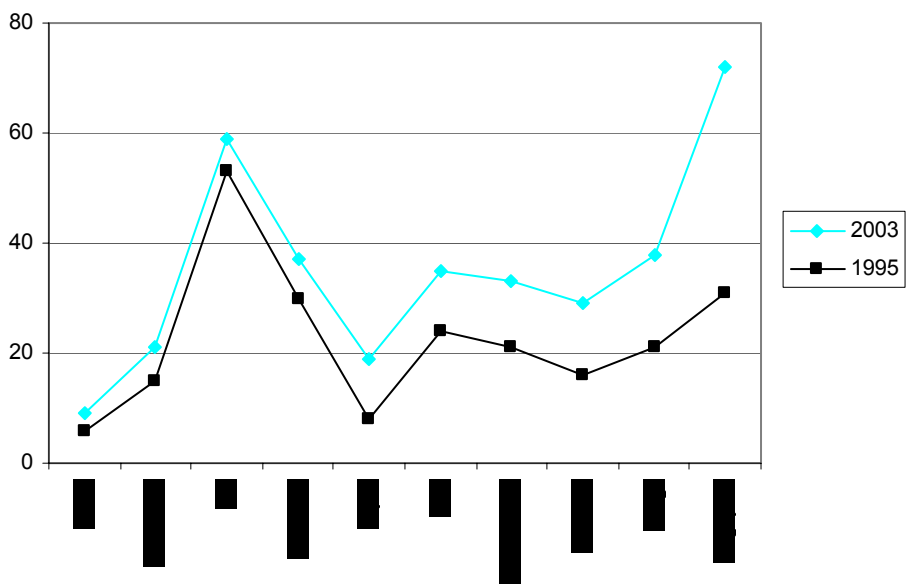
Elevene som var med i TIMSS 1995, ble også bedt om å ta stilling til utsagn som skulle belyse deres holdninger til naturfag. Vi kan sammenlikne verdiene for de enkeltutsagnene som er beholdt uendret, noe som gjøres på figur 7.9 for elever i 8. klasse. Det framgår av figuren at gjennomsnittsverdiene for den første påstanden har blitt noe høyere, men at forskjellene mellom gutter og jenter er uforandret. For den andre variabelen på figuren er verdiene for gutter tilnærmet uendret, mens jentenes gjennomsnittsverdi har sunket. Vi konstaterer at interessen for å arbeide med naturfag i framtiden har holdt seg nokså lav, mens elevene tydelig uttrykker at de liker faget bedre enn elever gjorde i 1995.

For å se hvilken utvikling det har vært i andre land når det gjelder hvor godt elevene liker naturfag, har vi på figur 7.10 vist endringer fra 1995 for de landene som har et integrert naturfag i 8. klasse. Det framgår av figuren at elevene i alle land er mer positive til naturfag i 2003 enn i 1995. Størst endring er det i Singapore, der det virkelig er en dramatisk endring i positiv retning. Deretter er det de norske elevene som har størst endring når det gjelder dette utsagnet. Isolert sett er en slik bedring i holdningen til naturfag et positivt trekk, men sett i sammenheng med elevenes faglige tilbakegang er det ikke mulig å se bort fra at lavere krav til faglige prestasjoner ofte henger sammen med at faget blir bedre likt av elevene.

Figur 7.9 Gjennomsnittsverdier i 8. klasse for norske elevers svar på "Jeg liker å lære naturfag" og "Jeg vil gjerne ha en jobb der jeg kan bruke naturfag" i 1995 og i 2003



Figur 7.10 Prosentandel av elevene i 8. klasse som var "svært enig" i påstanden "Jeg liker å lære naturfag" i TIMSS 1995 og 2003. Landene er sortert etter hvor stor endring det har vært



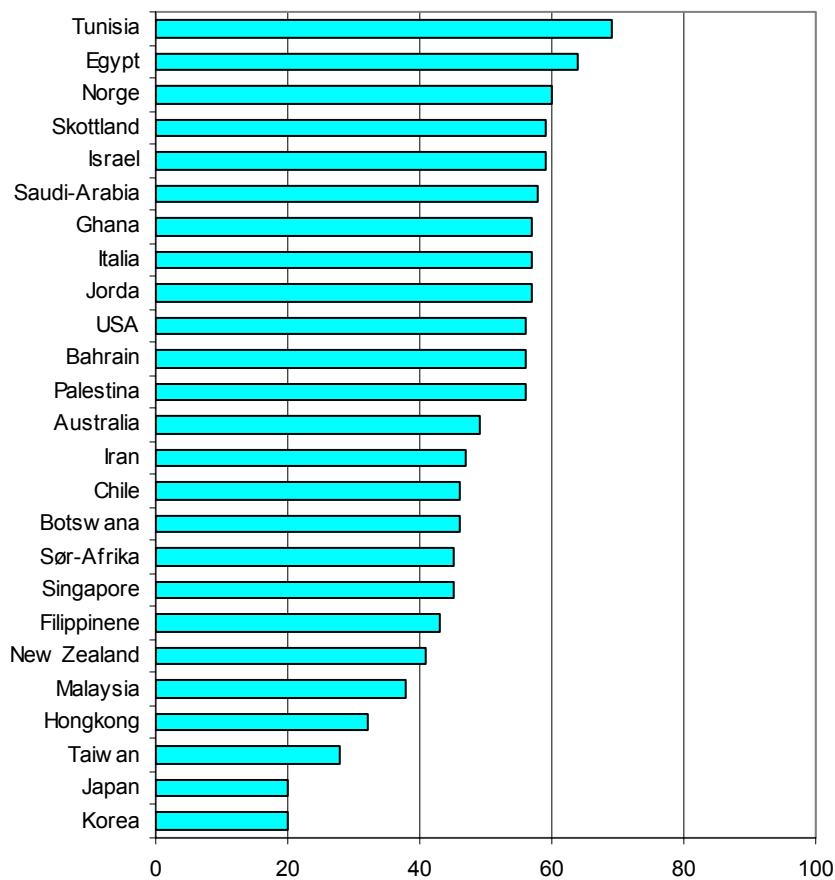
7.4 Selvoppfatning i naturfag

7.4.1 8. klasse

Elevene i 8. klasse fikk fire påstander som på litt ulik måte hadde med deres egen vurdering av dyktighet å gjøre. Elevene skulle svare fra ”Svært uenig” til ”Svært enig”, og disse svaralternativene ble tillagt verdier fra 1 for det mest negative til 4 for det mest positive. Verdiene for utsagnene 2 og 3 er ”snudd” siden disse påstandene er formulert negativt. Internasjonalt er disse fire samlet til en ny samlevariabel som vi kaller ”Selvoppfatning i naturfag”. De fire utsagnene er vist nedenfor.

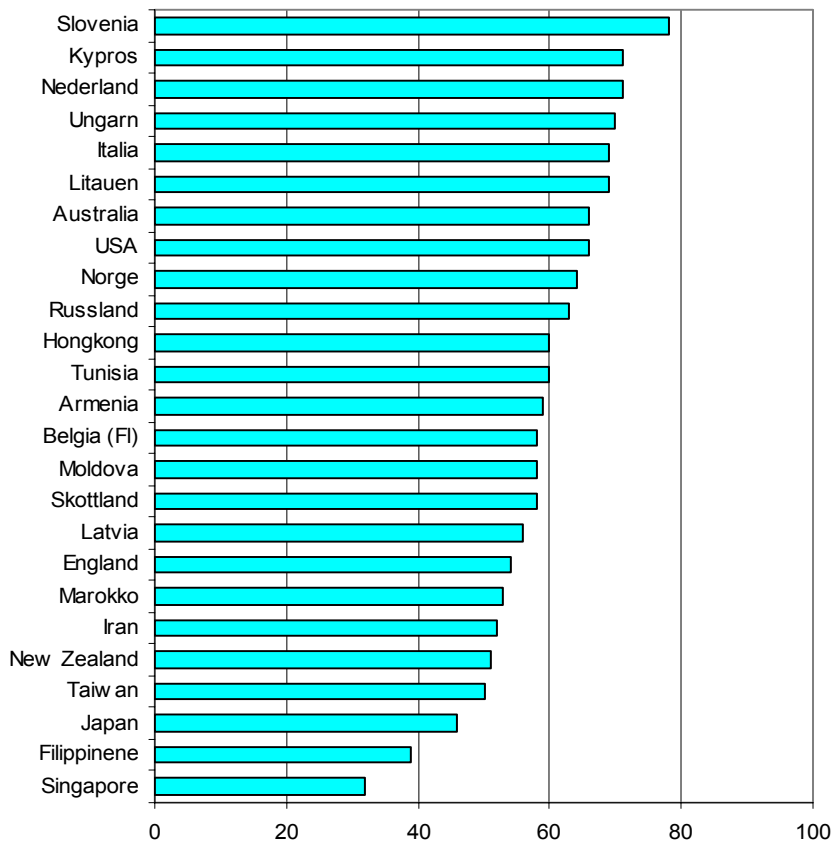
- 1 *Jeg gjør det vanligvis bra i natur- og miljøfag.*
- 2 *Natur- og miljøfag er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen.*
- 3 *Natur- og miljøfag er ikke en av mine sterke sider.*
- 4 *Jeg lærer ting fort i natur- og miljøfag.*

Figur 7.11 Prosentandelen av elever i 8. klasse som har gjennomsnitt 3 eller høyere på de fire utsagnene om selvoppfatning i naturfag



For hver elev er det så beregnet en gjennomsnittsverdi for de fire utsagnene. ”Høyt nivå” defineres som et gjennomsnitt på 3 eller høyere, ”middels nivå” avgrenses til verdiene mellom 2 og 3, og ”lavt nivå” svarer til 2 eller lavere. Figur 7.11 rangerer landene i TIMSS ut fra prosentandelen elever som har høyt nivå for dette konstruktet. Vi ser at elevene i Japan og Korea som var blant dem som skåret høyst, er av dem som rapporterer om lavest selvoppfatning i faget. Bare 20 prosent av elevene svarer ”Litt enig” eller ”Svært enig” i gjennomsnitt på de fire påstandene. Samtidig ser vi at elevene i land som Egypt og Tunisia som begge skåret langt under det internasjonale gjennomsnittet, er de som vurderer at de selv gjør det bra i faget. I Tunisia gjelder det så mange som 70 prosent av elevene. De norske elevene rapporterer også om høy selvoppfatning i naturfag, idet så mye som 60 prosent av elevene er på høyt nivå. For øvrig vil vi som for matematikk peke på at når det gjelder selvoppfatning, er det åpenbart klare kulturelle trekk i tillegg til hvilke utfordringer elevene faktisk har møtt, som påvirker hvordan landene plasserer seg på denne lista.

Fig. 7.12 Prosentandelen av elever i 4. klasse med høyt nivå av ”Selvoppfatning i naturfag”



7.4.2 4. klasse

For 4. klasse er konstruktet ”Selvoppfatning i naturfag” laget på nøyaktig tilsvarende måte som for matematikk (se avsnitt 7.2.2), og vi gjengir derfor ikke dette her. Figur 7.12 (forrige side) viser gjennomsnittsverdier for hvert land. Norske elever i 4. klasse plasserer seg litt lavere på lista enn de eldre elevene, men forskjellen er ikke stor. For øvrig legger vi igjen merke til den påfallende lave selvoppfatningen blant østasiatiske elever.

7.4.3 Kjønnforskjeller

For konstruktet ”Selvoppfatning i naturfag” i 8. klasse har vi i tabell 7.8 sammenliknet gjennomsnittsverdiene for enkeltvariablene mellom kjønnene. Det viser seg at det er store forskjeller i guttenes favør, til dels langt over det som med rimelighet svarer til forskjeller i prestasjoner i TIMSS, der det er en effektstørrelse på omtrent 0,14. Sammenlikning med tabell 7.3, tilsvarende tabell for matematikk, viser at kjønnforskjellene gjennomgående er større, og at elevene har en mye høyere selvoppfatning i naturfag.

Tabell 7.8 *Kjønnforskjeller i 8. klasse for enkeltutsagnene i konstruktet ”Selvoppfatning i naturfag”*

	Jenter	Gutter	St. avvik	Effektstørrelse
1 Jeg gjør det vanligvis bra i naturfag.	3,07	3,22	0,76	0,20
2 Naturfag er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen.*	3,21	3,25	0,87	0,05
3 Naturfag er ikke en av mine sterke sider.*	2,58	2,85	0,97	0,27
4 Jeg lærer ting fort i naturfag.	2,81	3,07	0,83	0,31

* Verdiene for disse utsagnene er ”snudd” for å kompensere for den negative formuleringen.

Også i 1995 forsøkte man å etablere mål på elevenes selvoppfatning i naturfag. Da hadde man imidlertid ikke en samlev variabel i form av et definert konstrukt, men to enkeltstående utsagn som elevene skulle forholde seg til. Disse to utsagnene var:

*Jeg gjør det som regel godt i naturfag.
Naturfag er lett.*

Det første av disse to utsagnene ligger nær formuleringen som ble benyttet i 2003. Det er derfor relevant å sammenlikne verdiene fra 1995 med verdiene i tabell 7.8. Det andre utsagnet har en del til felles med utsagn 4 i tabellen, siden begge handler om følelse av å mestre faglige utfordringer. Forskjellene i utsagnene tillater imidlertid ikke en direkte sammenlikning av gjennomsnittsverdiene. Men det er likevel meningsfullt å sammenlikne effektstørrelser for kjønnforskjellene. Tabell 7.9 viser hvordan kjønnforskjellene har endret seg fra 1995 til 2003 for begge de to aktuelle utsagnene når vi bruker effektstørrelse som målestokk. Av tabellen framgår det at det for den variabelen som best kan sammenliknes, er forskjellene mellom kjønnene blitt betydelig mindre i perioden 1995–2003.

Tabell 7.9 Effektstørrelse i guttenes favør i 1995 og 2003 for utsagn knyttet til elevenes selvopfatning i naturfag i 8. klasse

	1995	2003
Jeg gjør det som regel godt / vanligvis bra i naturfag.	0,27	0,20
Naturfag er lett / jeg lærer ting fort i naturfag.	0,31	0,31

Tabell 7.10 viser tilsvarende verdier for 4. klasse som tabell 7.8 for 8. klasse. Det framgår av tabellen at kjønnsforskjellene i selvopfatning i naturfag nærmest er ubetydelige på dette klassetrinnet.

Tabell 7.10 Kjønnsforskjeller i 4. klasse for enkeltutsagnene i konstruktet "Selvopfatning i naturfag"

	Jenter	Gutter	St. avvik	Effektstørrelse
1 Jeg gjør det vanligvis bra i naturfag.	3,08	3,10	0,77	0,03
2 Naturfag er vanskeligere for meg enn for mange av de andre i klassen.*	3,13	3,05	0,96	-0,08
3 Jeg er rett og slett ikke god i naturfag.*	3,16	3,10	0,97	-0,06
4 Jeg lærer ting fort i naturfag.	3,04	3,08	0,87	0,05

* Verdiene for disse utsagnene er "snudd" for å kompensere for den negative formuleringen.

7.5 Sammenlikning mellom holdninger til matematikk og til naturfag i 8. klasse

Vi vil nå sammenlikne holdningene til matematikk og naturfag. Som forklart tidligere er konstruktene om positiv holdning til de to realfagene satt sammen av sju litt ulike variabler. Disse kan imidlertid deles i to grupper etter som det dreier seg om indre (interessebasert) eller ytre (instrumentell) motivasjon.

Indre motivasjon:

Jeg kunne tenkt meg å ha mer matematikk/naturfag.

Jeg liker å lære matematikk/naturfag.

Jeg vil gjerne ha en jobb der jeg kan bruke matematikk/naturfag.

Ytre motivasjon:

Jeg tror det å lære matematikk/naturfag vil hjelpe meg i dagliglivet.

Jeg trenger matematikk/naturfag for å lære andre skolefag.

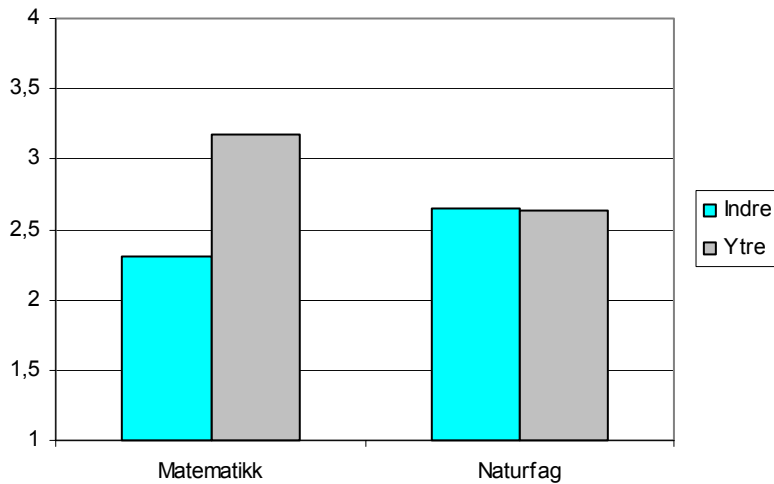
Jeg må gjøre det bra i matematikk/naturfag for å komme inn på den utdanningen jeg helst vil.

Jeg må gjøre det bra i matematikk/naturfag for å få den jobben jeg ønsker meg.

For hvert fag lager vi disse nye konstruktene ved å ta gjennomsnittsverdiene for variablene som hører med. Disse verdiene framkommer med verdier fra 1 (veldig lav motivasjon) til 4 (veldig høy motivasjon). Figur 7.13 viser gjennomsnittlige verdier for disse. Guttene viser seg å være litt mer motivert i hvert fag og for hver type motivasjon. Bildet for hvert kjønn blir imidlertid omtrent det samme, så vi har ikke framstilt dette for hvert kjønn for seg.

Som det tydelig framgår av figur 7.13, er det stor forskjell på de to fagene når det gjelder elevenes motivasjon for å lære dem. Matematikkfaget framstår med lavere indre motivasjon, men desto mer ytre motivasjon enn det naturfaget gjør. Matematikk er i større grad enn naturfag et fag som åpner dører i utdanningsamfunnet, mens faget ikke i samme grad er tiltrekkende i kraft av elevenes genuine interesse for faget.

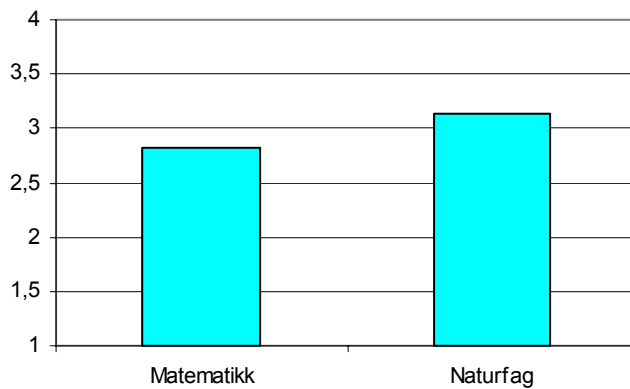
Figur 7.13 Elevenes indre og ytre motivasjon for matematikk og naturfag i 8. klasse



I 4. klasse er det ikke spørsmål om annet enn indre motivasjon, og her er det to utsagn:

*Jeg kunne tenkt meg å ha mer matematikk/naturfag.
Jeg liker å lære matematikk/naturfag.*

Figur 7.14 Elevenes indre motivasjon for matematikk og naturfag i 4. klasse



Figur 7.14 viser sammenlikningen mellom de to fagene for konstruktene som er laget som gjennomsnittet av de to variablene. Selv om disse elevene gir uttrykk for en litt mer positiv holdning totalt, er forskjellen mellom de to fagene omtrent den samme som for de eldre elevene. Naturfag framstår følgelig som litt bedre likt enn matematikk på begge alderstrinnene.

7.6 Sammenheng med faglige prestasjoner

I tabell 7.11 har vi vist hvordan faglige prestasjoner i TIMSS korrelerer med elevenes holdning til og selvoppfatning i faget, slik disse konstruktene er definert tidligere. Tabellen gir data for begge fagene og for begge populasjonene for norske elever.

Tabell 7.11 *Hvordan fagprestasjoner korrelerer med positive holdninger til og selvoppfatning i faget*

	Matematikk		Naturfag	
	4. klasse	8. klasse	4. klasse	8. klasse
Holdning	0,06	0,19	0,09	0,14
Selvoppfatning	0,32	0,56	0,21	0,37

Tabell 7.11 viser for det første at alle korrelasjonene med prestasjoner er betydelig høyere for de eldre elevene. Det henger trolig sammen med at med økte faglige krav og med karakterer som mål på prestasjoner vil elever som sliter faglig, få tydelig tilbakemelding om dette, og en naturlig reaksjon er mindre positiv holdning til faget og en mer realistisk selvoppfatning. Det er for øvrig interessant å merke seg at korrelasjonen mellom prestasjoner og selvoppfatning i matematikk var nøyaktig like stor (0,56) i PISA-undersøkelsen for 10. klasse (Kjærnsli mfl. 2004, kapittel 7).

Som beskrevet tidligere er holdningskonstruktene i 8. klasse sammensatt av det vi har kalt indre og ytre motivasjon for fagene (se underkapittel 7.5). Det viser seg at indre motivasjon korrelerer mye høyere med prestasjoner enn det ytre motivasjon gjør. I matematikk er korrelasjonskoeffisientene henholdsvis 0,26 og 0,12. Det er igjen interessant å sammenlikne den første av disse verdiene med tilsvarende verdi i PISA, som var så høy som 0,40 (Kjærnsli mfl. 2004, kapittel 7). Den mye høyere verdien for to år eldre elever tyder på at interessen påvirkes mer og mer av prestasjonene oppover i ungdomsskolen. I naturfag må vi tilbake til PISA 2000 for å finne en verdi for en slik korrelasjon, og den gangen ble den beregnet til 0,36 (Lie mfl. 2001, kapittel 11). Denne er altså nesten identisk med vår verdi.

7.7 Avslutning

I dette kapitlet har vi diskutert mange resultater om elevenes holdninger til og selvoppfatning i de to realfagene. Siden disse resultatene har vist seg svært mangfoldige, vil vi til slutt prøve å samle noen tråder. I et internasjonalt perspektiv framstår norske elever med omtrent gjennomsnittlig positive holdninger

til fagene i 4. klasse, men langt under gjennomsnittet i 8. klasse. Hvis vi ser på indre og ytre motivasjon for faget hver for seg, tegner det seg en tydelig forskjell mellom de to fagene i 8. klasse. Holdningen til matematikk er i stor grad "holdt oppe" av ytre motivasjon, idet elevene er bevisst på at faget i stor grad er nyttig og åpner dører oppover i utdanningssystemet. Elevene tilkjenner ikke en tilsvarende ytre motivasjonseffekt i naturfag, men til gjengjeld synes interessen å være betydelig høyere enn i matematikk. Det er også verdt å merke seg at forskjellen i interesse mellom de to fagene viser en sterk endring i naturfagets favør siden 1995.

Som vi har sett tidligere, går kjønnsforskjellene i prestasjoner i guttenes favør, men de er nokså små. Også når det gjelder holdninger til fagene, går kjønnsforskjellene gjennomgående i guttenes favør, men det er noen påtakelige ulikheter mellom de to fagene i 8. klasse. I matematikk er det særlig store kjønnsforskjeller knyttet til å relatere faget til senere utdanning og yrke, mens de største kjønnsforskjellene i naturfag viser seg i hvor godt de liker skolefaget.

Det andre temaet i kapitlet er elevenes selvoppfatning, og her markerer norske elever seg blant dem som ligger høyest internasjonalt. Åpenbart gir slike sammenlikninger mellom land et bilde av elevers følelse av mestring, noe som igjen henger sammen med hvor høye faglige krav de har møtt. I tillegg er det klare kulturelle trekk når det gjelder å gi uttrykk for egen kompetanse. Det er derfor ikke så merkelig at det ikke er noen signifikant sammenheng mellom landenes gjennomsnittlige selvoppfatning og deres faktiske prestasjoner. Men på nasjonalt nivå er det naturlig nok en tydelig korrelasjon mellom selvoppfatning og prestasjoner, og den er særlig høy i matematikk. Videre er denne korrelasjonen mye høyere i 8. klasse enn i 4. klasse.

Kjønnsforskjellene i selvoppfatning er ubetydelige i 4. klasse. I 8. klasse har guttene klart høyere selvoppfatning enn jentene i begge fagene. Disse forskjellene henger imidlertid dårlig sammen med de faktiske prestasjonene.

Det er et komplisert forhold mellom holdninger, selvoppfatning og prestasjoner i et fag, og det ligger en stor utfordring i å forstå hvordan hver av dem blir påvirket av de to andre. Dette ligger imidlertid utenfor våre ambisjoner her. Det framstår heller ikke et enkelt budskap ut fra de internasjonale dataene. Men de viser oss kanskje at det ikke synes å gå noen snarvei til høyere prestasjoner gjennom stor vektlegging av det som fremmer elevenes selvtillit eller positive holdning til faget. Høye faglige ambisjoner har i mange land en tendens til å ledsages av både mindre positive holdninger og lavere selvtillit.

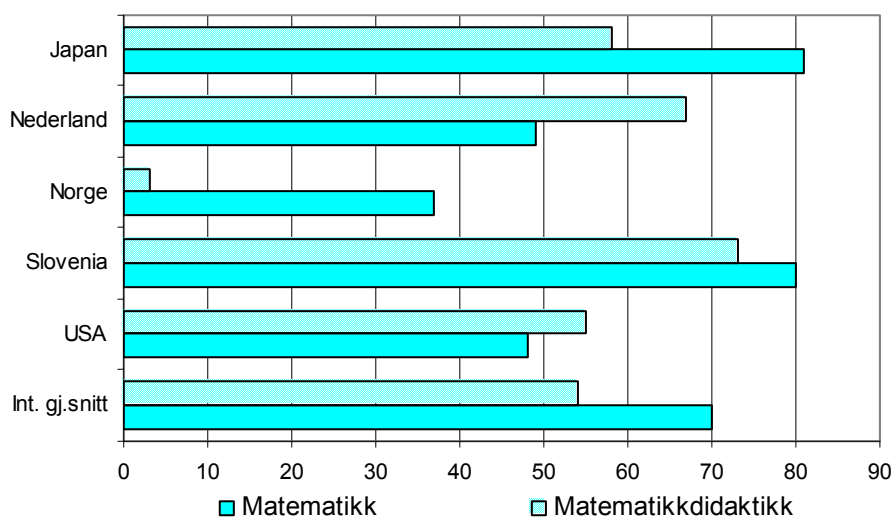
8 UNDERVISNING I MATEMATIKK

Både elevspørreskjemaene og lærerspørreskjemaene i TIMSS inneholder en rekke spørsmål om undervisning i matematikk. I dette kapitlet vil vi studere de norske dataene for disse spørsmålene i et internasjonalt perspektiv. Svarene som elever og lærere gir, vil bli brukt til å belyse det som synes å karakterisere norsk matematikkundervisning i kontrast til matematikkundervisningen i våre referanseland.

8.1 Matematikklærernes kvalifikasjoner

Matematikklærerne i 8. klasse fikk spørsmål både om høyeste utdanningsnivå og om hvorvidt de hadde fordypning i ett eller flere av områdene matematikk, matematikdidaktikk, naturfag, naturfagdidaktikk, pedagogikk eller ”annet”. I spørreskjemaet i Norge ble fordypning beskrevet som et område hvor man hadde 20 vektall eller mer. Figur 8.1 viser prosentandelen matematikklærere på 8. trinn i Norge og våre fire referanseland som oppgir at de har fordypning i matematikk eller matematikdidaktikk. Resultatene er vektet etter antallet elever i klassen som læreren underviser. Det samme gjelder for øvrig alle resultatene basert på lærerspørreskjemaet som presenteres i dette kapitlet. I kapitlet bruker vi flere steder formuleringen ”prosentandeler av lærerne”. Helt presist mener vi her ”vektet prosentandel”.

Figur 8.1 Prosentandelen matematikklærere i 8. klasse som oppgir at de har fordypning i matematikk eller matematikdidaktikk



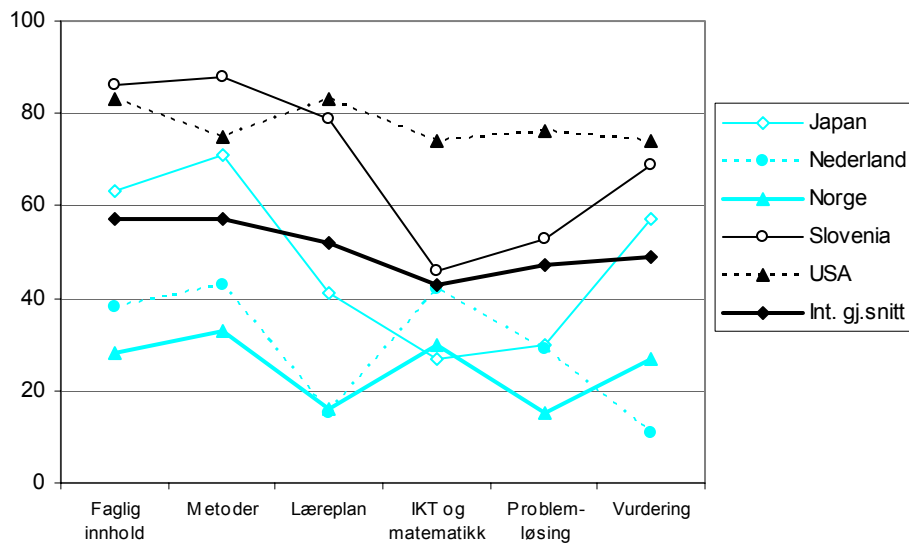
Som det framgår av figur 8.1, skiller Norge seg ut ved at få norske matematikklærere har fordypning i matematikk eller matematikdidaktikk. Dette er i overensstemmelse med resultatene fra TIMSS 1995 hvor det kom fram at det spesielt var i matematikk at norske lærere hadde en svak faglig basis (Lie mfl. 1997a). Imidlertid er ikke dette ensbetydende med at norske matematikklærere generelt har mindre utdanning enn matematikklærere i de andre landene. Det generelle utdanningsnivået for norske lærere er høyt i et internasjonalt perspektiv høyt. Det som spesielt kjennetegner de norske matematikklærerne i forhold til matematikklærerne i våre referanseland, er at de i liten grad har fordypning i matematikk. Derimot har mange av dem oppgitt at de har fordypning enten i naturfag eller i det uspesifiserte "annet". Resultatene fra TIMSS 1995 og TIMSS 2003 er i så henseende sammenfallende og entydige.

Spørsmålet om faglig fordypning ble ikke stilt til lærerne i 4. klasse, men vi vet fra tidligere undersøkelser at lærere på småskole- og mellomtrinnet generelt har en enda svakere faglig basis i matematikk.

"Når det gjelder realfagene på barnetrinnet, tyder resultatene kort og godt på at situasjonen er kritisk. Lærernes dårlige fagbakgrunn er særlig påtagelig i matematikk." (Lie mfl. 1997a, s. 153).

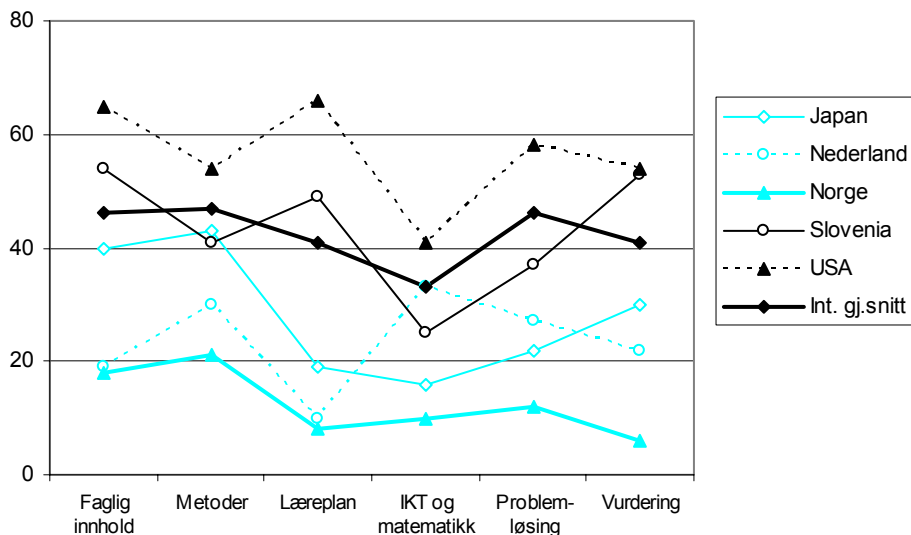
Hva så med etter- og videreutdanning som er relevant for matematikkundervisning? Figur 8.2 og figur 8.3 viser hvor mange prosent av norske matematikklærere i henholdsvis 8. og 4. klasse som har deltatt i en slik type etter- eller videreutdanning.

Figur 8.2 Prosentandelen matematikklærere i 8. klasse som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning de siste to årene



Det framgår av figur 8.2 at norske matematikklærere i 8. klasse i liten grad deltar i etter- og videreutdanning som er relevant for matematikkundervisning. Norge ligger gjennomgående lavere enn alle våre referanseland og klart under det internasjonale gjennomsnittet for alle emnene. USA og Slovenia ligger høyest av referanselandene for samtlige emner.

Figur 8.3 Prosentandelen matematikklærere i 4. klasse som oppgir at de har deltatt i etter- eller videreutdanning de siste to årene



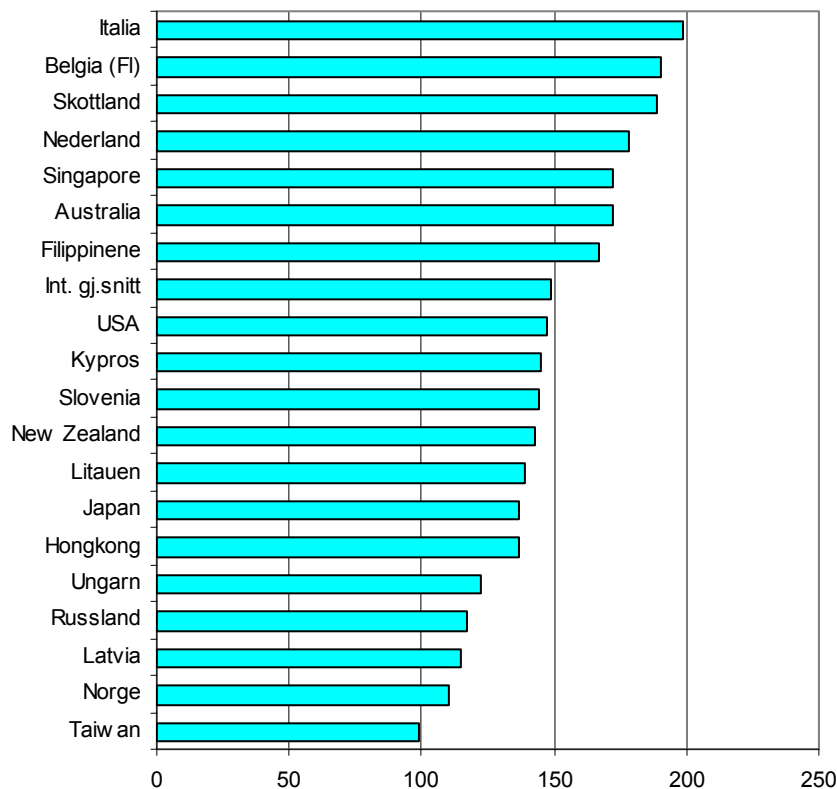
Figur 8.3 viser at bildet i 4. klasse jevnt over er det samme som for 8. klasse, men at norske lærere her ligger enda lavere. Samtidig ser vi at særlig USA, men også til dels Slovenia, utmerker seg ved å ligge høyt på de fleste emner, noe de også gjorde i 8. klasse.

Vi ser at norske lærere som underviser i matematikk, i stor grad mangler fordypning i faget. På bakgrunn av at grunnskolen har få lærere med matematisk kompetanse, er det et relevant spørsmål om ikke de lærerne som faktisk har slik kompetanse, i større grad burde brukes til å undervise i matematikk.

8.2 Tid til matematikk og vektlegging av ulike emneområder

Hvor stor andel av den totale undervisningstiden som vies til matematikk, varierer fra land til land. TIMSS-dataene viser at Norge for 8. klasse ligger omtrent på det internasjonale gjennomsnittet. Figur 8.4 viser imidlertid at vi for 4. klasse ligger klart under det internasjonale gjennomsnittet.

Figur 8.4 Antall matematikktimer per år i 4. klasse



Elevene i 8. klasse fikk spørsmål om hvor ofte de arbeidet med følgende faglige emner i matematikktimene:

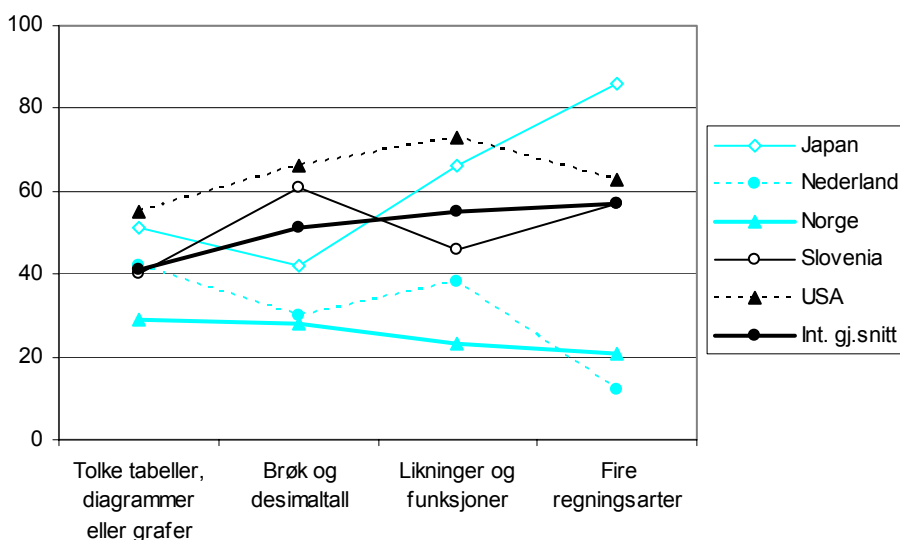
- Vi tolker tabeller, diagrammer eller grafer.
- Vi arbeider med brøker og desimaltall.
- Vi setter opp likninger og funksjoner for å uttrykke sammenhenger.
- Vi øver oss på å legge sammen, trekke fra, gange og dele tall uten å bruke lommeregner.

Elevene ble bedt om å krysse av for ett av alternativene ”Hver eller nesten hver time”, ”Omtrent halvparten av timene”, ”Noen timer” eller ”Aldri”. Det er frekvensen, ikke hvor mye tid som brukes på de ulike faglige områdene som her avdekkes. Høy frekvens kan til en viss grad tolkes som en indikasjon på hva som anses som viktig og derfor tas opp ofte.

Figur 8.5 viser prosentandelen elever i 8. klasse som svarer ”Hver eller nesten hver time” eller ”Omtrent halvparten av timene”. Det er en litt forskjellig profil som avtegner seg for de ulike landene. Mens spredningen på spørsmålet om tolking av tabeller, diagrammer og grafer er relativt liten, øker den

suksessivt for de resterende tre spørsmålene. Norge ligger under det internasjonale gjennomsnittet på alle de fire undervisningsområdene. I dette utvalget av land ligger vi faktisk aller lavest på tre av de fire spørsmålene, med Nederland som nærmeste "nabo". Det at vi ligger lavt på framstilling av sammenhenger gjennom likninger og funksjoner, samsvarer godt med at dette er et lite prioritert emneområde i læreplanen på dette klassetrinnet. At vi ligger relativt lavt også på alle de andre områdene, kan bety at vi i mindre grad enn andre land jevnlig knytter undervisningen til noen gjennomgående faglige emner. Noe overraskende er det kanskje at Norge ligger så vidt lavt på "Tolke tabeller, diagrammer eller grafer". "Behandling av data" er et målområde det legges stor vekt på i L97. Ut fra figur 8.5 ser det imidlertid ikke ut som om dette temaet er oftere framme i undervisningen i Norge enn i andre land.

Figur 8.5 *Hvor ofte det arbeides med ulike faglige emner i matematikktimene. Prosentandeler av elever i 8. klasse som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere*



Det er for øvrig verdt å legge merke til at Japan og Nederland har til dels svært ulike profiler. Særlig stor er forskjellen mellom disse landene på emnet vi har kalt "Fire regningsarter". Japanske elever, som gjentatte ganger har vist at de skårer høyt i internasjonale undersøkelser, oppgir den desidert høyeste frekvensen, mens elever fra Nederland, et annet høytstående land, oppgir den desidert laveste. Ulikheten i hyppighet når det gjelder å trene på basisferdigheter i Japan og Nederland, illustrerer hvordan det også innenfor matematikkundervisning åpenbart vil være flere veier "som leder til Rom". TIMSS Video Study dokumenterte at høytstående land i TIMSS 1995/1999 hadde til dels svært ulike

dominerende undervisningsformer, som altså alle førte til gode faglige resultater i matematikk:

”One thing is clear however: the countries that show high levels of achievement on TIMSS do not all use teaching methods that combine and emphasize features in the same way. Different methods of mathematics teaching can be associated with high scores on international achievement tests.” (Hiebert mfl. 2003, s. 149)

Tilsvarende spørsmål ble også stilt til lærerne på 8. trinn med stort sett sammenfallende resultat. Igjen var det Norge og Nederland som jevnt over lå lavest. At det er samsvar mellom de svarene elevene og lærerne gir, styrker antakelsen om at dataene gir et pålitelig bilde av hva som vektlegges i de ulike land. Vi kan derfor anta at det er riktig at undervisningen i noen land i langt mindre grad enn i andre har faglige emner som går igjen som en rød tråd og tas opp ofte. Bildet av Norge som det landet som i minst grad lar undervisningen preges av gjentakende faglige emner, kommer enda tydeligere fram fra lærerdataene.

Elevene i 4. klasse fikk spørsmål om hvor ofte de arbeidet med følgende i matematikktimene:

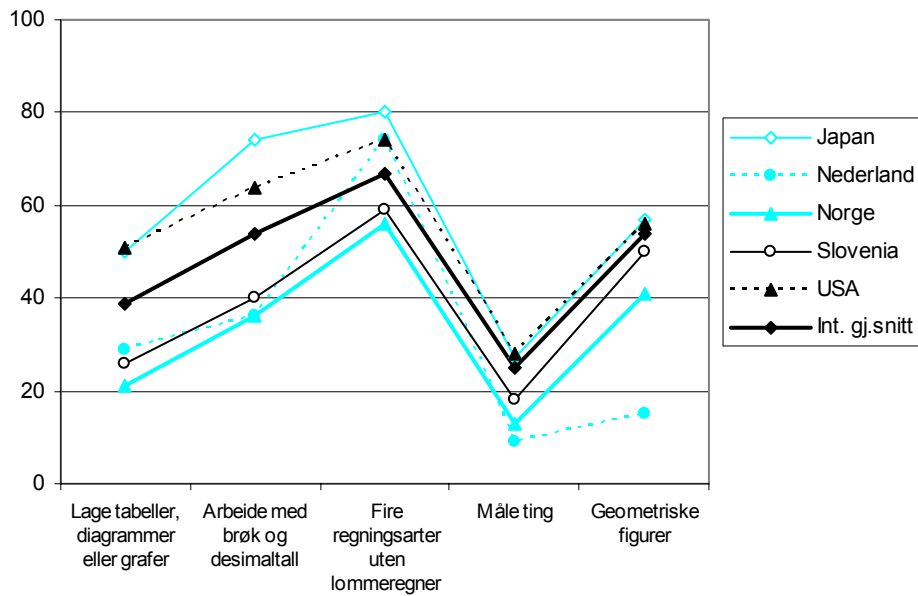
- Jeg lager tabeller, diagrammer eller grafer.
- Jeg arbeider med brøker og desimaltall.
- Jeg øver på å legge sammen, trekke fra, gange og dele tall uten å bruke lommeregner.
- Jeg måler ting i klasserommet og rundt omkring på skolen.
- Jeg lærer om figurer slik som sirkler, trekkanter og rektangler.

På samme måte som i 8. klasse skulle elevene krysse av på en skala for ett av alternativene ”Hver eller nesten hver time”, ”Omtrent halvparten av timene”, ”Noen timer” eller ”Aldri”. Også i 4. klasse tolker vi høy frekvens som en indikasjon på hva som anses som så fundamentalt at det går som en rød tråd gjennom undervisningen. Figur 8.6 viser hvor mange prosent av elevene i 4. klasse som valgte de to alternativene med høyest frekvens.

Selv om norske elever i 4. klasse i litt større grad enn i 8. klasse gir inntrykk av at noen faglige områder tas opp relativt ofte, som for eksempel arbeid med de fire regningsartene og arbeid med geometriske figurer, ligger vi også her klart under det internasjonale gjennomsnittet for alle emneområdene. Av figur 8.6 framgår det at Norge ligger lavt i forhold til våre referanseland. Den norske og slovenske profilen er i hovedsak lik, med Slovenia marginalt høyere på alle områdene.

Lærerdataene for 4. klasse gir i stor grad det samme bildet som elevdataene. Norge utmerker seg med å ligge klart under det internasjonale gjennomsnittet for samtlige emneområder. Norge ligger også lavt sammenliknet med våre referanseland. ”Fire regningsarter uten lommeregner” er ikke overraskende det emneområdet hvor lærerne gjennomgående oppgir høyest frekvens. 70 % av norske lærere svarer at deres elever gjør dette i minst halvparten av matematikktimene.

Figur 8.6 Hvor ofte det arbeides med ulike faglige emner i matematikktimene. Prosentandeler av elever i 4. klasse som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere



For så vel 8. klasse som 4. klasse er hovedinntrykket at Norge generelt ligger lavt når det gjelder hvor ofte faglige emner tas opp i undervisningen. Bare det å arbeide med de fire regningsartene uten lommeregner i 4. klasse framstår som et emneområde som synes å bli tatt opp så ofte at vi kan snakke om at det går som en rød tråd gjennom undervisningen.

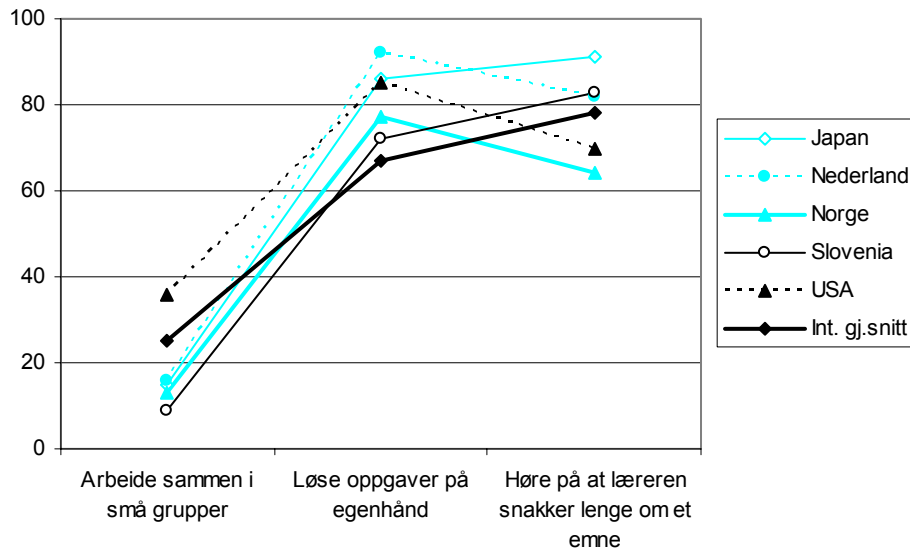
8.3 Organisering og arbeidsmåter i matematikkundervisningen

Elevene i 8. klasse skulle ta stilling til følgende utsagn om arbeidsmåter i matematikk:

- Vi arbeider i små grupper.
- Vi løser oppgaver på egen hånd.
- Vi hører på at læreren snakker lenge om et emne.

Også her skulle elevene angi hyppighet langs den samme skalaen som for spørsmålene om hvor ofte noen faglige aktiviteter ble tatt opp i undervisningen (se underkapittel 8.2).

Figur 8.7: *Hvordan organiseres undervisningen i matematikk? Prosentandeler av elever i 8. klasse som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere*



Vi ser av figur 8.7 at profilene er relativt like i den forstand at gruppearbeid er det som forekommer minst hyppig i alle de fem landene. USA skiller seg ut ved at gruppearbeid blir langt oftere benyttet enn i de andre landene. Størst spredning er det for "Høre på at læreren snakker lenge om et emne". Japan ligger høyest med over 90 prosent og Norge lavest med i overkant av 60 prosent. I Norge er det at elevene selv løser oppgaver, den desidert hyppigst forekommende organiseringsformen. Dette stemmer godt overens med et av de funn som er gjort i evalueringsforskningen knyttet til L97. Her fant man at en relativt stor del av elevenes arbeid i klasserommet brukes til individuell oppgaveløsning:

"Undervisningen foregår fremdeles for det meste ved at læreren starter timen med en introduksjon hvor lekser gjennomgås og nytt lærestoff presenteres. Denne presentasjonen munner som regel ut i en forklaring på hvordan en bestemt type oppgaver skal løses. Deretter arbeider elevene individuelt med å løse slike oppgaver i bøkene." (Alseth mfl. 2003, s. 115).

I Klette (2003) heter det:

Dersom vi legger punktobservasjonene til grunn – adferdsregistreringene av hva lærere og elever gjør – framkommer det ikke markante forskjeller på tvers av trinn (...) Elevene bruker med andre ord relativt mye tid på å arbeide med, og løse oppgaver enkeltvis." (s. 55, 57)

Det framgår av figur 8.7 at det å løse oppgaver på egen hånd er en mye brukt aktivitet i samtlige land, ikke bare i Norge. Elever i begge de høytstående referanselandene Japan og Nederland angir for eksempel relativt høy hyppighet både på individuelt arbeid og på å høre lenge på læreren, mens de ligger lavt på gruppearbeid.

Lærerne fikk ikke identiske spørsmål om organisering av undervisningen, men de har svart på ett spørsmål om hvor ofte de organiserer elevene i små grupper. I tabell 8.1 har vi sammenliknet elevenes og lærernes svar på dette spørsmålet.

Tabell 8.1 *Prosentandeler av elever og lærere som oppgir at elevene er organisert i små grupper omtrent halvparten av timene eller oftere*

	Arbeide sammen i små grupper		
	Elev	Lærer	Differanse (lærer-elev)
Japan	15	10	-5
Nederland	16	27	11
Norge	13	41	28
Slovenia	9	9	0
USA	36	49	13
Int. gj.snitt	25	27	2

Vi ser av tabell 8.1 at lærerne i USA er de som oppgir at de oftest organiserer elevene i grupper i minst halvparten av timene. Norge utmerker seg for øvrig som det landet med størst sprik mellom lærer- og elevsvar. Hva dette kan komme av, er det vanskelig å ha noen sikker formening om. En forklaring kan selvfølgelig være at man har en noe ulik oppfatning av hva gruppearbeid er. Består gruppearbeid i det å arbeide ved siden av hverandre, eller er det å arbeide sammen? Som observert av Klette (2003) er dette faktisk et svært relevant spørsmål:

”Hvordan elevene satt (klasseromsorganisering) og bruk av individuelle- versus gruppeaktiviteter synes videre å være relativt svakt sammenkoblet. Vi observerte ikke sjelden hyppig bruk av individuelt arbeid selv om elevene satt i grupper” (s. 58).

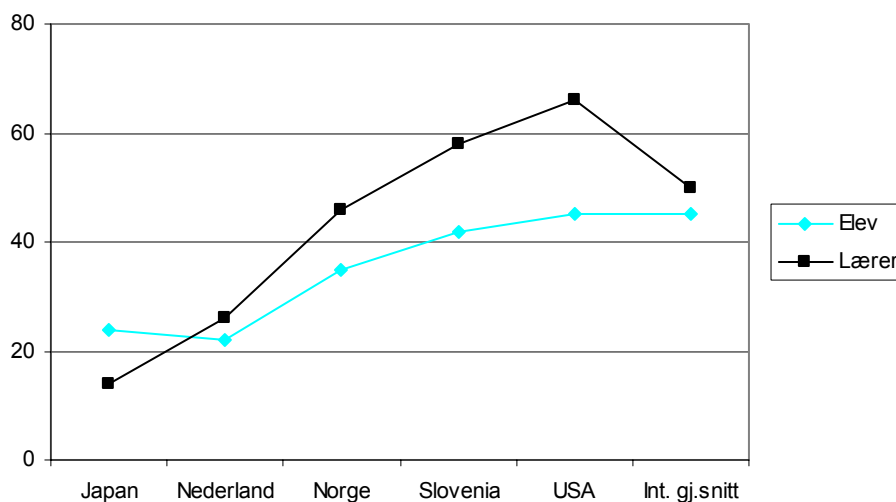
I den pedagogiske og fagdidaktiske debatten de senere år, både internasjonalt og nasjonalt, har ”gruppearbeid” utvilsomt vært et honnørord og blitt kontrastert mot tradisjonell kateterundervisning, som til gjengjeld har fått mye kritikk. Uten at vi skal gå nærmere inn på denne debatten her, er det grunn til å tro at de positive konnotasjonene gruppearbeid er forbundet med, trolig er bedre kjent blant lærere enn blant elever. Muligens overrapporterer derfor lærerne bruken av gruppearbeid noe i forhold til elevene.

8.4 Matematikk knyttet til dagliglivet

”Matematikk i dagliglivet” er det første målområdet i L97. Det er ikke i tradisjonell forstand et faglig emne, men gir matematikkfaget ”en sosial eller kulturell forankring og skal særlig ivareta det brukerorienterte aspektet” (L97, s. 156). Matematikkfaget i skolen knyttes altså i L97 særlig til hva elevene trenger for å løse problemer i samfunnsliv og dagligliv. Dette er et perspektiv på faget som er blitt framhevet i langt sterkere grad de siste tiårene enn tidligere, og som kommer til uttrykk i læreplaner i mange land, ikke minst de nordiske. Likeledes er dette aspektet ved faget framtreddende i rammeverkene til enkelte av de store internasjonale komparative studiene i realfag, kanskje i særlig grad i PISA (se Kjærnsli mfl. 2004).

Både elever og lærere ble i spørreskjemaet i TIMSS bedt om å svare på hvor ofte det som blir tatt opp i matematikktimene, knyttes til dagliglivet. Figur 8.8 viser hva elever og lærere svarte på dette spørsmålet i Norge og i referanse-landene.

Figur 8.8 *Hvor vanlig det er å knytte det som læres i matematikk til dagliglivet. Prosentandeler av elever og lærere i 8. klasse som svarer omtrent halvparten av timene eller oftere*



Vi ser av figur 8.8 at lærerne oppgir en høyere frekvens enn elevene i alle landene, unntatt Japan. Det er de to høyest skårende referanselandene Japan og Nederland som ligger lavest, så vel for lærere som for elever. På tross av at det å knytte matematikk til dagliglivet ifølge L97 skal være et gjennomgående perspektiv i matematikkundervisningen i Norge, ligger Norge under det internasjonale gjennomsnittet for både lærere og elever. Størst forskjell mellom lærere og elever er det i USA. USA ligger også til å være det landet hvor det å knytte matematikk til dagliglivet forekommer oftest. Det er det eneste av våre

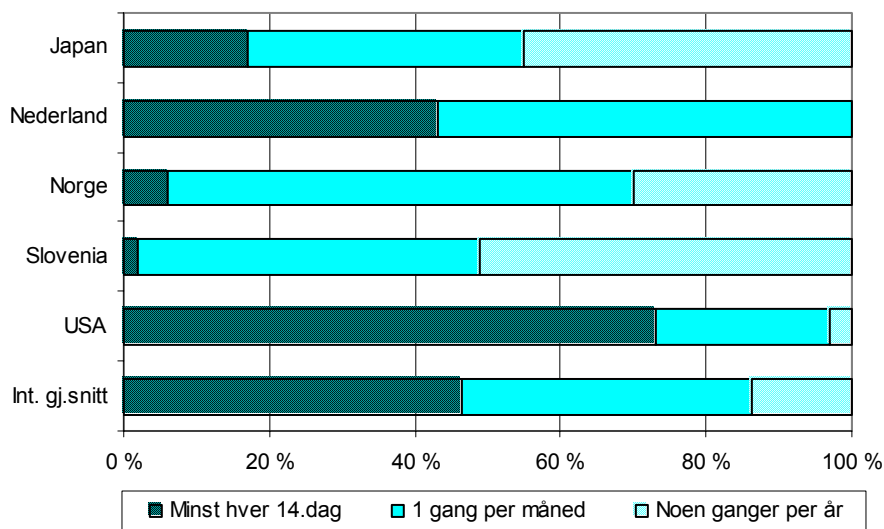
referanseland som ligger over det internasjonale gjennomsnittet for så vel elever som lærere.

8.5 Prøver i matematikk

Lærerne i populasjon 2 fikk spørsmål om hvor ofte de vanligvis gir elevene prøver i matematikk. Resultatene er presentert på figur 8.9. Tilsvarende spørsmål ble ikke stilt i populasjon 1.

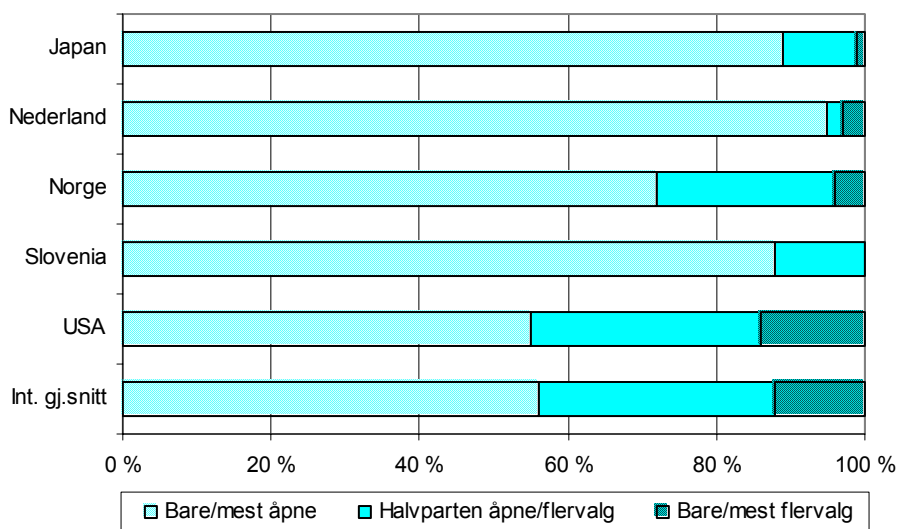
Figur 8.9 viser at i Norge er matematikkprøver mindre vanlig enn gjennomsnittlig internasjonalt. USA har den desidert hyppigste prøvfrekvensen, mens matematikkprøver forekommer mest sjelden i Slovenia.

Figur 8.9 *Hyppighet av prøver i matematikk i 8. klasse. Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier*



Lærerne i populasjon 2 fikk også spørsmål om hvilket format oppgavene på prøver i matematikk vanligvis har. Av figur 8.10 framgår det at åpne oppgaver er klart mest brukt i alle de fem landene. Denne typen oppgaver er vanligere i Norge enn gjennomsnittlig internasjonalt. I Nederland, Japan og Slovenia er det nærmest utelukkende åpne oppgaver som benyttes. USA er det av referanselandene som benytter mest flervalgsoppgaver. Prosenten av norske lærere som svarer at de bruker halvparten hver av åpne oppgaver og flervalgsoppgaver, er litt under det internasjonale gjennomsnittet. Norge skiller seg likevel ikke spesielt fra bildet internasjonalt, slik tilfellet er i naturfag (se kapittel 9).

Figur 8.10 Oppgaveformater i matematikkprøver for 8. klasse. Prosentandeler lærere som svarer i ulike kategorier

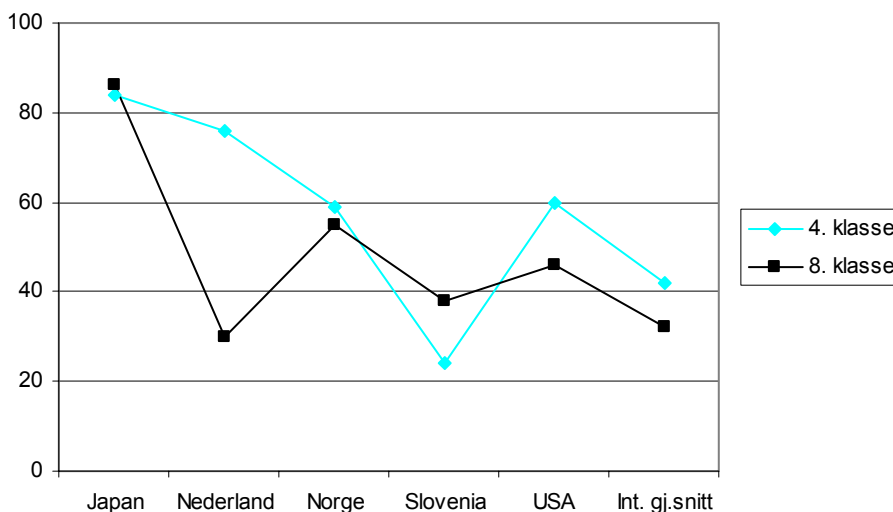


8.6 Datamaskiner i matematikktimene

Hvor god tilgang er det på datamaskiner til matematikkundervisningen? Dette belyser man i TIMSS gjennom spørsmål til lærerne. Figur 8.11 viser at Japan utmerker seg ved at bortimot ni av ti lærere rapporterer at de har tilgang til datamaskiner i matematikkundervisningen. Dette gjelder så vel i populasjon 1 som i populasjon 2. Norge ligger på nivå med USA i populasjon 2, men noe høyere enn USA for populasjon 1. Vi ligger godt over internasjonalt gjennomsnitt i begge populasjoner, men her bør vi selvsagt ta i betraktning at en god del land med relativt lav HDI (Human Development Index, UNDP 2004) er med i TIMSS. Datatilgjengeligheten i disse landene vil forståelig nok være lav og trekke det internasjonale gjennomsnittet ned.

I tillegg ble matematikklærerne bedt om å svare på hvor mye og til hvilket formål de benyttet datamaskiner i undervisningen. I Norge viser det seg at datamaskiner blir benyttet lite i matematikkundervisningen både i 4. klasse og i 8. klasse. Blant våre referanseland skiller Nederland seg ut ved at datamaskiner blir svært mye brukt i matematikkundervisningen i 4. klasse. Datamaskiner benyttes der særlig til å trene på ferdigheter og framgangsmåter, men også til å oppdage matematiske prinsipper og begreper.

Figur 8.11 Prosentandeler av lærerne i 4. og 8. klasse som rapporterer at datamaskiner er tilgjengelig for bruk i matematikktimene

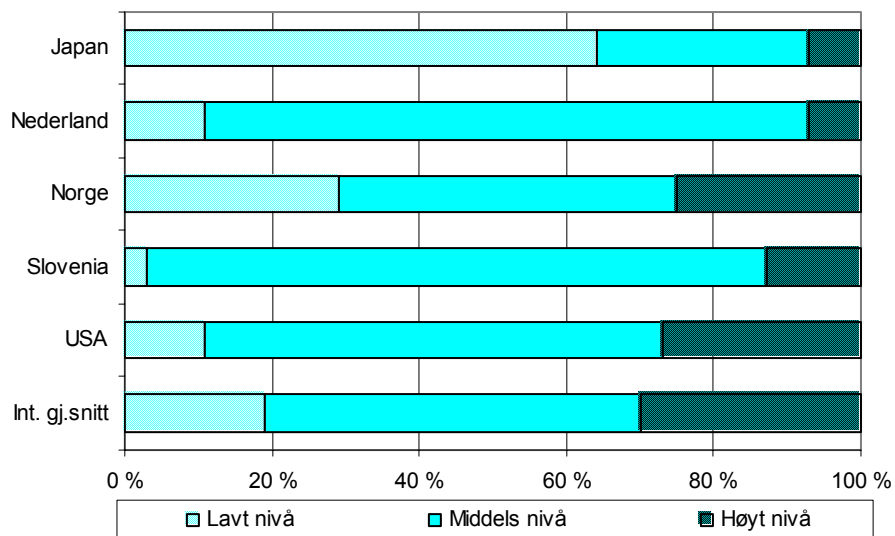


8.7 Lekser i matematikk

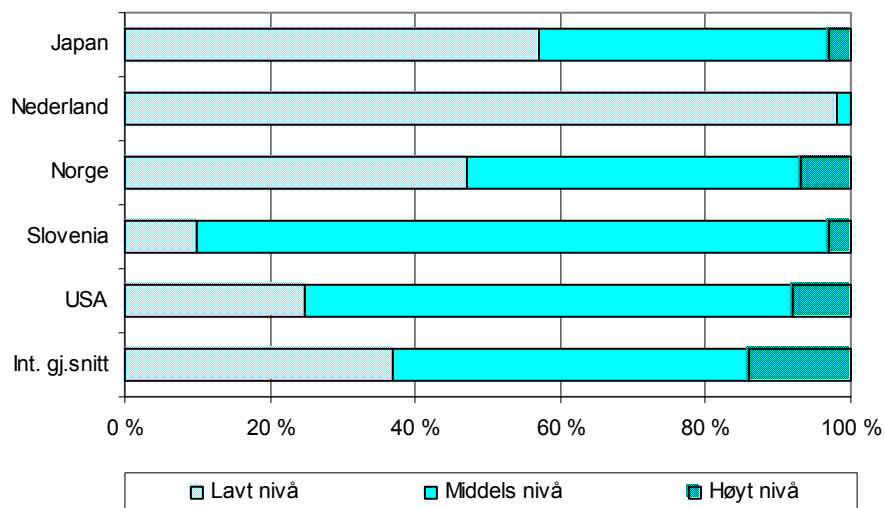
Man har i TIMSS undersøkt hvor stor vekt det legges på lekser i de ulike land, og hvordan leksene følges opp av lærerne. Selve begrepet ”lekser” er ikke helt uproblematisk, ettersom det kan ha noe ulikt innhold fra land til land. Dette kan illustreres ved at den utstrakte bruken av arbeidsplaner i mange land, for eksempel Norge, gjør at skillet mellom ”skolearbeid” og ”hjemmelekser” til en viss grad viskes ut. Disse begrepene vil derfor ikke lenger være like treffende for den virksomheten som foregår. Resultatene som presenteres, bør derfor til en viss grad vurderes i lys av dette.

I TIMSS har man beregnet en indeks basert på to spørsmål i lærerspørreskjemaet om hvor ofte lærerne vanligvis gir lekser, og om hvor omfattende lekser som blir gitt. Et høyt nivå indikerer at det blir gitt mer enn 30 minutter med hjemmelekser omtrent halvparten av timene eller mer. Et lavt nivå indikerer at lekser ikke blir gitt, eller at det gis mindre enn 30 minutter med hjemmelekser omtrent halvparten av timene eller mindre. Et middels nivå indikerer alle andre mulige kombinasjoner av svar. Resultater for Norge og referanselandene er gitt på figur 8.12. Vi ser at Japan skiller seg ut som det referanselandet hvor dataene tyder på at det blir gitt desidert minst lekser i matematikk. Norges profil ligger relativt nær internasjonalt gjennomsnitt.

Figur 8.12 Vektlegging av lekser i matematikk i 8. klasse. Prosentandeler av lærere som svarer i ulike kategorier



Figur 8.13 Vektlegging av lekser i matematikk i 4. klasse. Prosentandeler av lærere som svarer i ulike kategorier



Generelt kan vi ut fra det internasjonale gjennomsnittet på figur 8.13 slutte at det overveiende blir gitt mindre lekser i populasjon 1 enn i populasjon 2. Også for 4. klasse ligger den norske profilen relativt tett opp til internasjonalt gjen-

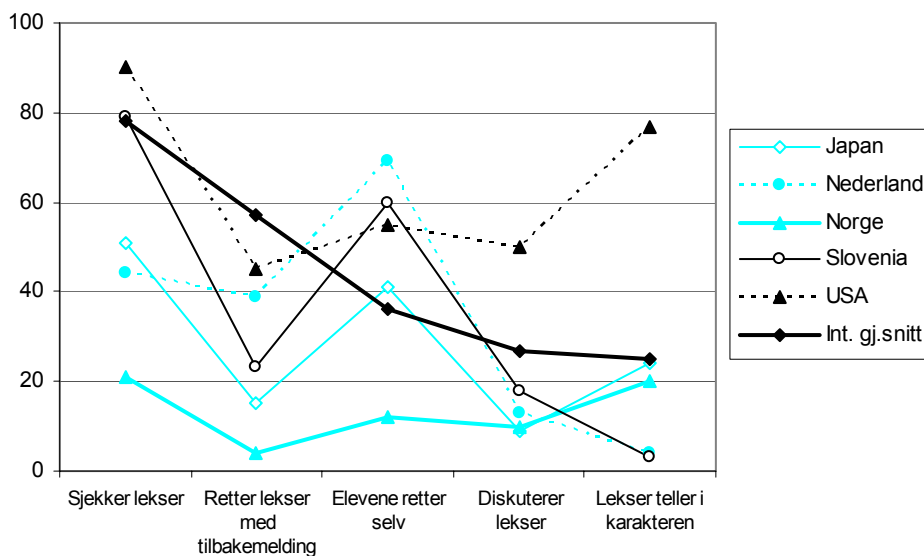
nomsnitt. Av våre referanseland skiller Nederland seg klart ut ved at det blir gitt svært lite lekser på dette klassesertrinnet.

Vi har nå sett på hvor stor vekt som legges på lekser i matematikk i 4. og 8. klasse. Men hvordan anvendes leksene i undervisningen? Hvordan følges de opp? Resultatene på figur 8.14 viser hvordan leksene i matematikk anvendes av lærerne. Følgende spørsmål ble bare stilt til lærerne i populasjon 2: Hvor ofte gjør du følgende med leksene du gir i matematikk?

- Sjekker om leksene er gjort
- Retter leksene og gir tilbakemelding til elevene
- Lar elevene selv rette leksene i timen
- Bruker leksene som utgangspunkt for diskusjon i klassen
- Lar leksearbeidet telle ved karaktersetting

Norge ligger gjennomgående betydelig under det internasjonale gjennomsnittet, og spesielt langt under gjennomsnittet for det å ”sjekke lekser” og ”rette lekser med tilbakemelding”. Gjennomgående later lærere i USA til å følge opp leksene mest aktivt.

Figur 8.14 Anvendelser av lekser i matematikk. Andeler av lærerne i 8. klasse som oppgir at aktiviteten foregår omtrent halvparten av timene eller oftere



8.8 Forstyrrende elevfaktorer i matematikkundervisningen

Tabell 8.2 viser åttendeklasselærernes svar på tre spørsmål om i hvor stor grad noen elevfaktorer virker forstyrrende på matematikkundervisningen i TIMSS-klassen. Lærerne fikk oppgitt svaralternativene ”Ingenting”, ”Lite”, ”Noe” og ”Mye”. Tabellen viser andelen av lærerne i Norge og i referanselandene som svarer ”Noe” eller ”Mye”. I denne tabellen har vi valgt også å presentere resultatene for Sverige. I Norge oppgir 63 prosent av lærerne at undervisningen begrenses mye eller noe av uinteresserte elever. Godt over halvparten av lærerne oppgir dessuten at undervisningen begrenses mye eller noe av lav arbeidsmoral blant elevene og av at elevene forstyrrer undervisningen. Norge er blant de landene i tabellen hvor problemene synes størst. Norge og Slovenia er de to landene som markerer seg mest negativt. Forskjellen mellom Norge og land som Japan og Nederland er slående. Også situasjonen i vårt naboland Sverige synes betydelig mer positiv. Resultatene stemmer godt overens med tilsvarende funn fra både PISA 2000 og PISA 2003. Også i disse studiene framstår norske elever med relativt lav innsats i skolearbeidet, og arbeidsmiljøet i norske klasserom framstår som svært problematisk. Disse resultatene var basert på spørsmål til elever og rektorer, mens lærerne ikke ble spurt i PISA. Det er derfor spesielt interessant å registrere at også svarene fra lærerne i TIMSS gir et tilsvarende bilde.

Tabell 8.2 *I hvilken grad legger etter din mening følgende faktorer begrensninger på hvordan du underviser i matematikk i TIMSS-klassen? Prosentandeler av lærerne som svarer ”Mye” eller ”Noe” i 8. klasse*

	Uinteresserte elever	Lav arbeidsmoral blant elevene	Elever som forstyrrer undervisningen
Japan	28 %	22 %	8 %
Nederland	18 %	12 %	14 %
Norge	63 %	58 %	54 %
Slovenia	57 %	52 %	62 %
Sverige	38 %	25 %	28 %
USA	48 %	33 %	37 %

8.9 Avslutning

I dette kapitlet har vi presentert resultater fra elev- og lærerspørreskjemaene i TIMSS relatert til matematikkundervisning. Vi har særlig vært interessert i å drøfte en del karakteristiske trekk ved norsk matematikkundervisning i 4. og 8. klasse i et internasjonalt perspektiv. Resultatene kan punktvis oppsummeres slik:

- Norske matematikklærere har et generelt høyt utdanningsnivå, men svak matematikkfaglig utdanning. Norske matematikklærere deltar også i på-

fallende liten grad i etter- eller videreutdanning som er relevant for matematikkundervisning.

- I mindre grad enn i våre referanseland preges norsk matematikkundervisning av at noen faglige temaer tas opp ofte.
- Matematikk i Norge knyttes i noe mindre grad til dagliglivet enn det som er vanlig internasjonalt.
- Matematikkundervisningen i Norge er preget av at elevene i stor grad arbeider på egen hånd med oppgaver, og av at norske elever i mindre grad enn i referanselandene hører lenge på at læreren snakker om et emne.
- I Norge har man god tilgang på datamaskiner i matematikk, men de blir lite brukt.
- Norge skiller seg ikke ut når det gjelder å gi lekser til elevene, men lekserne følges i liten grad opp av lærerne.

9 UNDERVISNING I NATURFAG

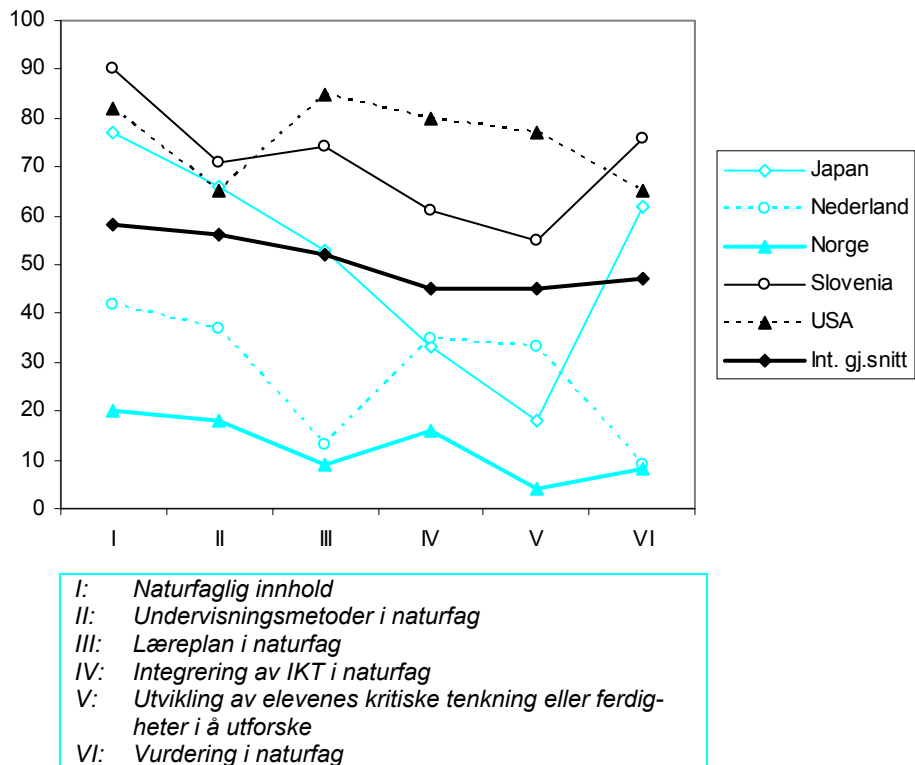
Hvilke karakteristiske trekk ved norsk naturfagundervisning framstår når vi sammenlikner med andre land? Både elevspørreskjemaene og lærerspørreskjemaene i TIMSS inneholder en rekke spørsmål om undervisning i naturfag. I dette kapitlet vil vi studere de norske dataene for disse spørsmålene i et internasjonalt perspektiv. Også her vil vi primært sammenlikne de norske resultatene med tilsvarende resultater for de fire referanselandene Japan, Nederland, Slovenia og USA. Kapitlet vil presentere resultater fra begge populasjoner og se disse i sammenheng. Det er grunn til å anta at lærernes kvalifikasjoner vil ha stor betydning for kvaliteten på undervisningen i naturfag. Kapitlet vil derfor bli innledet med en analyse av naturfaglærernes kvalifikasjoner.

9.1 Naturfaglærernes kvalifikasjoner

I TIMSS ble naturfaglærerne spurt om hva deres høyeste utdanningsnivå er. I et internasjonalt perspektiv framstår norske lærere som underviser i naturfag i 8. klasse, med et høyt generelt utdanningsnivå. Når det derimot gjelder spesifikk utdanning i naturfagene, ligger de norske lærerne langt under gjennomsnittet internasjonalt. Det samme gjelder for utdanning i naturfagdidaktikk. Norge har færrest lærere med fordypning i geofag og fysikk, mens flest har fordypning i biologi. Men også for biologi er utdanningsnivået betydelig lavere enn det som er vanlig internasjonalt. Vi ser med andre ord at også på 8. klassesnivå er klas-selærersystemet relativt vanlig i Norge sammenliknet med i andre land.

Hva så med videreutdanning som er relevant for naturfagundervisning? Figur 9.1 viser andeler av åttendeklasselærerne i Norge og i referanselandene som har deltatt i ulike typer etterutdanning eller videreutdanning i løpet av de siste to årene. Resultatene er vektet etter antallet elever i klassen som læreren underviser. Det samme gjelder for øvrig alle resultater som er basert på lærerspørreskjemaet som presenteres i dette kapitlet. I kapitlet bruker vi flere steder formuleringen ”prosentandeler av lærerne”. Helt presist mener vi her ”vektet prosentandel”. Resultatene på figur 9.1 viser at Norge ligger gjennomgående lavest av alle referanselandene og langt lavere enn det internasjonale gjennomsnittet for alle emnene. Kontrasten til USA og Slovenia er påfallende.

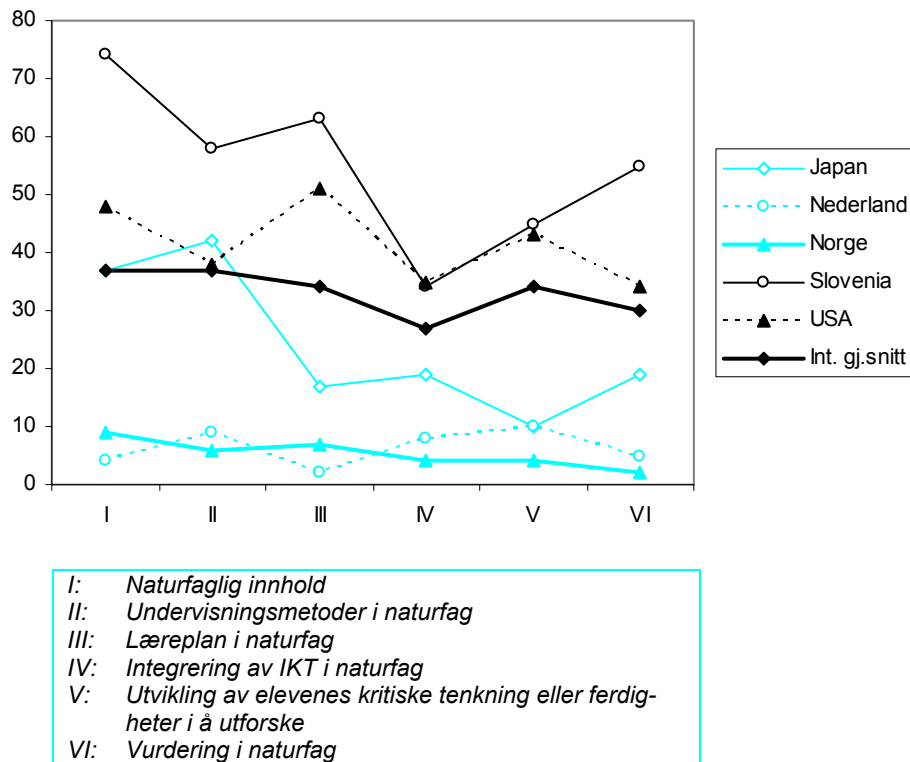
Figur 9.1 Prosentandeler av åttendeklasselærerne som har deltatt i ulike typer etterutdanning eller videreutdanning i løpet av de siste to årene



Også norske fjerdeklasselærere som underviser i naturfag, framstår med et relativt høyt generelt utdanningsnivå i et internasjonalt perspektiv. Norge har imidlertid så godt som ingen lærere på dette trinnet med hovedfag eller mastergrad, mens gjennomsnittlig internasjonalt har 13 prosent av lærerne utdanning på dette nivået. Figur 9.2 viser andeler av norske fjerdeklasselærere som har deltatt i etterutdanning eller videreutdanning i ulike temaer i løpet av de siste to årene. Resultatene viser at Norge, som for åttendeklasselærerne, ligger påfallende lavt i et internasjonalt perspektiv. Det bør nevnes at også Nederland ligger svært lavt her. Kontrasten til USA og Slovenia er igjen påfallende, som for åttendeklasselærerne.

Det er interessant å se resultatene om etterutdanning og videreutdanning i TIMSS i lys av funn fra evalueringen av Reform 97. Her ble det påvist at så mye som 76 prosent av lærerne på 7. klasstrinn ønsker etterutdanning eller videreutdanning i faget (Almendingen mfl. 2003).

Figur 9.2 Prosentandeler av fjerdeklasselærerne som har deltatt i ulike typer etterutdanning eller videreutdanning i løpet av de siste to årene

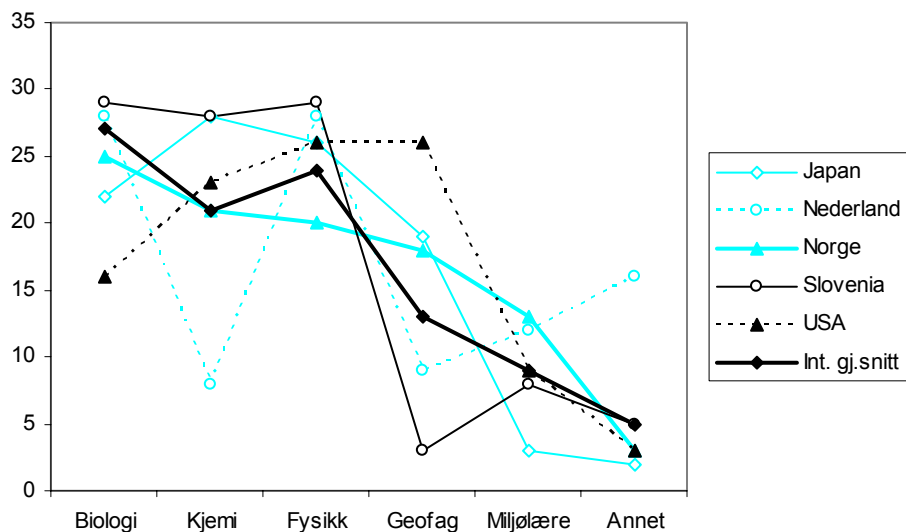


9.2 Tid til naturfag og ulike fagområder

Hvor stor andel av den totale undervisningstiden som vies til naturfag, varierer fra land til land. På 8. klassetrinn viser TIMSS-dataene at Norge har en omtrent gjennomsnittlig andel i et internasjonalt perspektiv med 11 prosent. Blant referanselandene har Japan en andel på 9 prosent, mens USA har 13 prosent. På 4. klassetrinn ligger Norge litt lavere enn det internasjonale gjennomsnittet med 4 prosent. Gjennomsnittet er 7 prosent. I USA og Japan anvendes ifølge TIMSS-dataene 8 prosent av undervisningstiden på dette trinnet til naturfag.

Hvor stor andel av undervisningstiden i naturfag anvendes til ulike faglige områder i hvert enkelt land? Naturfaglærerne i begge populasjoner ble spurt om hvor stor prosentandel av undervisningstiden de omtrentlig bruker på hvert av fem faglige områder. Figur 9.3 sammenlikner resultatene for Norge og de fire referanselandene i populasjon 2.

Figur 9.3 Prosentandeler av undervisningstiden i naturfag brukt til hvert fagområde i 8. klasse, ifølge lærerne. Gjennomsnittsverdier for hvert land

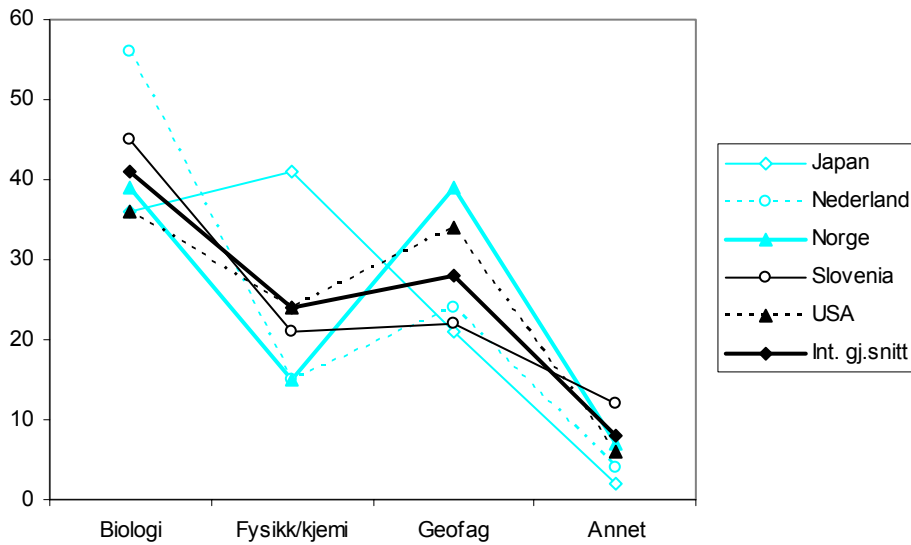


Resultatene på figur 9.3 indikerer at det i Norge relativt sett undervises mindre i fysikk enn i de andre landene. Kjemi har omtrent samme vekt som gjennomsnittet internasjonalt, mens biologi vektlegges noe mindre enn gjennomsnittlig. På den andre siden vektlegges geofag og miljølære mer i Norge enn gjennomsnittet internasjonalt. Blant referanselandene utmerker Nederland seg med lav vektlegging av kjemi og Slovenia tilsvarende når det gjelder geofag. USA på sin side framstår med særlig stor relativ vektlegging av geofag.

Figur 9.4 viser prosentandelen av undervisningstiden brukt til hvert fagområde i populasjon 1. Vi ser at i Norge er fysikk/kjemi minst vektlagt, og Norge ligger under det internasjonale gjennomsnittet for disse fagområdene. Biologi og geofag har om lag 40 prosent av undervisningstiden hver. For biologi er dette omtrent som gjennomsnittet internasjonalt, mens det er en høyere andel enn gjennomsnittet for geofag, som for 8. klassetrinn. Det ble påvist at særlig fysikk og kjemi hadde lite vekt i det gamle o-faget på barnetrinnet etter M87 (Nergård 1994). Med L97 ble natur- og miljøfag et eget fag, med egne hovedmomenter i fysikk og kjemi også for 1.–4.-klasse, særlig ”Stoff, egenskaper og bruk” og ”Det fysiske verdensbildet”. Like fullt synes altså disse fagområdene fortsatt å bli tillagt relativt liten vekt i norsk grunnskole.

Resultatene fra TIMSS 2003 stemmer godt overens med tilsvarende funn fra TIMSS 1995. Resultatene ble den gang oppsummert slik: ”For det første ser vi at biologiske emner og geofagene vektlegges forholdsvis sterkt i vårt land, likeledes miljøperspektivet. Derimot undervises det lite i fysikk/kjemi-emner, særlig på nedre trinn” (Lie mfl. 1997a, s. 170–171).

Figur 9.4 Prosentandeler av undervisningstiden i naturfag brukt til hvert fagområde i 4. klasse, ifølge lærerne. Gjennomsnittsverdier for hvert land



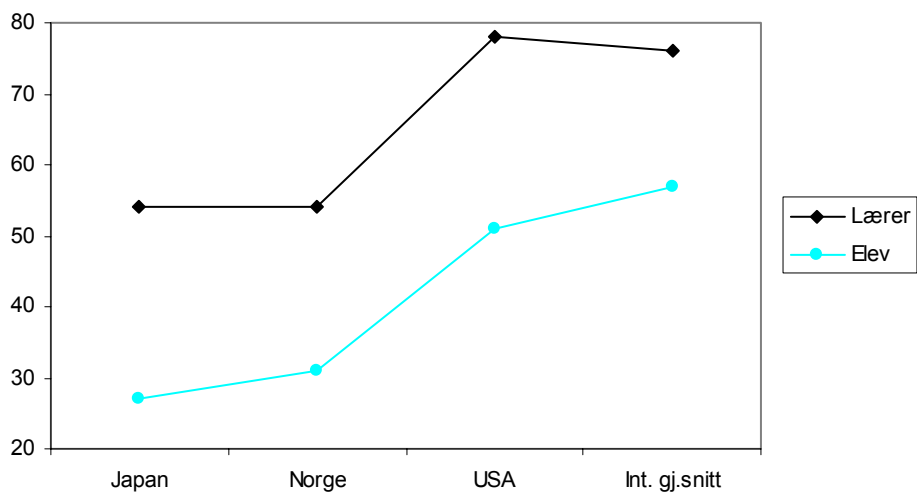
9.3 Naturfag knyttet til dagliglivet

Mange vil hevde at læring av naturfag bør ta utgangspunkt i og knyttes til elevenes dagligliv og erfaringsverden. Dette oppfattes ikke minst som viktig på lave klassetrinn. Også i L97 framheves tilknytning til dagliglivet som betydningsfullt, og vi kan blant annet lese følgende: "Lærestoffet på småskulesteget skal leggje vekt på opplevingar og røynsler i nærmiljøet og kvardagen til elevene" (L97, s. 207).

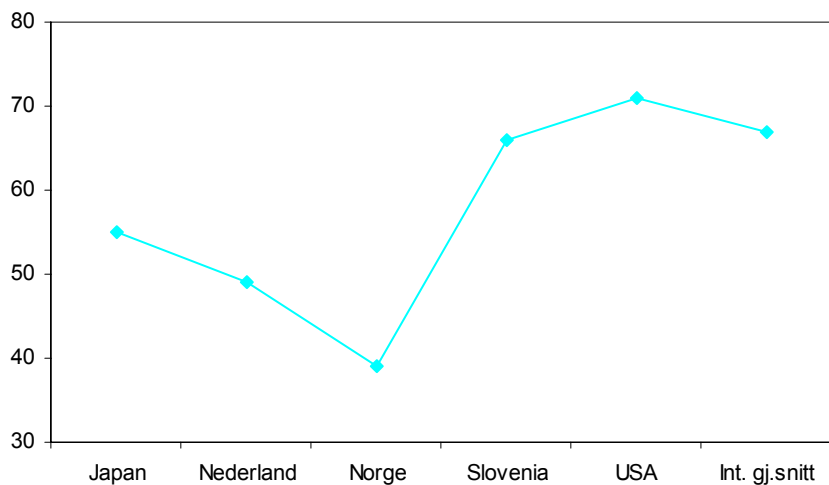
Figur 9.5 sammenlikner elevers og læreres svar på et spørsmål om hvor ofte man knytter det som læres i naturfag, til dagliglivet i timene. Svaralternativene var her: "Hver eller nesten hver time", "Omtrent halvparten av timene", "Noen timer" og "Aldri". På figur 9.5 står prosentandelen av elever og lærere som svarer at dette skjer omtrent halvparten av timene eller oftere, med andre ord de som velger ett av de to første svaralternativene. Figuren gir resultater for Norge og de av referanselandene som også har integrert naturfag i populasjon 2.

Resultatene på figur 9.5 viser at i alle de tre landene mener lærerne at dette skjer hyppigere enn elevene. Det samme gjelder også gjennomsnittlig internasjonalt. Forholdet mellom landene er imidlertid relativt likt enten vi baserer oss på elevdataene eller på lærerdataene. I Norge synes det å knytte naturfag til dagliglivet å skje sjeldnere enn gjennomsnittlig internasjonalt og omtrent like ofte som i Japan. Blant referanselandene ser denne tilnærmingen ut til å være vanligst i USA.

Figur 9.5 *Hvor vanlig er det å knytte det som læres i naturfag til dagliglivet? Prosentandeler av elever og lærere i 8. klasse som sier dette skjer omtrent halvparten av timene eller oftere*



Figur 9.6 *Hvor vanlig er det å knytte det som læres i naturfag til dagliglivet? Prosentandeler av lærerne i 4. klasse som sier dette skjer omtrent halvparten av timene eller oftere*



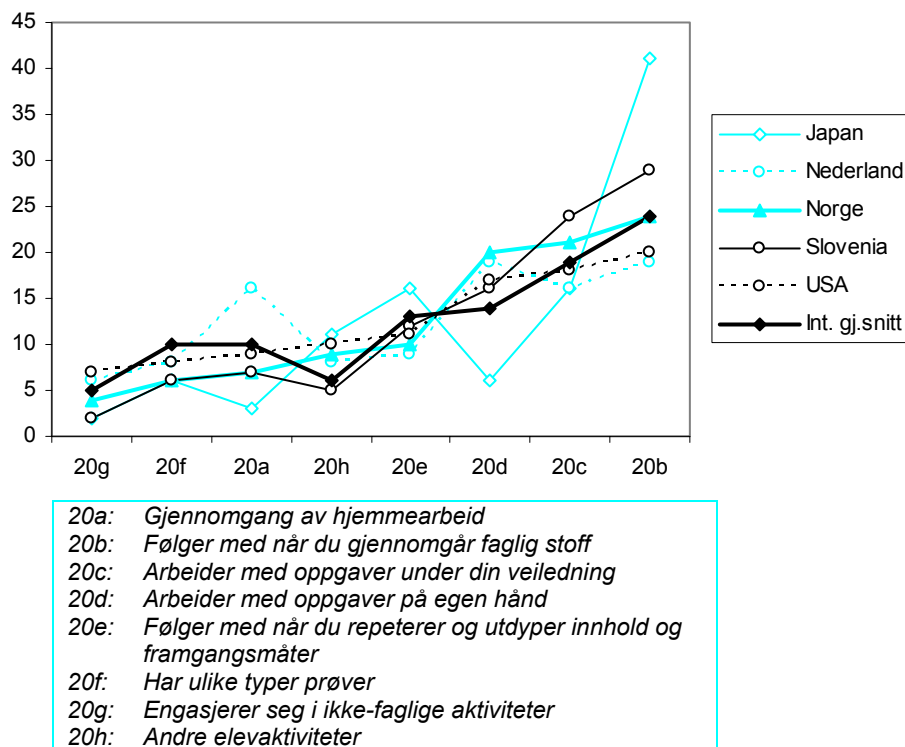
Figur 9.6 viser resultater for spørsmålet om naturfag knyttet til dagliglivet i populasjon 1. Spørsmålet ble her ikke stilt til elevene, så derfor er kun lærerdata framstilt. Også i populasjon 1 ser vi at tilnærmingen framstår som mindre vanlig i Norge enn gjennomsnittlig internasjonalt. Norge framstår med lavere pro-

senttall enn referanselandene. Dette er ikke minst interessant i lys av sitatet fra L97 knyttet til småskoletrinnet som vi refererte tidligere i kapitlet.

9.4 Arbeidsmetoder i naturfag

Lærerne i populasjon 2 fikk en rekke spørsmål som skulle si noe om bruk av arbeidsmetoder i naturfagtimene. De ble spurt om hvor stor prosentandel av tiden som blir brukt til ulike aktiviteter. Resultatene er framstilt på figur 9.7. Dataene er sortert etter økende prosentverdi for Norge fra venstre mot høyre på figuren. Oppgavenummer i spørreskjemaet er her gitt på selve figuren, mens spørsmålene er presentert i rammen nedenfor. Elevene fikk ikke de samme spørsmålene, så her kan vi ikke sammenstille resultater fra lærere og elever. Spørsmålene ble heller ikke stilt til lærerne i populasjon 1.

Figur 9.7 Prosentandeler av tiden til naturfag brukt til ulike aktiviteter ifølge lærerne i 8. klasse. Gjennomsnittsverdier for hvert land



Resultatene på figur 9.7 viser at den norske prosentfordelingen ikke er veldig forskjellig fra den gjennomsnittlige internasjonale profilen. Norske elever arbeider imidlertid relativt sett oftere med oppgaver på egen hånd. Også Almenningen mfl. (2003) fant at det å jobbe med skriftlige oppgaver var en relativt vanlig arbeidsmetode i natur- og miljøfag på 7. klassetrinn. De påviste også at

64 prosent av elevene mener det er kjedelig å jobbe med skriftlige oppgaver i timene, og 39 prosent mener de lærer lite av det. Japan skiller seg særlig ut blant landene på figur 9.7 med en stor prosentandel av tiden anvendt til lærerledet gjennomgang av fagstoff og relativt lite tid brukt på arbeid med oppgaver på egen hånd. Et tilsvarende bilde for Japan ble for øvrig også påvist i TIMSS Video Study (Hiebert mfl. 2003).

9.5 Eksperimentell undervisning i naturfag

I fagdidaktisk litteratur i naturfag finner man flere ulike argumenter for å inkludere eksperimentelle aktiviteter i naturfagundervisningen. Kind (1996) gir en gjennomgang av denne typen argumenter og presenterer blant annet to ulike inndelinger. Den første opererer med relativt vide kategorier og er femdelt:

- å motivere ved å stimulere interesse og engasjement
- å lære ferdigheter i laboratoriet
- å fremme læring av naturfaglig kunnskap
- å gi innsikt i vitenskapelige metoder og utvikle evne til å anvende denne typen tilnærminger
- å utvikle en vitenskapelig innstilling som innbefatter åpenhet, objektivitet og det å ikke trekke forhastede slutninger

En annen mulig inndeling opererer med tre hovedkategorier: det kognitive, det praktiske og det affektive området. Det kognitive området er nærmere definert gjennom underpunkter som å fremme intellektuell utvikling og fremme læring av naturfaglige begreper. Innen det praktiske området finner vi blant annet evne til å utføre naturfaglige undersøkelser og analysere data. Til sist kommer det affektive området hvor det å fremme positive holdninger til naturfag er sentralt. Vi ser med andre ord at disse to oversiktene inneholder et bredt spekter av argumenter, og at flere av argumentene er like i begge inndelingene (Kind mfl. 1999).

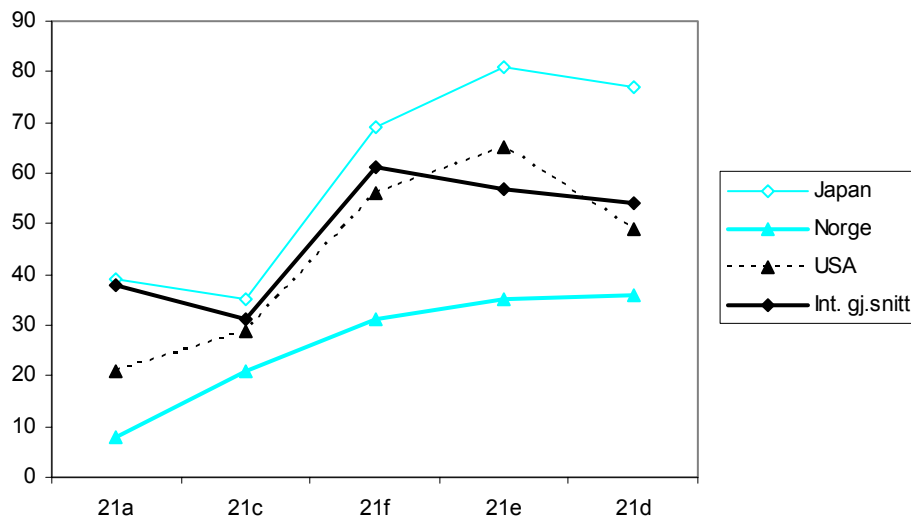
Resultater fra TIMSS 1995 viste at lærerne var påfallende enige om at det viktigste målet med praktiske aktiviteter i naturfag er å skape motivasjon hos elevene. Det var relativt få som la stor vekt på at elevene skulle få kunnskaper eller lære ”praktiske ferdigheter”. Minst viktig for lærerne var det at elevene lærer ”naturvitenskapelig arbeidsmetode” og ”rapportskrivning” (Lie mfl. 1997a).

Noen av aktivitetene det spørres om i elevspørreskjemaet og lærerspørreskjemaet i TIMSS 2003, kan knyttes til eksperimentell undervisning i naturfag. Dette gjelder fem spørsmål. Fire svaralternativer ble gitt til både elever og lærere for disse spørsmålene: ”Hver eller nesten hver time”, ”Omtrent halvparten av timene”, ”Noen timer” og ”Aldri”.

Hva mener lærerne om hyppigheten av eksperimentell undervisning? Figur 9.8 viser lærernes svar på de fem spørsmålene i populasjon 2. Dataene er sortert etter stigende verdier for Norge fra venstre mot høyre på figuren. Data er

gitt for Norge og de av referanselandene som har integrert naturfag på dette trinnet.

Figur 9.8 Spørsmål om eksperimentell undervisning i naturfag. Prosentandeler av lærerne i 8. klasse som sier det skjer omtrent halvparten av timene eller oftere



- 21a: Se meg demonstrere et eksperiment eller en undersøkelse
 21c: Utforme eller planlegge eksperimenter eller undersøkelser
 21d: Gjennomføre eksperimenter eller undersøkelser
 21e: Arbeide i små grupper med eksperimenter eller undersøkelser
 21f: Skrive ned forklaring på det som ble observert, og hvorfor det skjedde

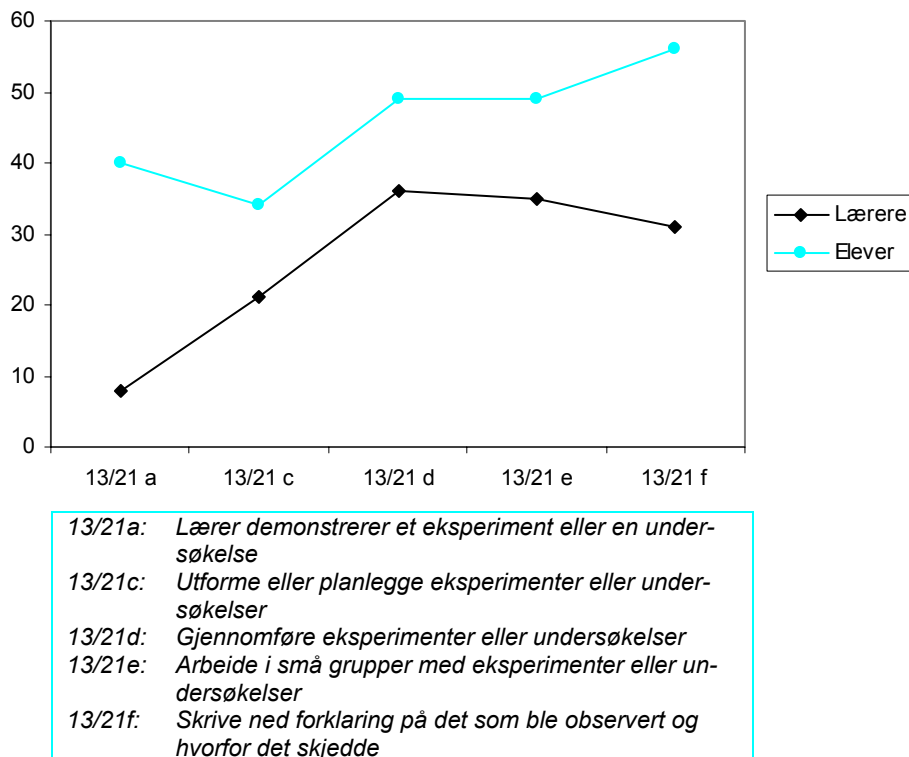
Figur 9.8 viser at fra lærerdataene framstår eksperimentell undervisning som klart mindre vanlig i norsk naturfagundervisning enn det som er gjennomsnittet internasjonalt. Norge plasserer seg også lavere enn de to referanselandene. Eksperimentell undervisning framstår som vanligst i Japan blant de tre landene.

Analysen av elevdataene gir et tilsvarende bilde som det på figur 9.8. Figur 9.9 sammenlikner norske elevers og læreres svar på spørsmålene om eksperimentell undervisning i populasjon 2. Det er et gjennomgående trekk at elevene mener at aktivitetene forekommer hyppigere enn det lærerne mener. Tilsvarende tendens ser vi også i referanselandene og gjennomsnittlig internasjonalt. I Norge er forskjellen mest utpreget for lærerdemonstrasjoner.

Almendingen mfl. (2003) fant at mange av de norske lærerne på 7. klassetrinn benytter forsøk som arbeidsform sjeldnere enn de selv ønsker. Tre årsaker

til dette blir framhevet. Et flertall av lærerne mener at elevøvelser og praktisk arbeid er tidkrevende i forhold til timetallet i faget. Dette gjelder i større grad dem som bruker arbeidsformen sjelden eller aldri. Utstyret på skolen synes også å spille en rolle. En tredje faktor er lærernes egen kunnskap og mangel på gode undervisningsopplegg. Lærere som sjelden eller aldri anvender elevøvelser, har i gjennomsnitt færre vektall i naturfag. De oppfatter også egen manglende kunnskap som et større hinder for god undervisning enn de lærerne som bruker arbeidsformen hyppigere. Data fra PISA 2003 viser for øvrig at om lag 60 prosent av norske rektorer mener at undervisningen på 10. klassetrinn er mye eller noe hemmet av mangel på laboratorieutstyr til naturfagundervisningen (Kjærnsli mfl. 2004).

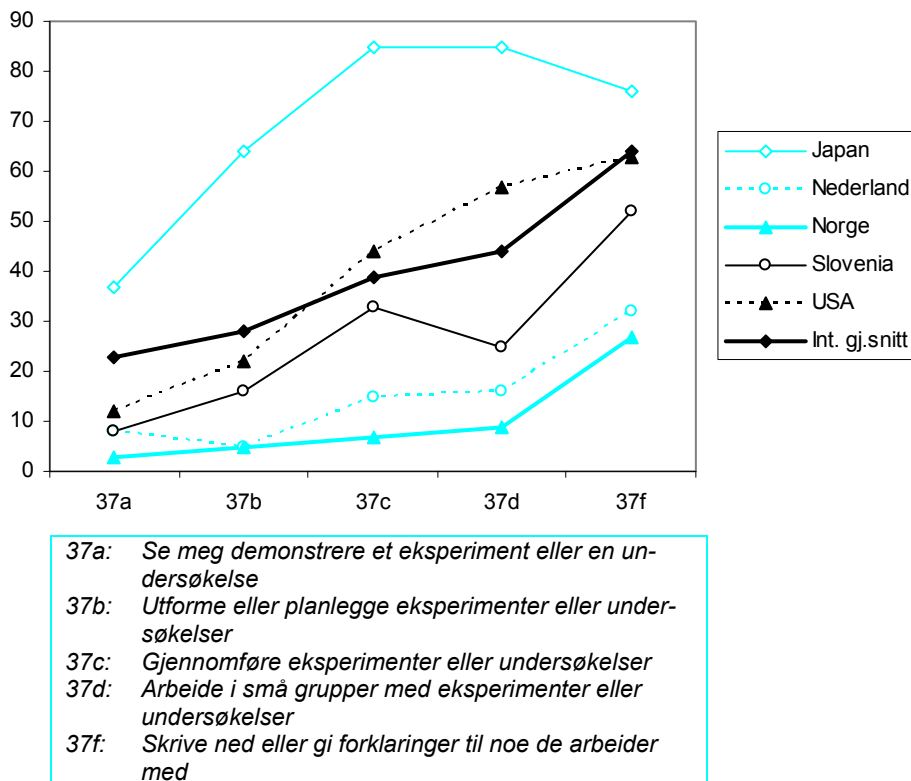
Figur 9.9 Norske læreres og elevers svar på spørsmål om eksperimentell undervisning i 8. klasse. Prosentandeler som sier det skjer omtrent halvparten av timene eller oftere



Så langt har vi studert spørsmålene om eksperimentell undervisning for populasjon 2. I det følgende vil tilsvarende data fra populasjon 1 bli studert. Figur 9.10 sammenlikner fjerdeklasselærernes svar på spørsmålene om eksperimentell undervisning. Også her er dataene sortert etter økende prosentverdier for Norge fra venstre mot høyre på figuren. Resultatene viser at Norge ligger klart

lavere enn det internasjonale gjennomsnittet for alle spørsmålene. Som på 8. klassetrinn framstår Japan med stor hyppighet av eksperimentell undervisning.

Figur 9.10 Eksperimentell undervisning i naturfag. Prosentandeler av lærerne i 4. klasse i hvert land som sier det skjer omtrent halvparten av timene eller oftere



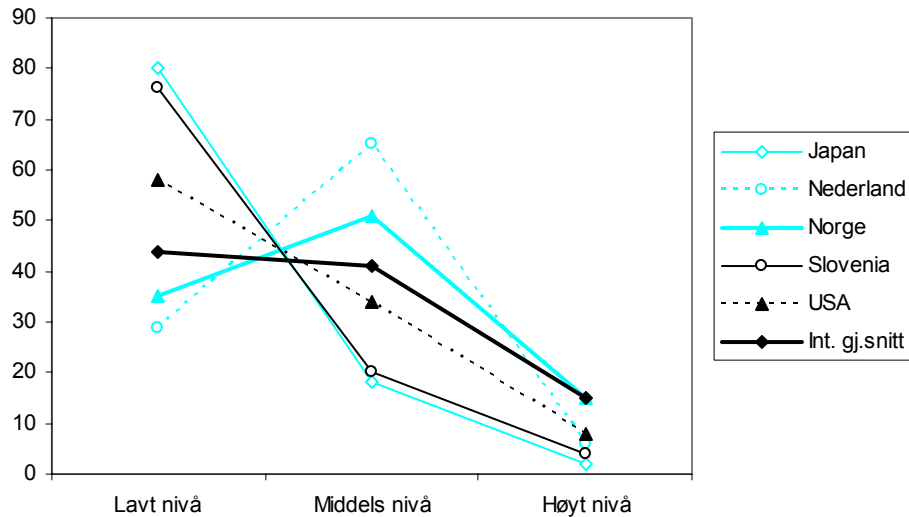
9.6 Lekser i naturfag

Hvor stor vekt legger man på lekser i naturfag i Norge sammenliknet med i andre land? Og hvordan følges leksene opp av læreren? Selve begrepet "lekser" er imidlertid ikke uproblematisk og vil kunne ha noe ulikt innhold i forskjellige land. Ikke minst har innføring av arbeidsplaner gjort at leksebegrepet er i endring i norsk skole. Dette må tas med i vurderingen av de resultatene som presenteres i det følgende.

I TIMSS har man beregnet en indeks basert på to spørsmål i lærerspørreskjemaet om hvor ofte lærerne vanligvis gir lekser, og om hvor omfattende lekser som blir gitt. Et høyt nivå indikerer at det blir gitt mer enn 30 minutter med hjemmelekser omtrent halvparten av timene eller mer. Et lavt nivå indikerer at lekser ikke blir gitt, eller at det blir gitt mindre enn 30 minutter med hjemmelekser omtrent halvparten av timene eller mindre. Et middels nivå indikerer alle

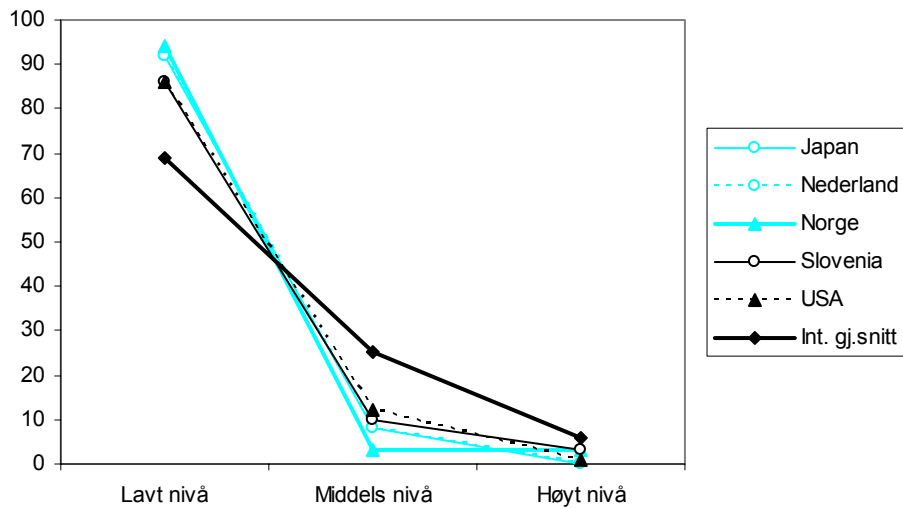
andre mulige kombinasjoner av svar. Resultater for Norge og referanselandene er gitt på figur 9.11. Resultatene viser at middels vektlegging av lekser er noe vanligere i Norge enn gjennomsnittlig internasjonalt. Totalt sett kan vi si at lekser tillegges noe større vekt i Norge enn gjennomsnittet, etter lærernes utsagn.

Figur 9.11 Vektlegging av lekser i naturfag i 8. klasse. Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier

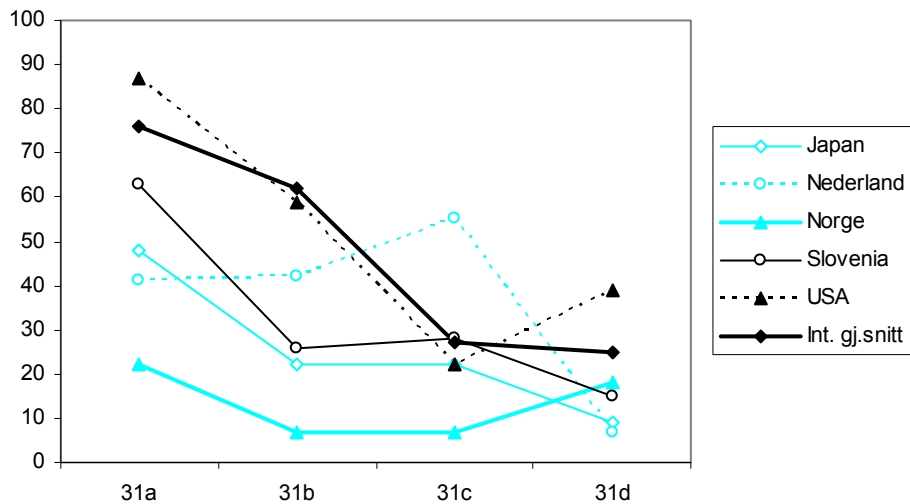


Figur 9.12 viser tilsvarende resultater for populasjon 1, også her basert på lærernes utsagn. Sammenliknet med figur 9.11 viser resultatene at lekser vektlegges mindre i populasjon 1 enn i populasjon 2 både i Norge og gjennomsnittlig internasjonalt. Norge framstår med mindre vektlegging av lekser på 4. klassetrinn enn gjennomsnittlig internasjonalt.

Figur 9.12 Vektlegging av lekser i naturfag i 4. klasse. Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier



Figur 9.13 Anvendelser av lekser i naturfag. Andeler av lærerne i 8. klasse som oppgir at aktiviteten foregår omtrent halvparten av timene eller oftere



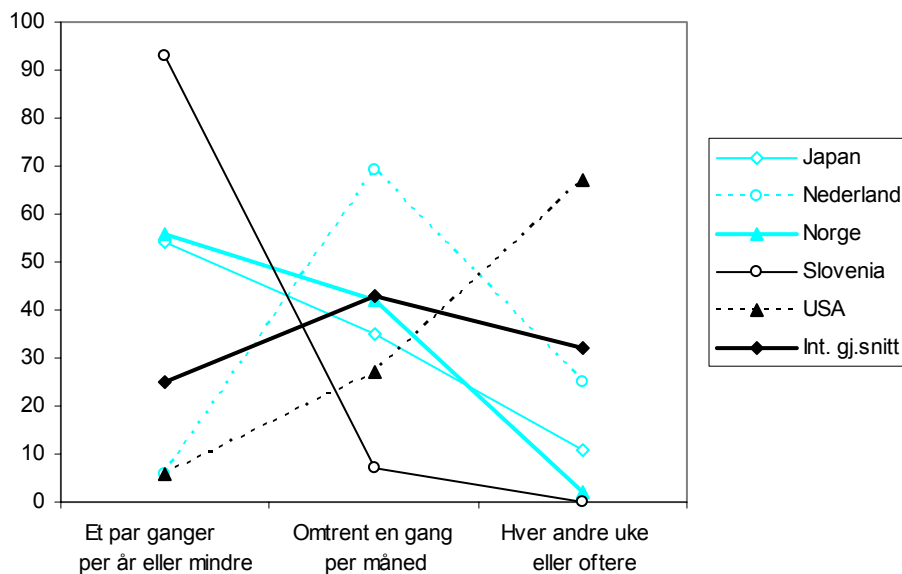
- 31a: Sjekker om leksene er gjort
 31b: Retter leksene og gir tilbakemelding til elevene
 31c: Lar elevene selv rette leksene i timene
 31d: Bruker leksene som utgangspunkt for diskusjon i klassen

Så langt har vi sett på hvor stor vekt som legges på lekser i naturfag. Men hvordan anvendes leksene i undervisningen? Hvordan følges de opp? Resultatene på figur 9.13 viser hvordan leksene i naturfag blir brukt av læreren. Spørsmålene ble bare stilt til lærerne i populasjon 2. Norge ligger gjennomgående under det internasjonale gjennomsnittet og spesielt lavt for å rette leksene og gi tilbakemelding, samt å la elevene selv rette leksene i timene. Også når det gjelder å sjekke om leksene er gjort, ligger Norge langt lavere enn gjennomsnittet.

9.7 Prøver i naturfag

Lærerne i populasjon 2 fikk spørsmål om hvor ofte de vanligvis gir elevene prøver i naturfag. Resultatene er presentert på figur 9.14. Tilsvarende spørsmål ble ikke stilt i populasjon 1.

Figur 9.14 Hyppighet av prøver i naturfag i 8. klasse. Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier



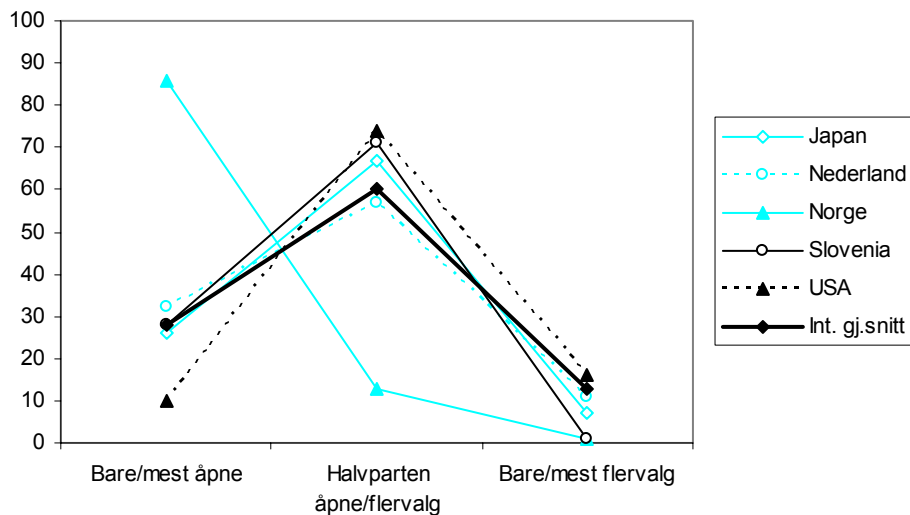
Resultatene på figur 9.14 viser at i Norge er naturfagprøver mindre vanlig enn gjennomsnittet internasjonalt. USA utmerker seg spesielt med hyppige prøver, mens naturfagprøver er særlig sjelden i Slovenia.

Lærerne i populasjon 2 ble også spurt om hvilket format oppgavene i naturfagprøvene vanligvis har. Resultatene er presentert på figur 9.15. Resultatene viser at Norge skiller seg tydelig ut ved en prøvekultur som er fullstendig dominert av åpne oppgaver og på den andre siden ved svært liten anvendelse av flervalgsoppgaver. I alle referanselandene og gjennomsnittlig internasjonalt er en 50/50-fordeling mellom de to formatene det vanligste, noe som altså ikke er

tilfellet i Norge. Det kan synes som norsk skole her har mye å hente når det gjelder også å utnytte flervalgsformatet. I kapittel 8 så vi at flervalgsoppgaver synes å være litt mer vanlig i matematikk.

TIMSS-testene består av en blanding av åpne oppgaver og flervalgsoppgaver. Basert på resultatene ovenfor kan det være grunn til å spørre om flervalgsoppgavene i TIMSS er i disfavør av norske elever. Analyser viser imidlertid at dette ikke er tilfellet. Norske elever gjør det relativt sett like godt på flervalgsoppgaver som på åpne oppgaver (se Lie mfl. 1997a).

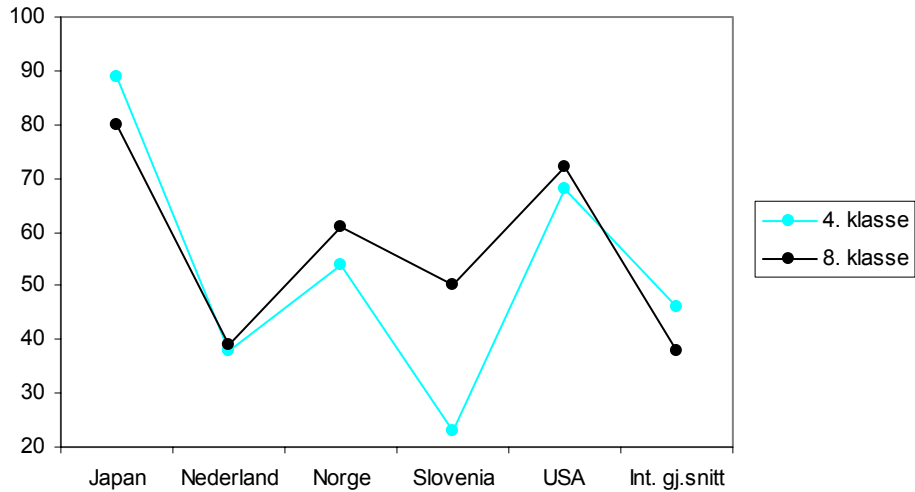
Figur 9.15 Oppgaveformater i naturfagprøver i 8. klasse. Prosentandeler av lærerne som svarer i ulike kategorier



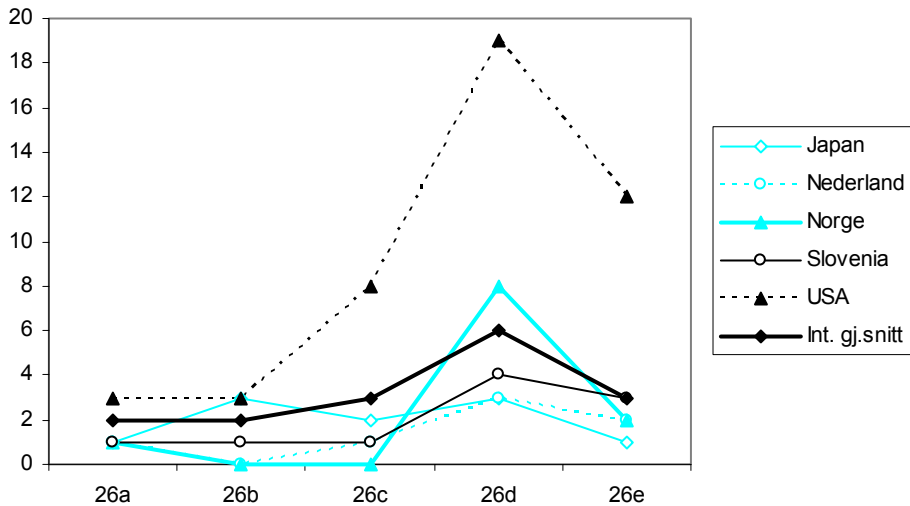
9.8 Datamaskiner i naturfagtimene

Hvor god tilgang er det på datamaskiner til naturfagundervisningen? Og hvordan blir de brukt i undervisningen? Lærerne fikk spørsmål om elevene i TIMSS-klassen har datamaskiner tilgjengelig i naturfagtimene. Resultatene på figur 9.16 viser at tilgjengeligheten i Norge i 8. klasse er betydelig høyere enn gjennomsnittet internasjonalt. Den er noe lavere enn i USA og Japan, men høyere enn i Nederland og Slovenia. Også i 4. klasse framstår tilgjengeligheten på datamaskiner i Norge som høyere enn det internasjonale gjennomsnittet. Som for 8. klasse framstår Japan og USA med størst tilgjengelighet.

Figur 9.16 Prosentandeler av lærerne som rapporterte at datamaskin var tilgjengelig for bruk i naturfagtimene, 4. klasse og 8. klasse



Figur 9.17 Anvendelser av datamaskin i naturfagundervisningen. Andeler av lærerne i 8. klasse som oppgir at aktiviteten foregår omtrent halvparten av timene eller oftere



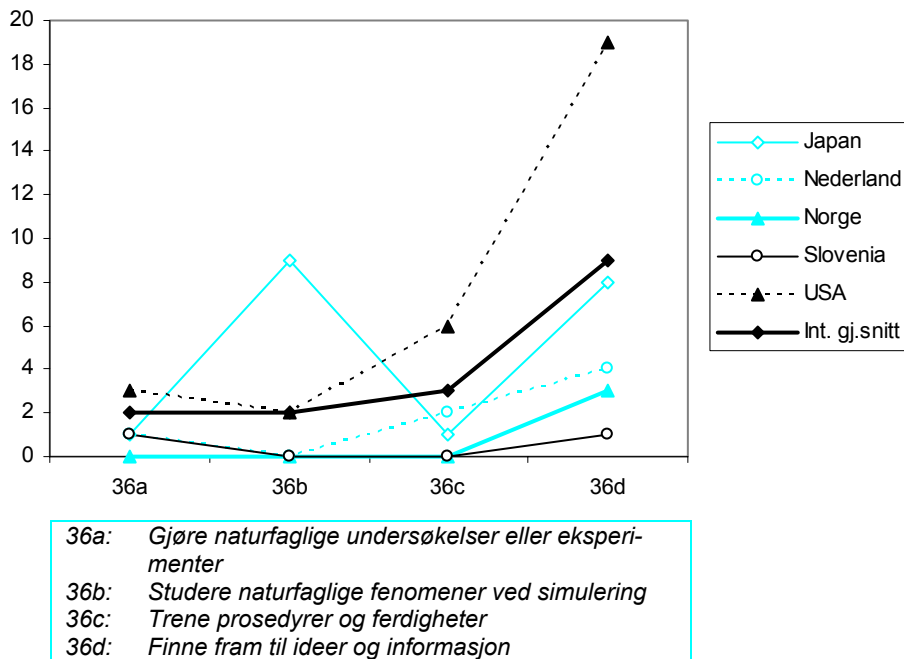
- 26a: *Praktisere naturvitenskapelige metoder eller eksperimenter*
- 26b: *Studere naturlige fenomener ved hjelp av simulering*
- 26c: *Trene ferdigheter og framgangsmåter*
- 26d: *Finne fram til ideer og informasjon*
- 26e: *Bearbeide og analysere data*

Hvordan blir datamaskiner brukt i naturfagundervisningen? Figur 9.17 viser hvor ofte datamaskin blir benyttet på ulike måter i naturfagundervisningen i populasjon 2. Dataene er basert på lærernes utsagn. Resultatene viser at USA skiller seg spesielt ut med stor vektlegging av å anvende datamaskin til ulike aktiviteter i naturfagundervisningen. I Norge er den vanligste aktiviteten å bruke datamaskin til å finne fram til ideer og informasjon.

Figur 9.18 viser tilsvarende resultater for populasjon 1. USA framstår med særlig stor vektlegging av det å bruke datamaskin for finne fram til ideer og informasjon. For denne aktiviteten finner vi også den største prosentandelen for Norge, som for 8. klasses trinn. Norge ligger for øvrig under det internasjonale gjennomsnittet for alle aktivitetene. Japan utmerker seg ved at i underkant av en tidel av lærerne oppgir at datamaskin brukes til simuleringer halvparten av timene eller mer.

På begge klassetrinn er det altså god tilgang på datamaskiner i Norge, men de blir i liten grad brukt i naturfagundervisningen. Det synes her å ligge et stort potensial når det gjelder å utnytte det utstyret som finnes i større grad.

Figur 9.18 Anvendelser av datamaskin i naturfagundervisningen. Andeler av lærerne i 4. klasse som oppgir at aktiviteten foregår omtrent halvparten av timene eller oftere



9.9 Forhold som begrenser naturfagundervisningen

Tabell 9.1 viser åttendeklasselærernes svar på tre spørsmål om i hvor stor grad noen forhold virker begrensende på naturfagundervisningen i TIMSS- klassen. Lærerne fikk oppgitt svaralternativene ”Ingenting”, ”Lite”, ”Noe” og ”Mye”. Tabellen viser andelen av lærerne i Norge og i referanselandene som svarer ”Noe” eller ”Mye”. I tabellen har vi også valgt å presentere tilsvarende resultater for Sverige. Resultatene i tabellen er her ikke vektet etter antallet elever i klassen.

Resultatene viser at i Norge mener om lag halvparten av lærerne at undervisningen begrenses mye eller noe av uinteresserte elever. Det samme gjelder for lav arbeidsmoral blant elevene og at elevene forstyrrer undervisningen. Norge er blant de landene i tabellen hvor problemene synes størst. Forskjellen mellom Norge og land som Japan og Nederland er slående, men også situasjonen i vårt naboland Sverige synes betydelig mer positiv. Resultatene i tabellen stemmer godt overens med tilsvarende funn fra både PISA 2000 og PISA 2003. Også i disse studiene framstår norske elever med relativt lav innsats i skolearbeidet, og arbeidsmiljøet i norske klasserom framstår som svært problematisk. Disse resultatene var basert på spørsmål til elever og rektorer, mens lærerne ikke ble spurt i PISA. Det er derfor spesielt interessant å registrere at også svarene fra lærerne i TIMSS gir et tilsvarende bilde.

Tabell 9.1: *I hvilken grad begrenser følgende faktorer etter din mening naturfagundervisningen i TIMSS-klassen? Prosentandeler av lærerne som svarer ”Mye” eller ”Noe”*

	Uinteresserte elever	Lav arbeidsmoral blant elevene	Elever som forstyrrer undervisningen
Japan	20 %	18 %	6 %
Nederland	22 %	12 %	16 %
Norge	54 %	49 %	48 %
Slovenia	49 %	47 %	54 %
Sverige	32 %	19 %	25 %
USA	52 %	40 %	46 %

9.10 Avslutning

I dette kapitlet har vi studert karakteristiske trekk ved norsk naturfagundervisning i et internasjonalt perspektiv. Resultatene kan punktvis oppsummeres slik:

- Norske lærere framstår med et høyt generelt utdanningsnivå i et internasjonalt perspektiv, men de har lite spesifikk utdanning i naturfag.
- Norske lærere som underviser i naturfag, deltar i påfallende liten grad i etterutdanning og videreutdanning som er relevant for naturfagundervisning.

- I Norge anvendes en omtrent like stor andel av den totale undervisningstiden til naturfag som gjennomsnittlig internasjonalt på 8. klassetrinn. For 4. klassetrinn ligger Norge noe lavere enn gjennomsnittet.
- I norsk naturfagundervisning brukes relativt mye tid på geofag og lite tid på fysikk sammenliknet med hva som er vanlig internasjonalt.
- Naturfag i Norge knyttes i mindre grad til dagliglivet enn det som er vanlig internasjonalt.
- Det drives mindre eksperimentell undervisning i Norge enn gjennomsnittet internasjonalt.
- I et internasjonalt perspektiv er norsk naturfagundervisning i større grad kjennetegnet av at elevene arbeider med oppgaver på egen hånd.
- Norske elever har færre prøver i naturfag enn det som er vanlig internasjonalt, og prøvene er i all hovedsak basert på åpne oppgaver.
- I Norge har vi god tilgang på datamaskiner i naturfagundervisningen, men utnyttes lite i undervisningen.
- Leksene i naturfag følges i liten grad opp av lærerne i Norge.

10 HJEMMEBAKGRUNN OG FAGSKÅRE

Dette kapitlet tar for seg sammenhengen mellom elevenes hjemmebakgrunn og deres faglige prestasjoner i matematikk og naturfag. Vi stiller også spørsmålet: Har betydningen av hjemmebakgrunn økt siden TIMSS 1995? Avslutningsvis studerer vi hvordan elevenes selvuttalte ambisjoner om videre utdanning henger sammen med hjemmebakgrunn.

10.1 Økonomisk, kulturell og sosial kapital

Over tid har internasjonale komparative studier som TIMSS utviklet seg i retning av å inkludere stadig bredere og mer komplekse mål for hjemmebakgrunn (Porter & Gamoran 2002). Denne typen studier kan sies å ha bidratt betydelig til forståelsen av sammenhengen mellom hjemmebakgrunn og skoleprestasjoner (Rowan 2002). Begrepet sosioøkonomisk status står sentralt i forskningslitteraturen om hjemmebakgrunn. Vi vil derfor innlede kapitlet med en kort teoretisk gjennomgang av dette begrepet med utgangspunkt i tre former for kapital: *økonomisk*, *kulturell* og *sosial kapital*. Deretter vil vi relatere spørsmålene om hjemmebakgrunn i TIMSS til disse tre begrepene. En omfattende gjennomgang av hvordan ulike aspekter ved elevenes hjemmebakgrunn er målt i store internasjonale studier som TIMSS, er for øvrig gitt av Buchmann (2002).

Sammenhengen mellom hjemmebakgrunn og skoleprestasjoner har blitt grundig belyst i mange tidligere publikasjoner, også i en norsk kontekst (se for eksempel Coleman mfl. 1966, Aamodt 1982). Sosioøkonomisk status (på engelsk: socio-economic status, ofte forkortet SES) regnes som en av de sterkeste forklaringsfaktorene for skoleprestasjoner, og kartlegging av forhold knyttet til dette begrepet er derfor ofte tillagt stor vekt i internasjonale komparative studier. Også rammeverket i TIMSS fokuserer på dette begrepet i forbindelse med elevenes hjemmebakgrunn:

"Students come to school from different backgrounds and with different experiences. The number of books in the home, availability of a study desk, the presence of a computer, the educational level of the parents, and the extent to which students speak the language of instruction have been shown to be important home background variables, indicative of the family's socio-economic status, that are related to academic achievement." (Mullis mfl. 2003, side 81)

Definisjoner av SES knyttes gjerne til tre begreper (Buchmann 2002). Med *økonomisk kapital* menes det man i dagligtalen oftest forbinder med begrepet kapital, nemlig finansielle ressurser. Med *kulturell kapital* menes i hvilken grad

man er kjent med og deltar i det som kan karakteriseres som høystatus kulturelle uttrykk. Typiske eksempler på dette er klassisk musikk, litteratur og teater. Med *sosial kapital* menes det å ha et sosialt nettverk som man kan trekke vekslers på i ulike sammenhenger. Sosioøkonomisk status kan sies å bestå av summen av disse tre formene for kapital. I dette ligger det at et individ eller en familie kan ha mye av én form for kapital, men lite av en annen. Selve begrepet sosioøkonomisk status er derfor ikke uproblematisk, da det består av kvalitativt sett svært forskjellige komponenter.

En vanlig oppfatning synes å være at ulik tilgang på økonomisk kapital bidrar til å skape forskjeller i skoleprestasjoner. Implisitt i dette synet ligger det at utdanning er beheftet med kostnader, og at velstående foreldre derfor er bedre i stand til å dekke slike kostnader for sine barn. TIMSS kan ikke vurdere effekten av foreldres inntekt og økonomiske ressurser direkte, da slik informasjon ikke kan leses ut av elevspørreskjemaet. Men i TIMSS har vi tilgang til indirekte mål for økonomi. Elevspørreskjemaet inneholder spørsmål om hvorvidt ulike gjenstander finnes i hjemmet, og dette kan brukes som indikatorer på økonomisk status. Tidligere forskning, ikke minst TIMSS og PISA, har antydning at økonomiske ressurser ikke er blant de viktigste årsakene til forskjeller i skoleprestasjoner i moderne velferdsstater som Norge. Hovedårsaken til dette er opplagt at den enkelte families utgifter til skolegang for barna er begrenset på grunn av god offentlig finansiering.

En annen type ressurser refererer man ofte til som kulturell kapital. Med utgangspunkt i Bourdieus (1984) kulturelle reproduksjonsteori vil man forvente at det er sterke direkte effekter mellom foreldres kulturelle bakgrunn og elevprestasjoner i mange land. I en moderat form ligger kulturell reproduksjonsteori tett opp til teorier om humankapital (Becker 1965). Her antar man at foreldre som selv er høyt utdannet, er bedre i stand til å hjelpe sine barn gjennom skolesystemet. Andre versjoner av kulturell reproduksjonsteori påpeker at kulturell reproduksjon kompenserer for mangel på sosial status i form av økonomi.

En tredje type av ressurser er det som vi kalte sosial kapital (Coleman 1990). Sosial kapital refererer til ressurser i form av sosiale bånd som man kan dra vekslers på i ulike sammenhenger, for eksempel i forhold til barnas skolegang. Jo større tilgang foreldrene har på denne typen ressurser gjennom sitt sosiale nettverk, desto mer suksessfull vil barnas skolekarriere kunne bli, ut fra denne teoretiske retningen. Den tradisjonelle hypotesen om sosial kapital er at elever gjør det bedre på skolen hvis de har et tettere sosialt nettverk rundt seg hvor foreldre, barn og lærere samarbeider og kjenner hverandre godt.

Ganzeboom & Marks (2001) påpeker at det innenfor forskningen på sosial bakgrunn ikke alltid er slik at ulike teoretiske tilnærminger er tett knyttet til empiriske resultater. De hevder at det er en tendens til at teoretiske arbeider utvikles med få referanser til empiriske funn. Samtidig blir empiriske studier ofte kritisert for å ikke være sterkt nok knyttet til relevante begreper eller for å anvende uhensiktsmessige mål for i utgangspunktet relevante begreper. Ganzeboom & Marks hevder at teorier innen feltet nettopp bør kunne testes ut på empiriske data og kunne brukes til å forklare et spekter av observerte fenomener. I

dette kapitlet ønsker vi i tråd med dette å se de empiriske funnene i relasjon til etablert teori på feltet.

Flere analyser av data fra PISA 2000-studien har også fokusert på sammenhengen mellom faglige prestasjoner og hjemmebakgrunn (se for eksempel OECD 2001, Turmo 2004a). Også analyser av data fra TIMSS 1995 har blitt foretatt med samme fokus (se for eksempel Brecko 2004). Det samme gjelder for IEA-studien PIRLS 2001 i lesing (se for eksempel Hansen mfl. 2004). Sammenlikninger med funn fra PISA 2000 vil bli foretatt i dette kapitlet der det er naturlig. Vi vil også sammenlikne med de nye funnene fra PISA 2003 der dette er mulig og relevant, og også trekke linjen tilbake til TIMSS 1995.

10.2 Spørsmål om hjemmebakgrunn i TIMSS 2003

Det er flere spørsmål i elevspørreskjemaet i TIMSS som berører sider ved elevenes hjemmebakgrunn. I det følgende vil vi relatere spørsmålene til det teoretiske rammeverket som er etablert innledningsvis i dette kapitlet. I utgangspunktet har vi gjort dette ved å analysere hvordan hvert enkelt spørsmål relaterer seg til de tre typene kapital. I denne forbindelse kan det nevnes at Yang (2003) har studert empirisk hvordan ulike gjenstander i elevenes hjem kan anvendes som mål for ulike dimensjoner ved SES. Grunnlaget var dataene fra 17 land som deltok i populasjon 2 i TIMSS 1995. For de fleste av landene var det mulig å identifisere en generell økonomisk dimensjon og en kulturell dimensjon på elevnivå i dataene.

Etter en gjennomgang av spørsmålene i elevspørreskjemaet i TIMSS 2003 viser det seg at ingen av spørsmålene primært kan sies å måle sosial kapital. I resten av kapitlet vil derfor fokuset være på kulturell og økonomisk kapital. TIMSS har flere spørsmål som måler ulike sider ved disse to typene kapital. Først vil sammenhengen mellom kulturell kapital og prestasjoner i matematikk og naturfag bli studert og deretter sammenhengen mellom økonomisk kapital og prestasjoner. Resultatene i de to populasjonene vil bli sett i sammenheng.

I analysene som nå følger, vil vi flere steder bruke begrepet ”forklare”, for eksempel i betydningen ”X % av variansen i matematikkskåre kan forklares av kulturell kapital i hjemmet”. Vi vil imidlertid påpeke at ”forklare” i utgangspunktet her gjelder i ren statistisk forstand, med andre ord at en viss andel felles varians mellom to variabler er påvist. I sin artikkel om det å trekke slutninger fra internasjonale komparative studier skiller Smith (2002) mellom ”causal inferences” og ”weak inferences”. Han påpeker at studier som TIMSS aldri vil kunne danne utgangspunkt for strengt kausale slutninger. Vi kan imidlertid foreta det han kaller ”weak inferences”, blant annet ved at vi knytter våre empiriske funn til etablert teori på det aktuelle feltet. Slike slutninger vil vi gjøre i dette kapitlet, med utgangspunkt i det teoretiske rammeverket som har blitt etablert innledningsvis.

I kapitlet vil vi sammenlikne resultatene for Norge med tilsvarende resultater for de fire referanselandene Japan, Nederland, Slovenia og USA. Det må imidlertid påpekes at eventuelle forskjeller mellom landene ofte ikke kan for-

klares uten en grundig analyse av det enkelte lands skolesystem og samfunn i videre forstand. Det vil føre for langt å presentere denne typen analyser i dette kapitlet. Resultatene for de andre landene vil derfor først og fremst tjene som referansepunkter for de norske resultatene, uten at vi går inn på hva som eventuelt ligger bak forskjellene.

Tidligere studier har vist at de nordiske landene gjerne er relativt like når det gjelder sammenhenger mellom faglige prestasjoner og hjemmebakgrunn. I tillegg til Norge er Sverige det eneste nordiske landet som deltok i TIMSS 2003. Resultater for Sverige vil derfor også bli presentert i dette kapitlet. Landet deltok bare i populasjon 2.

10.3 Kulturell kapital og prestasjoner

10.3.1 Antall bøker i hjemmet

Elevspørreskjemaene i TIMSS inneholder et spørsmål om antall bøker i elevens hjem. Dette spørsmålet ble gitt i begge populasjoner. Antall bøker i hjemmet er en mye brukt indikator på kulturell kapital i internasjonale komparative studier. Det er viktig å understreke at bøker her ikke må oppfattes som et mål på hvor mye litteratur elevene selv har lest. Antall bøker er en indikasjon på noe mer generelt, nemlig kulturell kapital i hjemmet. I TIMSS 1995 fant man en korrelasjon mellom antall bøker i hjemmet og skåre i matematikk på 0,23, mens korrelasjonen med skåre i naturfag var 0,22 (Lie mfl. 1997a). Dette gjaldt for populasjon 2. Spørsmålet i elevspørreskjemaet i TIMSS 2003 er formulert på samme måte som i TIMSS 1995:

Omtrent hvor mange bøker er det hjemme hos deg? (Ikke tell med blader, aviser eller skolebøker.) Ingen eller veldig få (0–10 bøker) / 11–25 bøker / 26–100 bøker / 101–200 bøker / Mer enn 200 bøker.

I analysene har vi valgt å betrakte alternativene som en tilnærmet intervallskala og har tillagt de fem alternativene verdiene 0 til 4. Tabell 10.1 viser sammenhengene mellom antall bøker i hjemmet og prestasjoner i matematikk og naturfag for Norge og de fire referanselandene samt Sverige. Tabellen viser hvor stor prosentandel av variansen i fagskåre som kan forklares av antall bøker i hjemmet.

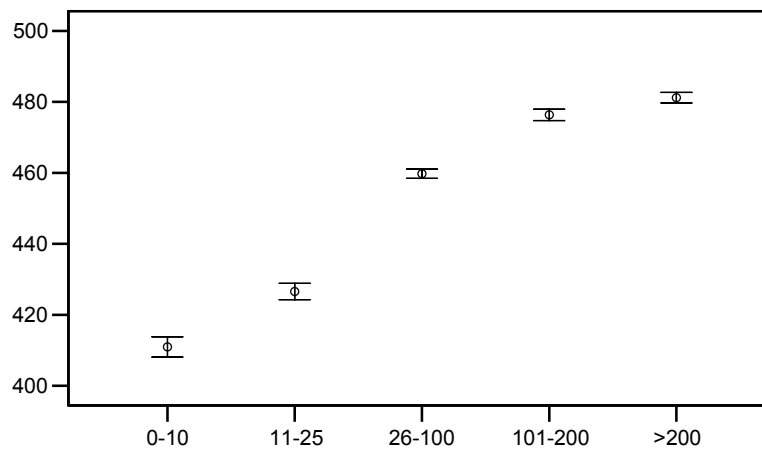
Tabell 10.1 Andeler av varians i fagskåre forklart av antall bøker i hjemmet

Land	Matematikk (4. klasse)	Naturfag (4. klasse)	Matematikk (8. klasse)	Naturfag (8. klasse)
Japan	7 %	5 %	8 %	8 %
Nederland	9 %	8 %	13 %	15 %
Norge	5 %	4 %	8 %	8 %
Slovenia	3 %	3 %	8 %	8 %
Sverige	deltok ikke	deltok ikke	15 %	16 %
USA	10 %	10 %	14 %	18 %

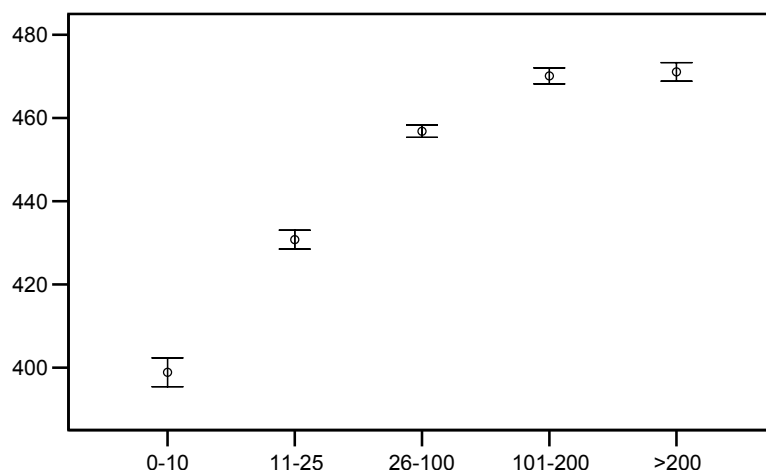
Resultatene i tabell 10.1 viser at i Norge er det tendenser til at sammenhengen mellom antall bøker i hjemmet og fagskåre er sterkere i 8. klasse enn i 4. klasse. Den samme tendensen finner vi i alle referanselandene. Det er også generelt liten forskjell mellom de to fagene på hvert klassetrinn. Videre er det interessant å merke seg at Norge ikke utmerker seg med spesielt svake sammenhenger mellom antallet bøker i hjemmet og prestasjoner. Norge framstår imidlertid med svakere sammenhenger enn Sverige på 8. trinn. Når vi sammenlikner med TIMSS 1995 (Lie mfl. 1997a), ser vi at sammenhengene for Norge er noe sterkere i 2003.

For å konkretisere de norske resultatene i tabell 10.1 viser vi i figur 10.1 gjennomsnittsskåre i matematikk som funksjon av antall bøker i hjemmet for 8. klasse i Norge. Tilsvarende presentasjon for 4. klasse er gitt i figur 10.2. Figur 10.1 viser at gjennomsnittsnivået i matematikk i 8. klasse øker for hver høyere kategori av antall bøker. Forskjellen mellom to påfølgende kategorier er størst mellom ”11–25” og ”26–100”. Figur 10.2 viser at det ikke er noen forskjell i gjennomsnittsnivå mellom de to høyeste kategoriene av antall bøker for 4. klasse. For de lavere kategoriene er det derimot markante forskjeller i nivå mellom påfølgende kategorier.

Figur 10.1 Gjennomsnittsskåre i matematikk som funksjon av antall bøker i hjemmet for 8. klasse i Norge, med 95 % konfidensintervaller.



Figur 10.2 Gjennomsnittsskåre i matematikk som funksjon av antall bøker i hjemmet for 4. klasse i Norge, med 95 % konfidensintervaller.



10.3.2 Mors og fars utdanning

Elevspørreskjemaet i TIMSS 2003 inneholder spørsmål om mors og fars utdanningsnivå. I TIMSS 1995 inngikk også spørsmål om mors og fars utdanning, men med litt andre svaralternativer, så det gir ikke uten videre mening å sammenlikne styrken på relasjonene direkte. Det kan nevnes at Hægeland mfl. (2004) har studert sammenhengen mellom foreldrenes utdanning og elevens karakterer i ulike fag på ungdomstrinnet. De fant at sammenhengen var sterkest for matematikk. Følgende spørsmål ble stilt om mors utdanningsnivå i elevspørreskjemaet i TIMSS 2003, med tilsvarende spørsmål om far:

Hva er den høyeste utdanningen din mor (kvinnelig foresatt) har fullført?

Ikke fullført barneskole/Barneskole/Ungdomsskole/Videregående skole/Kort utdanning ved høyskole (1–2 år)/ Universitet eller høyskole minst 3 år/Universitet eller høyskole minst 5 år/ Vet ikke.

I analysene har vi tillagt alternativene tallverdier fra 0 til 6, og sammenhengene med prestasjoner er gitt i tabell 10.2. Dette spørsmålet ble kun stilt til åttendeklassingene. Man antar at fjerdeklassingenes kjennskap til foreldrenes utdanning vil være for begrenset til at det er meningsfullt å stille spørsmålet. I denne forbindelse må det nevnes at også om lag halvparten av åttendeklassingene har krysset av for "Vet ikke" for dette spørsmålet. De fleste av elevene som gir et svar, oppgir at foreldrene har høyere utdanning. Det er med andre ord en tydelig tendens til at de elevene som har foreldre med høyere utdanning, i større grad kjenner til foreldrenes utdanningsnivå. Elevene som har svart "Vet ikke", inngår naturlig nok ikke i analysene som er presentert i tabell 10.2. Med andre ord er ikke resultatene i tabell 10.2 representative for hele populasjonen.

Dette må man ta med i betraktning ved lesing og fortolkning av resultatene i tabell 10.2.

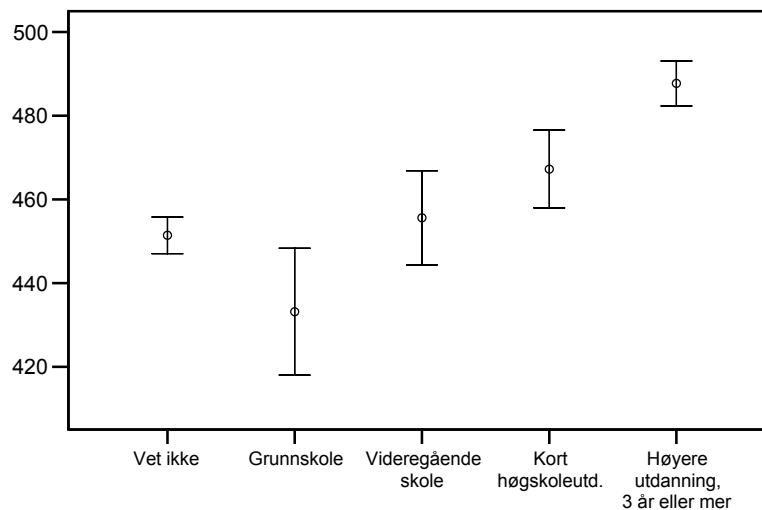
Tabell 10.2 *Andeler av varians i fagskåre forklart av foreldrenes utdanningsnivå (8. klasse)*

Land	Matematikk (far)	Matematikk (mor)	Naturfag (far)	Naturfag (mor)
Japan	11 %	7 %	7 %	4 %
Nederland	7 %	8 %	7 %	9 %
Norge	7 %	8 %	4 %	7 %
Slovenia	5 %	7 %	5 %	7 %
Sverige	6 %	7 %	4 %	9 %
USA	13 %	9 %	13 %	9 %

Resultatene i tabell 10.2 viser kun små forskjeller mellom de to fagene når det gjelder sammenhengene mellom fagskåre og henholdsvis mors og fars utdanning i alle landene. Det er også påfallende at styrken på sammenhengene er omtrent i samme størrelsesorden i de fleste av landene. Hvorvidt sammenhengene tenderer til å være sterkere for mor eller for far, varierer imidlertid. I Norge er det en svak tendens til at mors utdanning henger sterkere sammen med naturfagprestasjoner enn det fars utdanning gjør.

Figur 10.3 viser faglig nivå i matematikk i 8. klasse som funksjon av mors høyeste utdanningsnivå i Norge. Resultatene viser at det mest markante skillet mellom to påfølgende kategorier er mellom "Kort høyskoleutdanning" og "Høyere utdanning, 3 år eller mer".

Figur 10.3 *Gjennomsnittsskåre i matematikk som funksjon av mors høyeste utdanningsnivå for 8. klasse i Norge, med 95 % konfidensintervaller.*



10.4 Økonomisk kapital og prestasjoner

Noen av gjenstandene det spørres om i elevspørreskjemaet, kan også anvendes som indikasjoner på økonomisk kapital i hjemmet. De mest typiske ”gjenstandene” i så måte er i den nasjonale delen av elevspørreskjemaet:

- Hytte og/ eller stor båt
- Mer enn ett TV-apparat
- Mer enn ett baderom
- Mer enn én bil

Flere av disse ”gjenstandene” har også blitt brukt som mål for økonomisk kapital i PISA-studien (se Lie mfl. 2001). I og med at disse spørsmålene kun ble stilt i Norge, presenterer vi bare norske resultater. Resultatene viser at økonomisk kapital i hjemmet kun kan forklare en ubetydelig andel (1–2 %) av variansen i prestasjoner i både matematikk og naturfag i Norge. Dette resultatet er konsistent med tidligere funn fra både TIMSS og PISA og illustrerer et karakteristisk og stabilt trekk ved norsk skole og samfunn: Faglig nivå på disse trinnene i utdanningssystemet henger i svært liten grad sammen med hjemmets økonomiske ressurser.

10.5 Språklig bakgrunn og prestasjoner

Språklig bakgrunn er et viktig aspekt ved hjemmebakgrunn. I elevspørreskjemaet ble det stilt spørsmål om hvor ofte eleven snakker norsk hjemme med alternativene: *Alltid/Nesten alltid/Av og til/Aldri*. Fordelingen av de norske elevenes svar er gitt i tabell 10.3. Tabell 10.4 viser sammenhengene mellom hvor ofte elevene snakker testspråket hjemme, og prestasjoner i matematikk og naturfag. Relasjonene er omtrent like sterke som det man fant i TIMSS 1995 for Norge (Lie mfl.1997a). Tabell 10.5 viser hvor mye lavere de elevene som svarer *av og til* eller *aldri*, skårer sammenliknet med de elevene som svarer *alltid* eller *nesten alltid*. I og med at gjennomsnittlig spredning internasjonalt er 100, kan tallene også leses som prosentandeler av et standardavvik. Resultatene viser at forskjellen er størst i naturfag for begge klassetrinn, og for hvert fag er forskjellene mindre på 8. trinn enn på 4. trinn.

Tabell 10.3 *Fordeling av norske elever etter hvor ofte de snakker norsk hjemme*

	Alltid/ Nesten alltid	Av og til	Aldri
4. klasse	94 %	5 %	1 %
8. klasse	95 %	4 %	1 %

Tabell 10.4 *Andeler av varians i fagskåre forklart av hvor ofte eleven snakker testspråket hjemme*

Land	Matematikk (4. klasse)	Naturfag (4. klasse)	Matematikk (8. klasse)	Naturfag (8. klasse)
Japan	3 %	3 %	1 %	1 %
Nederland	5 %	5 %	3 %	4 %
Norge	2 %	2 %	1 %	3 %
Slovenia	0 %	1 %	2 %	3 %
Sverige	deltok ikke	deltok ikke	3 %	5 %
USA	5 %	7 %	2 %	4 %

Tabell 10.5 *Forskjeller i fagskåre mellom elevene som alltid/nesten alltid kontra av og til/aldri snakker norsk hjemme*

Land	Matematikk (4. klasse)	Naturfag (4. klasse)	Matematikk (8. klasse)	Naturfag (8. klasse)
Hvor mye lavere skårer elevene som sier at de av og til eller aldri snakker norsk hjemme?	54 poeng	66 poeng	38 poeng	56 poeng

10.6 Har betydningen av hjemmebakgrunn økt siden 1995?

Med utgangspunkt i blant annet en artikkel av Bakken (2004) har det oppstått en debatt om hvorvidt den sosioøkonomiske reproduksjonen i norsk skole har blitt sterkere de siste årene. Bakken tok utgangspunkt i en hypotese om at norsk skole i økende grad har bidratt til å reprodusere sosioøkonomiske ulikheter i løpet av det siste tiåret. Skolereformene har lagt opp til nye arbeidsformer i form av prosjektarbeid og mer elevstyrte aktiviteter. Det kan være rimelig å anta at undervisningsopplegg hvor ansvaret for læringen i større grad tillegges eleven, er bedre tilrettelagt for skoleflinke elever som klarer seg godt på egen hånd. Konsekvensen kan være at ungdom i økende grad blir avhengige av foreldrenes evner og skolerelevante ressurser for å få fullt utbytte av skolegangen, noe som vil kunne medføre sterkere reproduksjon. Også Haug (2004) påpeker at prosjektarbeid og ansvar for egen læring kan favorisere elever som har tett oppfølging fra foreldrene. Det kan tenkes at det er foreldre med høy utdanning som gir dette i størst grad. Basert på dataene fra den landsomfattende undersøkelsen "Ung i Norge" som ble gjennomført i 1992 og 2002, finner Bakken en svak tendens til at betydningen av SES har økt. Det må imidlertid understrekes at indikasjonene er svake. Basert på denne studien er det også interessant å se om vi kan finne forskjeller i dataene fra TIMSS 1995 og TIMSS 2003 når det gjelder sammenhengen mellom faglige prestasjoner og SES. Basert på analyser av data fra PISA 2000 og PISA 2003 konkluderte vi med at det ikke er grunnlag for å si at sammenhengen mellom matematikkkompetanse og SES har blitt sterkere fra 2000 til 2003 (Kjærnsli mfl. 2004). I TIMSS kan vi derimot gjøre

en sammenlikning åtte år tilbake i tid, og det kan derfor tenkes at konklusjonen her blir en annen.

For å kunne gjøre en slik sammenlikning må vi ta utgangspunkt i mål for hjemmebakgrunn som er identiske i de to fasene av TIMSS. Dette gjelder spørsmålet om antall bøker i hjemmet og spørsmål om tilstedeværelsen av en rekke ”gjenstander” i hjemmet. Noen av ”gjenstandene” måler primært økonomisk kapital, andre primært kulturell kapital:

- Lommeregner
- Datamaskin
- Skrivebord
- Ordbok
- Leksikon
- Atlas
- Globus
- Kikkert
- Akvarium
- Piano
- Hytte eller stor båt
- Videospiller
- Videokamera
- Mer enn ett TV
- Mer enn ett baderom
- Mer enn en bil

I tabell 10.6 sammenliknes andelen forklart varians i fagskåre i 1995 og 2003. Tabellen viser at for 8. klasse er det en tendens til at sammenhengen med SES har blitt sterkere fra 1995 til 2003. En svakere tendens i samme retning fant vi også fra PISA 2000 til PISA 2003, men denne forskjellen kan forklares ved at testen i 2003 har større reliabilitet som en følge av flere oppgaver. I TIMSS har testene i 1995 og 2003 tilnærmet samme reliabilitet, og tendensen er sterkere. Analysene fra TIMSS gir med andre ord indikasjoner i samme retning som det Bakken (2004) fant i sine analyser av data fra 1992 og 2002. En grunnleggende forutsetning er imidlertid at tilstedeværelsen av gjenstandene er relatert til SES på samme måte i 1995 og 2003. Hvis hyppigheten av gjenstandene varierer betydelig de to årene, er det nærliggende å slutte at relasjonen til det underliggende begrepet ikke er helt den samme. En sammenlikning av frekvensfordelingene i 1995 og 2003 viser at for flere av ”gjenstandene” er det betydelige forskjeller. Ifølge åttendeklassingene i 1995 var det flere hjem med mange bøker da enn i 2003. Motsatt oppgir åttendeklassingene i 2003 større hyppighet av økonomiske indikatorer som hytte, båt og bil. En indikator som ”Piano” er ifølge elevene like vanlig i 2003 som i 1995. I 1995 var korrelasjonen for denne indikatoren 0,14 i matematikk og 0,10 i naturfag. I 2003 er de tilsvarende korrelasjonene 0,17 og 0,16. Tendensen er med andre ord at betydningen av SES er blitt sterkere siden 1995 for de eldre elevene.

Tabell 10.6 *Andeler forklart varians av SES (økonomisk og kulturell kapital) i 1995 og 2003 i Norge*

Land	Matematikk (4. klasse)	Naturfag (4. klasse)	Matematikk (8. klasse)	Naturfag (8. klasse)
1995	16 %	15 %	10 %	8 %
2003	16 %	12 %	13 %	13 %

10.7 Veien videre: utdanningsambisjoner og hjemmebakgrunn

Så langt i dette kapitlet har vi studert sammenhengene mellom fagskåre og hjemmebakgrunn i 4. klasse og 8. klasse. Men hva med elevenes videre utdanningsambisjoner? I hvor stor grad henger de sammen med hjemmebakgrunn? Flere studier har påvist at valg av videre utdanning henger sammen med hjemmebakgrunn (se for eksempel Hansen 1999), og at faktisk også nyutdannede akademikerens posisjon i arbeidsmarkedet i noen grad henger sammen med deres hjemmebakgrunn (Opheim 2004).

I elevspørreskjemaet i TIMSS ble det stilt spørsmål om elevens egne utdanningsambisjoner. Spørsmålet ble ikke stilt til fjerdeklassingene, med samme begrunnelse som for spørsmålet om foreldrenes utdanning.

Hvor mye utdanning har du selv tenkt å ta? Videregående skole / Kort utdanning ved høyskole (1–2 år) / Universitet eller høyskole (minst 3 år) / Universitet eller høyskole (minst 5 år) / Jeg vet ikke.

En tredel av de norske elevene svarte ”Vet ikke” på dette spørsmålet. Tabell 10.7 viser hvor stor andel av variasjonen i elevenes utdanningsambisjoner som kan forklares av deres hjemmebakgrunn. De målene for hjemmebakgrunn som er felles for alle landene, er tatt med i beregningene. Det er med andre ord snakk om ”Antall bøker i hjemmet”, ”Mors og fars utdanning” og ”Språklig bakgrunn”.

Tabell 10.7 *Andeler av varians i elevenes utdanningsambisjoner forklart av hjemmebakgrunn*

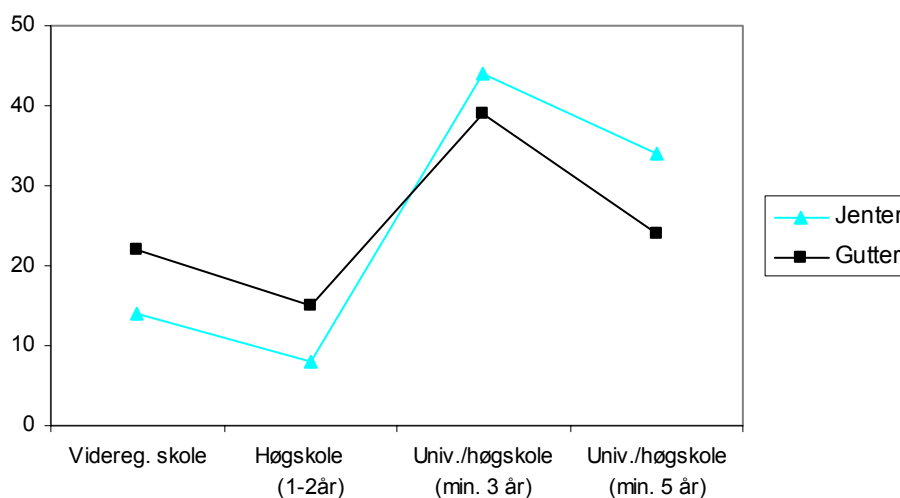
Land	Andel forklart varians
Japan	7 %
Nederland	11 %
Norge	10 %
Slovenia	11 %
Sverige	15 %
USA	9 %

Resultatene i tabell 10.7 viser at i Norge kan 10 % av variansen i forventet utdanningsnivå forklares av hjemmebakgrunn. Sverige har en sterkere sammenheng enn Norge. I denne forbindelse kan det nevnes at i PISA 2003 hadde Norge den sterkeste sammenhengen mellom forventet utdanningsnivå og SES

blant de nordiske landene (Kjærnsli mfl. 2004). Dette gjaldt tiendeklassinger i Norge.

Figur 10.4 viser for ulike utdanningsnivåer hvor stor prosentandel av hvert kjønn som planlegger å fullføre *og dermed avslutte* sin utdanning på vedkommende nivå. Dataene gjelder Norge, og den tredelen av elevene som svarer at de ikke vet, er holdt utenfor i analysene. Vi ser av figuren at guttene ligger høyere når det gjelder å nøye seg med utdanning på de lavere nivåene. Når det derimot gjelder ambisjoner om lengre høyere utdanning, er det jentene som dominerer. Kvinner er i dag i flertall blant studentene i høyere utdanning (Aamodt & Stølen 2003). Dataene som er presentert på figur 10.4, indikerer at dette bildet vil opprettholdes og trolig forsterkes ytterligere. Resultatene på figur 10.4 er samsvarende med tilsvarende funn i PISA 2003 (Kjærnsli mfl. 2004).

Figur 10.4 Forventet utdanningsnivå for jenter og gutter i Norge. Prosentandeler av de elevene som har gitt et svar



10.8 Avsluttende kommentarer

Resultatene fra TIMSS når det gjelder sammenhengen mellom hjemmebakgrunn og fagskåre, stemmer godt med tidligere resultater fra både TIMSS og PISA. Norge er kjennetegnet av svake sammenhenger mellom økonomisk kapital i hjemmet og faglige prestasjoner. Når det derimot gjelder sammenhengen mellom kulturell kapital og prestasjoner, framstår *ikke* Norge som et land med spesielt svake sammenhenger i et internasjonalt perspektiv.

Det er ikke åpenbart hvilke slutninger som kan trekkes ut fra de empiriske sammenhengene vi finner mellom hjemmebakgrunn og faglige prestasjoner. Ikke minst kan dette være problematisk ved sammenlikning mellom land. Det

teoretiske rammeverket som er presentert innledningsvis i dette kapitlet, beskriver på hvilken måte de ulike aspektene ved SES kan ha betydning for skoleprestasjoner. Men i tillegg til økonomisk, kulturell og sosial kapital i hjemmet, vil også selvsagt elevenes evnemessige forutsetninger ha stor betydning for prestasjoner i skolen. Selve begrepet ”evnemessige forutsetninger” er komplisert, men vi velger å ikke gå inn i en drøfting av dette begrepet her. I hvor stor grad SES og evnemessige forutsetninger er korrelerte størrelser, vil kunne variere fra samfunn til samfunn. Hvis sammenhengen er til stede, noe den mest sannsynlig er i de aller fleste samfunn, vil vi ha et potensielt fortolkningsproblem. Hægeland mfl. (2004) formulerer det slik: *However, the correlation between parents' education and children's test scores may reflect that clever parents get clever children who do well at school” (s.10).*

Hvor sterk denne sammenhengen er, vil altså kunne variere fra land til land. I land med godt utbygde offentlige støttesystemer for utdanning er det rimelig å anta at korrelasjonen mellom evnemessige forutsetninger og utdanningsnivå vil være sterkere. På denne måten kan sammenhengen mellom skoleprestasjoner og SES gjenspeile mer allmenne trekk ved det enkelte samfunn heller enn spesifikke sider ved det enkelte skolesystem. Utsagn om at noen skolesystemer ”lykkes” bedre enn andre når det gjelder å jevne ut sosiale skiller i læringsutbytte, kan i lys av dette være høyst problematisk. Skolesystemer kan vanskelig jevne ut forskjeller i evnemessige forutsetninger. Vi vil derfor advare mot ukritiske slutninger av denne typen.

11 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

I dette avsluttende kapitlet vil vi først gi en punktvis oppsummering av de viktigste funnene i hvert av ”resultatkapitlene” nr. 1, 4 og 6–10. Deretter vil vi sammenlikne norske resultater på de ulike fagområdene med data om undervisning og læreplanen for de samme områdene. Videre vil vi summere opp noen sentrale konklusjoner fra PISA-undersøkelsen. Basert på både PISA og TIMSS vil vi til slutt sammenfatte alle funnene til et samlet budskap, som unektelig er nokså dystert for realfagenes vedkommende. Det sentrale temaet vil være hva dette budskapet forteller om norsk skole, og ikke minst vil vi gi vårt syn på hva som ligger bak denne situasjonen.

11.1 Oppsummering av funn fra resultatkapitlene

Først i dette kapitlet vil vi gi en punktvis oversikt over det vi mener er de viktigste funnene i hvert av ”resultatkapitlene” 1, 4 og 6–10. Denne oversikten vil tjene både som en opptakt til resten av kapitlet og som hjelp til å finne fram til hvor ulike temaer er diskutert. Våre hovedfunn er kort oppsummert disse:

Kapittel 1

- I matematikk presterer norske elever både i 4. og i 8. klasse lavere enn gjennomsnittet og langt etter land vi gjerne vil sammenlikne oss med.
- I naturfag skårer elevene våre på begge trinn omtrent som gjennomsnittet, men også det er svakere enn land vi gjerne sammenlikner oss med.
- Tilbakegangen siden 1995 har vært stor for begge populasjonene og i begge fagene. Vi kan si at norske elever i dag ligger mellom et halvt og ett år etter det nivået like gamle elever lå på i 1995.

Kapittel 4

- Vi finner ingen signifikante kjønnsforskjeller i Norge når det gjelder prestasjoner i matematikk. Internasjonalt varierer det mellom land hvilket kjønn som presterer best, med en gjennomsnittlig kjønnsforskjell for alle landene som er tilnærmet null.
- Både i 8. klasse og i 4. klasse presterer norske elever best på området datarepresentasjon og svakest på områdene tall og algebra/mønstre. Dette samsvarer godt med resultatene i TIMSS 1995.
- Resultatene fra oppgaveeksemplene understøtter at det er særlig innen formell matematikk at norske elever presterer lavt. Det gjelder for eksempel å kunne bruke de fire regningsartene på heltall i 4. klasse og desimaltall i 8. klasse.

Kapittel 6

- I 8. klasse er det små, men signifikante kjønnsforskjeller i guttenes favør i naturfag både i Norge og for det internasjonale gjennomsnittet. I 4. klasse er forskjellene noe mindre og går noe mer i jentenes favør, men de er ikke signifikante i Norge eller for det internasjonale gjennomsnittet.
- I 8. klasse presterer norske elever relativt best på fagområdet geofag og dårligst på områdene fysikk og kjemi. I 4. klasse presterer de relativt best i biologi og dårligst i fysikk/kjemi, som her er slått sammen til ett område.
- Det er stor variasjon mellom de ulike fagområdene når det gjelder kjønnsforskjeller blant de norske elevene. I 8. klasse er det størst kjønnsforskjell i geofag, der guttene skårer klart bedre enn jentene. De norske guttene skårer også bedre i kjemi, fysikk og miljølære, mens jentene skårer noe bedre i biologi. I 4. klasse er forskjellene mindre, og her skårer de norske jentene noe bedre enn guttene på alle de tre områdene.

Kapittel 7

- Norske elever framstår med omtrent gjennomsnittlig positive holdninger til matematikk og naturfag i 4. klasse, men betydelige under gjennomsnittet i 8. klasse. I 8. klasse kan det spores en mer positiv holdning til naturfag og mindre positiv til matematikk enn det var i TIMSS 1995.
- Elevene markerer høyere interesse for naturfag enn matematikk, men matematikk framstår i større grad enn naturfag som et fag det er viktig å mestre.
- Norske elever markerer seg internasjonalt med høy selvoppfatning i realfagene. På bakgrunn av resultatene kan dette karakteriseres som litt urealistisk, og det er trolig et vitnesbyrd om at de i liten grad har vært utsatt for krevende utfordringer.
- I 8. klasse har guttene mer positive holdninger til og høyere selvoppfatning i realfagene enn jentene har i vårt land. I 4. klasse er det jentene som har mest positive holdninger til realfagene, mens kjønnsforskjellene i selvoppfatning er små.

Kapittel 8

- Norske matematikklærere har et generelt høyt utdanningsnivå, men lite spesifikk utdanning i matematikk. Norske matematikklærere deltar i påfallende liten grad i etter- og videreutdanning som er relevant for matematikkundervisning.
- I Norge anvendes omtrent like stor andel av den totale undervisningstiden til matematikk som gjennomsnittlig internasjonalt for 8. klassetrinn. For 4. klassetrinn ligger Norge betydelig lavere enn gjennomsnittet.

- Undervisningen i matematikk i Norge er i liten grad preget av noen gjennomgående faglige temaer. Matematikk i Norge knyttes i mindre grad til dagliglivet enn det som er vanlig internasjonalt.
- Matematikkundervisningen i Norge er preget av at elevene i stor grad arbeider på egen hånd med oppgaver, og av at norske elever i liten grad i forhold til internasjonalt gjennomsnitt hører på at læreren forklarer.
- I Norge har vi god tilgang på datamaskiner i matematikkundervisningen, men de blir lite brukt.

Kapittel 9

- Norske naturfaglærere framstår med et høyt generelt utdanningsnivå i et internasjonalt perspektiv, men de har lite spesifikk utdanning i naturfag og deltar i påfallende liten grad i etter- og videreutdanning som er relevant for undervisning i faget.
- I Norge anvendes omtrent like stor andel av den totale undervisningstiden til naturfag som gjennomsnittlig internasjonalt for 8. klasstrinn. For 4. klasstrinn ligger Norge noe lavere enn gjennomsnittet.
- I norsk naturfagundervisning brukes det relativt mye tid på geofag og lite tid på fysikk sammenliknet med det som er vanlig internasjonalt.
- Det drives mindre eksperimentell undervisning i Norge enn gjennomsnittet internasjonalt.
- I et internasjonalt perspektiv er norsk naturfagundervisning kjennetegnet ved at elevene i større grad enn vanlig arbeider med oppgaver på egen hånd.

Kapittel 10

- Resultatene fra TIMSS når det gjelder sammenhengen mellom hjemmebakgrunn og fagskåre, stemmer godt med tidligere resultater fra både TIMSS og PISA.
- Når det gjelder sammenhengen mellom kulturelle ressurser og prestasjoner, framstår ikke Norge som et land med spesielt svake sammenhenger i et internasjonalt perspektiv.
- Norge er kjennetegnet av svake sammenhenger mellom hjemmets økonomiske ressurser og faglige prestasjoner.

11.2 Sammenheng mellom resultater, undervisning og læreplan

11.2.1 Intendert, implementert og resultert "læreplan"

Vi ønsker nå å sammenlikne resultatene i 8. klasse på hvert fagområde med hvordan fagområdet er dekket i L97, og hvor grundig området er behandlet i undervisningen. Rammeverket for TIMSS (Mullis mfl. 2003, s. 3) beskriver disse tre sidene av en læreplan ("curriculum"):

- Den intenderte læreplanen ("the intended curriculum"): Hva det er meningen at elevene skal lære, slik dette er formulert i den formelle læreplanen, hos oss L97
- Den implementerte læreplanen ("the implemented curriculum"): Hva elevene "tilbys" av undervisning
- Den resulterte læreplanen ("the attained curriculum"): Hva elevene faktisk lærer

I TIMSS er det data på alle disse tre nivåene, og vi vil her gjøre noen sammenlikninger mellom dem på 8. klassetrinn. For hvert av de faglige områdene det er resultater for, vil vi sammenlikne de norske prestasjonene med den vekten L97 og lærerne i sin undervisning legger på området.

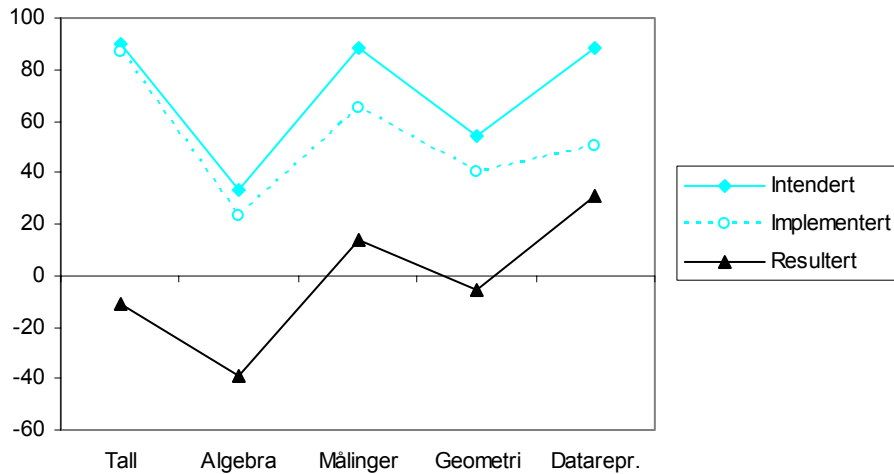
Som forklart i kapittel 2 gir rammeverket for hvert fagområde en beskrivelse av de emnene der det ble laget en eller flere oppgaver. Som et mål på den intenderte læreplanen framskaffet de nasjonale prosjektgruppene i hvert land data ved å undersøke hvilke av emnene i rammeverket som er dekket av landets formelle læreplan til og med det aktuelle klassetrinnet. Når det gjelder den implementerte læreplanen, har lærerne angitt hvilke av disse emnene som er undervist i løpet av 8. klasse (inkludert en stipulering for den tiden som var igjen av skoleåret).

11.2.2 Sammenlikning mellom de tre nivåene

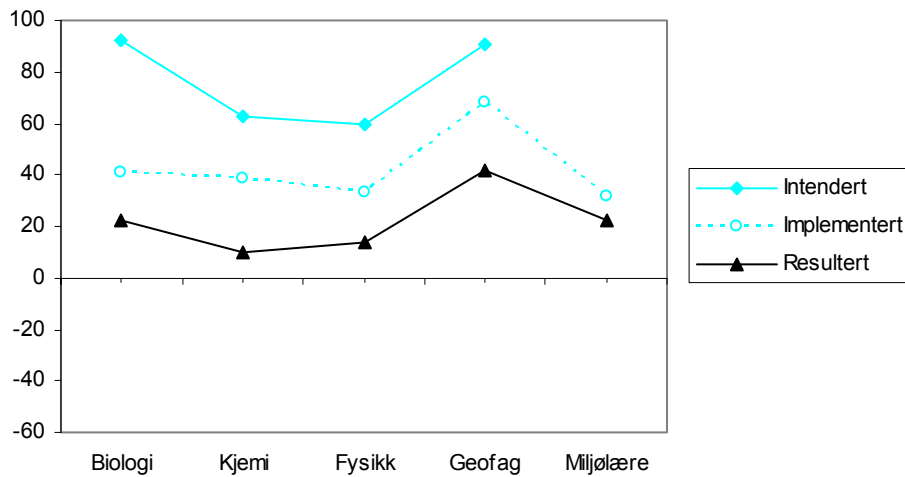
Figurene 11.1 og 11.2 viser sammenhengen mellom de tre nivåene av "læreplanen" i 8. klasse. Figuren er bare ment å illustrere sammenhengen. De faktiske tallstørrelsene må ikke tas for "bokstavelig", siden de ikke representerer sammenliknbare størrelser. Vi vil uttrykkelig understreke at det bare er *formen* på de tre kurvene det er meningsfullt å sammenlikne. For prestasjoner har vi for hvert emneområde angitt vårt lands skåre minus det internasjonale gjennomsnittet. Når det gjelder det intenderte og det implementerte nivået, har vi framstilt prosentandelen av de angitte emnene i TIMSS som er dekket av henholdsvis L97 og av lærernes undervisning. Siden det er så få emner i miljølære, blir ikke prosentandelen som er "dekket", særlig meningsfull, og vi har derfor valgt å ikke gi læreplandata for dette emnet.

De to figurene 11.1 og 11.2 illustrerer noen interessante poenger. Først og fremst går det tydelig fram at norske elever skårer relativt best på fagområder der mange av emnene er dekket av L97, og som er viet mye tid i undervisningen i 8. klasse. Det er kanskje uventet at undervisningen i 8. klasse skulle spille så stor rolle, men til en viss grad speiler fordelingen mellom fagområdene det som er typisk for fagene også i 6. og 7. klasse. Det som derimot er langt fra uventet, er at elevene skårer forholdsvis best på det som vektlegges mest. Vi kan vel si at dette bekrefter det nokså selvsagte, nemlig at undervisning nytter, og at man blir bedre i det man trener på. Vi får imidlertid ikke av dette noen anvisning på hvordan vi kan heve det faglige nivået totalt sett.

Figur 11.1 Sammenlikning mellom intendert, implementert og resultert læreplan for matematikk i 8. klasse. Se teksten for forklaring



Figur 11.2 Sammenlikning mellom intendert, implementert og resultert læreplan for naturfag i 8. klasse. Se teksten for forklaring



De prioriteringene av faglig art som ligger til grunn for kurvenes utseende, har sin bakgrunn i et bevisst syn på realfagene som særlig rettet mot perspektiver og anvendelse i dagligliv og samfunn, i tråd med den generelle delen av L97. Det eneste som ser ut til å skurre litt i så måte, er de lave norske prestasjonene i miljølære. Til og med navnet på faget i grunnskolen, natur- og miljøfag, skulle

tilsi at norske elever her hadde en særlig styrke. Når dette ikke synes å være tilfellet, henger det sammen med at miljømner slett ikke inngår med særlig vekt, verken i målene for faget eller som et eget hovedmoment i planen. I en internasjonal sammenheng framstår navnet på faget i norsk skole som rett og slett misvisende.

Et annet poeng som går fram av figurene, er at matematikk tydeligvis er verre stilt enn naturfag. Det ser ikke ut til at matematikkprøven har falt ”verre” ut enn naturfagprøven, hvis vi dømmer etter hvor godt prøvene passer med vektlegging i læreplan og undervisning. En slik sammenlikning er likevel nokså overflattisk, idet ethvert emne kan behandles på forskjellige nivåer, og det er tydeligvis slik at elevene skårer lavt på viktige områder selv om mange av emnene er behandlet. I mange sammenhenger er de behandlet på et lavere nivå enn mange av oppgavene forutsetter. Og videre er det slik at evnen til analytisk resonnering er en underliggende faktor som utfordres i de fleste TIMSS-oppgavene, og den evnen er ikke spesielt knyttet til noe spesielt emne. I hvor stor grad undervisningen makter å fremme denne faktoren, kan ikke dataene på figurene si noe om.

I matematikk framstår de svake prestasjonene i algebra, altså den mest formelle delen av faget, som et tydelig resultat av en bevisst prioritering. Prestasjonene i emnet tallregning er riktignok bedre, men likevel er det her spriket mellom intensjoner og resultater synes å være størst. Forholdet mellom formelle kunnskaper i og anvendelser av matematikk er diskutert i kapittel 3 og vil også være et tema i den avsluttende diskusjonen i denne rapporten.

Dataene peker altså på at den implementerte og den intenderte læreplanen langt på vei forklarer *strukturen* i de norske prestasjonene. Men de gir likevel ingen god forklaring på de generelle prestasjonene i hvert av de to fagene. Norsk skole ligger ikke spesielt lavt i timetall når det gjelder realfagene i 8. klasse. Skal vi forklare hvorfor de norske elevene ikke skårer høyere enn de gjør totalt sett, kan vi ikke finne forklaring på det ved å se på fordelingen av emner det blir undervist i. Det er derfor nærliggende i det følgende å rette oppmerksomheten mot typen undervisning og kvaliteten på den, nærmere bestemt hvordan den foregår, og hvilke forutsetninger for læring den skaper.

11.3 TIMSS som vurdering i norsk skole

Som vi har pekt på tidligere i denne rapporten, er målene i L97 mangfoldige, og mange av dem er av en karakter som gjør det umulig å vurdere om de er nådd eller ikke, eller til og med om man er på rett vei til å nå dem. I en internasjonal undersøkelse vil selvsagt det komparative perspektivet være sentralt, noe som naturlig flytter fokus vekk fra hvorvidt mål i L97 er nådd. Men et internasjonalt perspektiv gir oss likevel en mulighet for å diskutere nasjonale mål og operasjonalisere dem på en meningsfull måte. Å se hva andre land lykkes med og ikke lykkes med, kan være viktige premisser i vårt land. På bakgrunn av TIMSS-resultater går det for eksempel an å diskutere om målene er oppfylt i en grad som oppfattes som rimelig. Ved å se hva andre lands elever klarer å

mestre, kan vi lettere vurdere hva vi kan forvente av våre egne. I et komparativt perspektiv kan vi også på en meningsfull måte snakke om at prestasjonene viser relativt ”stor” variasjon og forholdsvis ”sterk” sammenheng med elevenes hjemmeforhold.

Vi har i kapitlene 3 og 5 gitt våre vurderinger av hvor godt L97 dekker kompetansene i matematikk og naturfag slik disse er definert i rammeverket for TIMSS. Selvsagt er det emner som norske elever ennå ikke har fått undervisning i, men det gjelder for alle land. Det er påvist i de internasjonale rapportene (Mullis mfl. 2004, Martin mfl. 2004) at norske elever ikke ville prestert vesentlig bedre om bare de oppgavene som passet best med L97, var blitt lagt til grunn for resultatene. En norsk ”favorittprøve” i TIMSS ble satt sammen av bare de oppgavene i TIMSS som er tydelig dekket av norsk læreplan. På tilsvarende måte lagde man hvert lands favorittprøve og studerte hvordan sammenlikningene mellom landene falt ut for hver av dem. Det er overbevisende påvist at de enkelte land ikke i betydelig grad ville favoriseres av sitt eget oppgaveutvalg. Sammenlikningene av faglige prestasjoner mellom land i TIMSS er derfor i stor grad robuste overfor nøyaktig hvilke oppgaver som brukes til å sammenlikne.

Rammeverket i TIMSS er å betrakte som en slags internasjonal intendert ”læreplan” i den forstand (og *bare* i den forstand!) at den i seg selv gir en realistisk beskrivelse av intensjoner for skolens realfagundervisning verden rundt. Den dekker mer enn det som er felles for alle land, men så godt det har latt seg gjøre, er likevel ingen land eller grupper av land favorisert i vektlegging av emner eller perspektiver.

Et viktig poeng som følger av dette, er at TIMSS er svært godt egnet til å sammenlikne resultater på en ”rettferdig” måte før og etter vår læreplanreform. Siden TIMSS-testene passer omtrent like ”godt” til M87 som til L97, vil en sammenlikning mellom resultatene i TIMSS 1995 og TIMSS 2003 gi svært relevant informasjon om virkningen av innføringen av L97. Viktig i denne sammenhengen er at en stor del av oppgavene fra tidligere undersøkelser er holdt hemmelig og brukt på nytt denne gangen, så sammenlikninger av prestasjoner er gjort med stor troverdighet og presisjon. For Norges vedkommende har vi altså sett en dramatisk tilbakegang, og det er en viktig oppgave å forstå bakgrunnen for det. Åpenbart lar ikke en slik tilbakegang seg forklare ved utvalget av emner i undervisningen.

11.4 Med PISA på sporet av den tapte kunnskap

PISA-undersøkelsen ble gjennomført samtidig med TIMSS i 2003, og resultatene er presentert omtrent samtidig. Som vi har beskrevet tidligere, utfyller de to studiene hverandre på flere måter, både når det gjelder fagdidaktiske perspektiver, klassetrinn, utvalgsriterier og hva det særlig blir fokusert på i spørreskjemaene. Vi ønsker å kunne diskutere situasjonen for realfagene i vårt land basert på informasjon fra begge undersøkelsene, og vi vil derfor kort nevne hva

som i PISA er trukket fram som de viktigste og mest problematiske funnene (se for øvrig Kjærnsli mfl. 2004, kapittel 11):

- De faglige prestasjonene i matematikk og naturfag for vårt land framstår som svake og under gjennomsnittet i OECD, og de er svakere enn i PISA 2000. Særlig påtakelig er tilbakegangen i naturfag.
- Norske elever skårer påfallende svakt i det nye tverrfaglige emnet ”Problemløsning”, som særlig måler elevenes evne til analytisk resonnering.
- Elevene våre synes å ha et dårlig repertoar av gode læringsstrategier, for eksempel metakognitive ferdigheter, bevissthet om og kontroll av egen læring. Dette framstår som et særlig stort problem i en skole som så sterkt vektlegger elevenes selvstendige læringsarbeid.
- Når det gjelder trening på elementære ferdigheter i matematikk, vektlegges dette lite i norsk skole. På den andre siden er det ingen land i PISA der korrelasjonen mellom omfanget av slik trening og prestasjoner er så høy som i vårt land. Ferdighetstrening er altså noe som kjennetegner gode elever i større grad enn i de fleste land.
- Det er svært mye bråk og uro i norske klasserom, både rektorer og elevene selv beskriver arbeidssituasjonen som problematisk, faktisk i større grad enn i noen andre OECD-land.
- Det pedagogiske klimaet i undervisningen beskrives også på andre måter som dårligere enn i de fleste andre land, både når det gjelder forholdet mellom lærer og elev og elevenes følelse av utbytte av undervisningen.

I rapporten fra PISA-undersøkelsen ble disse punktene ikke framstilt som en liste over isolerte problemer, men gitt en enhetlig fortolkning. Denne overordnede beskrivelsen av PISA-resultatene er i stor grad i tråd med resultatene fra TIMSS, og spesielt er det slik at elevenes prestasjoner på alle områder som kan sammenliknes, er gått tilbake i forhold til tidligere undersøkelser. Når vi nå ønsker å avslutte vår rapport med en samlende beskrivelse av situasjonen for realfagene i norsk skole, vil vår beskrivelse bygge på et rikt datagrunnlag fra både TIMSS og PISA.

11.5 Hva i all verden har skjedd i realfagene?

11.5.1 En enhetlig og subjektiv beskrivelse basert på TIMSS og PISA

Til sammen gir de to undersøkelsene TIMSS og PISA en svært omfattende datamengde om realfagenes situasjon i norsk skole. Hovedbudskapene om elevenes prestasjoner er langt på vei de samme, og slik sett styrkes troverdigheten til begge studiene. Som vi har beskrevet tidligere (se kapittel 2), utfyller de to studiene hverandre på flere måter og kan derfor til sammen gi en bredere og dermed bedre forståelse av situasjonen. Vi vil i resten av denne rapporten gi en beskrivelse av denne situasjonen. Men vi vil understreke at dette er *vår* versjon, og det er selvsagt slik at andre kan fortolke empirien annerledes. Det er derfor

viktig for oss å understreke uttrykkelig at vi i det følgende går ut over det som direkte følger av dataene selv, og våre fortolkninger er derfor subjektive i langt høyere grad enn de beskrivelsene av dataene vi har gitt tidligere i denne rapporten.

I vår søken etter forklaring på denne situasjonen vil vi i det følgende ofte referere til perspektiver og synspunkter fra PISA-rapporten, og vi gjør det ved hyppig bruk av sitater derfra. Disse sitatene vil bli knyttet til de nye og utdypende funnene fra TIMSS.

11.5.2 Where has all the knowledge gone?

Det mest iøynefallende med de norske resultatene er at resultatene gjennomgående er så svake. Norske elever på flere trinn i grunnskolen framstår med til dels oppsiktsvekkende svake kunnskaper og ferdigheter i realfag. Elever i land vi vanligvis pleier og liker å sammenlikne oss med, skårer til dels langt bedre enn de norske. Men enda mer påfallende enn de svake resultatene er den helt entydige tilbakegangen sammenliknet med tidligere undersøkelser. På alle områder der vi med god mening og presisjon kan sammenlikne, har vi påvist en tydelig svekkelse av elevenes kunnskaper og ferdigheter. Dette gjelder både på 4., 8. og 10. klassetrinn og både i matematikk og naturfag. Og siden de to studiene utfyller hverandre så godt, kan vi si at det gjelder for grunnleggende kunnskaper og ferdigheter så vel som for anvendelser i realistiske sammenhenger. Det er altså all grunn til å spørre med bokas tittel: Hva i all verden har skjedd i realfagene?

Tilbakegangen i PISA-resultatene var ikke så markert som i TIMSS. Dette må ses på bakgrunn av at tidsspennet bare gjaldt mellom 2000 og 2003. Med TIMSS er det annerledes, tidsspennet er lengre, og sammenlikninger kan gjøres med særlig stor presisjon siden så mange oppgaver var felles i 1995 og 2003. Det felles budskapet er ubønnhørlig: Norske elever synes å bli stadig dårligere i realfagene. Det mest oppsiktsvekkende er ikke tilbakegangen i seg selv, men at den er så stor og gjelder på alle områder. Særlig påfallende er det kanskje at fjerdeklassingene våre ligger så langt etter det tredjeklassingene gjorde i 1995. Det dårlige grunnlaget disse elevene har i realfagene, blir det ikke lett å ta igjen i årene framover.

I kapittel 1 har vi prøvd å anskueliggjøre *hvor* stor tilbakegangen fra 1995 har vært. For det formålet har vi sammenliknet med hvor mye framgang det i 1995 var fra ett skoleår til det neste, når vi ser på gjennomsnittet for alle landene. Det kan vi gjøre fordi hver populasjon i 1995 besto av to klassetrinn. Med et slikt mål kan vi for eksempel si at dagens fjerdeklassinger i matematikk ligger omtrent et halvt år *etter* det tredjeklassingene gjorde i 1995, på tross av ett år mer skolegang. På samme måte ligger dagens åttendeklassinger (som går i sitt sjuende skoleår) omtrent et helt år etter sjuendeklassingene i 1995. I naturfag er den tilsvarende tilbakegangen omtrent et helt år i 4. klasse og et halvt år i 8. klasse. Det går også an å bruke et slikt mål for å anskueliggjøre forskjeller mellom land. Det gir et realistisk inntrykk av nivåforskjeller å antyde at nivået i

8. klasse blant de beste østasiatiske landene svarer til over tre års forsprang på våre elever i matematikk og bortimot to år i naturfag. Det gir også mening å si at det forspranget svenske elever har på norske i 8. klasse, er omtrent det som kan forventes ved at elevene i Sverige er ett år eldre og har gått ett år mer på skolen. Når det gjelder vurdering av elevenes prestasjoner, er derfor situasjonen i Sverige nokså lik det den er i vårt land. For elever i Nederland, som er et av våre referanseland, kan vi antyde at i 8. klasse ligger de omtrent to år foran norske elever i matematikk og ett år foran i naturfag.

De negative tendensene både på kort og på lang sikt er helt tydelige, og det står for oss som helt nødvendig med en gjennomgripende diskusjon av hva som ligger bak denne utviklingen. Hvilken rolle L97 har hatt i den sammenhengen, er ikke selvsagt. Til det er det for mange andre tendenser i tiden som skolen bare er en del av. Men når det nå skal lages nye læreplaner, håper vi inderlig at PISA- og TIMSS-resultatene blir viktige premisser for en diskusjon om nødvendige endringer for å komme ”på sporet” som fører til bedre læring i realfagene.

11.5.3 Undervisningsformer

Vi vil starte dette delkapitlet med å gjengi noe tanker fra en nyutdannet lærer:

”En annen ting jeg har tenkt mye på dette året, er undervisningsmetoder. Jeg synes ting blir framstilt så enten – eller. Ikke bare under forelesninger ved praktisk-pedagogisk utdanning, men også i avisdebatter og slikt. Og da lurer jeg på om det er jeg som er merkelig siden jeg mener at den gylne middelvei er veien å gå. Ta prosjektarbeid, for eksempel. Ja, jeg ser at det har mye for seg. Det trener elevene i en annen type ferdigheter enn for eksempel tavleundervisning gjør. De lærer å samarbeide, de må snevre inn og konkretisere problemstillinger, de må søke etter informasjon, de må diskutere, vurdere og komme til kompromisser. Men det er ikke slik at prosjektarbeid ikke har noen negative sider, og det egner seg ikke til alt. Det er nok en kjensgjerning at det faglige utbyttet per tidsenhet, dersom det er en interessant måleenhet, blir mindre enn ved andre undervisningsmetoder. (...) Noen ganger tenker jeg at kanskje var ikke skolen så dum før. Hva er egentlig galt med pugging? Ikke alltid, og ikke som hovedregel. Men noen ganger. Pugg blir jo alltid et skjellsord i norsk skole, og det kan av og til virke som om tavleundervisning er i ferd med å havne i samme kategori. Noen ganger er det vel greit å pugge litt? Noe må man jo bare lære seg.” (Paulsen 2004, s. 68)

Med L97 har det skjedd en tydelig endring av undervisningsformer. L97 er i stor grad påvirket av et konstruktivistisk læringssyn: ”Elevene bygger i stor grad selv opp sin kunnskap, opparbeider sine ferdigheter og utvikler sine holdninger” (L97, s. 28). Vi har i kapittel 3 og kapittel 5 diskutert hva som ligger i et slikt læringssyn, og påpekt at det ikke går noen klar linje fra konstruktivisme til hvilke metoder som skal brukes i undervisningen. Dette blir også drøftet i PISA-rapporten:

”Det går ikke en entydig linje fra en betoning av elevens selvstendige konstruksjon av sin egen forståelse til ”elevsentrerte” arbeidsformer. Aktivt læringsarbeid skjer i hjernen, og hjerneaktiviteten er ikke avhengig av en bestemt arbeidsform.”

Det avgjørende er om læringsarbeidet makter å "trigge" denne aktiviteten. Det handler ikke om synlig aktivitet, heller ikke om at arbeidet er selvstendig eller selvinitiert. I forhold til læring er den formelle undervisningsformen langt på vei irrelevant. En god veileder kan legge til rette for at et selvstendig prosjektarbeid fremmer god læring. Men det krever at læringsmålene er i fokus både hos lærer og elev, og at prosjektarbeidet legges opp slik at disse målene fremmes. På samme måte kan en god formidler klare å fremme god læringsaktivitet hos sine tilhørere ved gjennomgang av nytt lærestoff. Men det krever på sin side en årvåkenhet overfor elevenes oppmerksomhet og reaksjoner, og ikke minst forutsetter det en kjennskap til hva elevene kan fra før." (Kjærnsli mfl. 2004, s. 255)

Etter vår mening er vi her inne på et hovedpoeng. I L97 understrekes det: "(...) at elevene skal være aktive, handlande og selvstendige. Dei skal få lære ved å gjere, utforske og prøve ut i aktivt arbeid fram mot ny kunnskap og erkjening" (L97, s. 75). At elevene skal være aktive, er ofte tolket som å drive med ulike aktiviteter av typen gruppearbeid, prosjektarbeid, lek og eksperimenter. Faren ved å fokusere så sterkt på spesielle arbeidsmetoder er at de faglige læringsmålene kan bli nedprioritert. Bruk av ulike læringsaktiviteter synes å ha preg av å være mål i seg selv uten at de relateres til klare læringsmål:

"Generelt sitter vi imidlertid med et inntrykk av at det er lite systematisk og oppsummert refleksjon rundt de ulike aktivitetenes læringspotensiale, hvilket igjen bidrar til at elevene vanskelig kan akkumulere kunnskap basert på systematiske erfaringer. Det faktum at det brukes lite tid til avrundning og oppsummering av de ulike aktivitetene bidrar videre til at de ulike aktivitetenes intensjoner blir uklare for elevene, og det etableres en svak relasjon mellom å gjøre noe og å lære noe." (Klette 2003, s. 73)

"Learning by doing" er et slagord som L97 langt på vei prøver å realisere. Men det Klette her peker på, er det åpenbare problemet som oppstår når elevene er overlatt til seg selv med å konstruere sin kunnskap ut fra et mylder av erfaringsbiter. Problemet synes å være at de ulike aktivitetene ofte blir gjennomført isolert fra den øvrige undervisningen og ikke blir satt inn i en helhetlig faglig sammenheng med klart definerte læringsmål. Uten forklarende oppsummering kan resultatet av mye "doing" lett bli "confusion" istedenfor "learning".

Vi er skeptiske til at noen undervisningsmåter i seg selv blir positivt ladet, mens formidling og forklaringer fra læreren synes å bli oppfattet negativt. Videostudien knyttet til TIMSS i 1995, hvor matematikkundervisningen i USA, Japan og Tyskland ble sammenliknet, viste at det var til dels store forskjeller på hvordan undervisningen ble drevet (Stigler & Hiebert 1999). Men forskjellen gikk ikke på om elevene hørte på læreren eller ikke, men mer på hvilken type refleksjon hos elevene læreren la opp til, på hvilken måte aktiviteter ble integrert i resten av undervisningen, og på bruken av oppsummeringer av det elevene hadde arbeidet med. Etter vår oppfatning er det nettopp disse fagdidaktiske sidene ved undervisningen i realfag som er avgjørende for god læring. Og god undervisning i denne forstand stiller store krav til læreren om både faglig og fagdidaktisk kompetanse. I kapitlene 8 og 9 kommer det klart fram at norske

lærere i liten grad har realfaglig kompetanse, spesielt mangler lærere som underviser i matematikk, fordypning i dette faget.

Sitatet fra Klette (2003) ovenfor tyder på at det ofte mangler en oppsummering fra lærerens side som kan strukturere lærestoffet for elevene etter en aktivitetsøkt. Den samme tendensen ser vi når det gjelder elevenes lekser. Som vi har sett i kapitlene 8 og 9, tyder TIMSS-dataene på at lekser både i matematikk og naturfag i forholdsvis liten grad blir brukt til oppfølging og utdyping i klassen.

11.5.4 Endrede elev- og lærerroller

I beskrivelsen av PISA-resultatene er de endrede elev- og lærerrollene trukket inn som vesentlige faktorer for å forstå situasjonen. Dette står å lese i PISA-boka:

”Den sterke demokratiseringsbølgen i skolen er et tegn i tida, sterkt autoritære holdninger er ikke lenger på sin plass, verken i skolen eller i arbeidslivet for øvrig. Demokratiseringen i skolen har gitt oss mye mer autonome elever, elever som kjenner til sine rettigheter og som stiller krav. (...) Elevenes behovstilfredsstillelse, til og med deres kortsiktige ønsker og behov, er i stor grad med på å prege arbeidet i skolen. (...) Med endret elevrolle har vi som en konsekvens fått en ny lærerrolle. I tråd med fokus på elevenes selvstendige læringsarbeid har lærerens oppgave blitt å legge til rette slik at læring kan skje. Forenklet kan vi si at lærerens rolle er endret fra formidler til veileder.

Mange lærere uttrykker usikkerhet om hvordan de skal opptre som veiledere for å fremme læring, og lærere som tidligere hadde sin styrke i god formidling, er ofte usikre på hvorvidt de i det hele tatt kan gjennomgå lærestoff i forelesningsform uten å bli sett på som avleggs eller gått ut på dato.” (Kjærnsli mfl. 2004, s. 254–255)

I den grad en slik beskrivelse er dekkende, er det ikke så rart at den oppsummerende og forklarende lærerformidlingen ser ut til å være på vikende front. I et konstruktivistisk perspektiv gir dette definitivt elevene dårligere forutsetninger for å strukturere isolerte kunnskapsbiter til et meningsfullt hele. Realfagene er trolig på grunn av fagstoffets logiske sammenheng særlig avhengig av dette.

Den nye elevrollen stiller også større krav til elevenes selvregulerte læring. Resultatene fra PISA viste at vi i Norge finner relativt sterke sammenhenger mellom graden av selvregulering og prestasjoner i matematikk sammenliknet med i andre land. I en skole som i større grad overlater arenaen til elevenes egne initiativer, er det ikke overraskende å finne slike resultater. I TIMSS har vi videre sett svake tendenser i retning av at sammenhengen mellom elevens hjemmebakgrunn og deres faglige prestasjoner har blitt forsterket sammenliknet med i 1995. Prosjektarbeid og ansvar for egen læring kan favorisere elever som har tett oppfølging fra foreldrene. Det er trolig foreldre med høy utdanning som har mulighet til å gi dette i størst grad.

11.5.5 Lærerautoritet og uro

En annen side ved de endrede elev- og lærerrollene gjelder selve arbeidssituasjonen i klasserommet. PISA-undersøkelsene både i 2000 og i 2003 tegnet et dystert bilde av muligheten for konsentrasjon om læringsarbeidet i norske klasserom. Og denne beskrivelsen var forbausende samstemmig fra elever og skoleledere. PISA-rapporten inneholder blant annet disse refleksjonene om dette:

”Bråk, uro og sløsing med tid framstår som et stort problem i norsk skole. (...) En bedring av arbeidsmiljøet i klasserommet framstår derfor som en stor utfordring for norsk skole. (...) Dersom ”forhandlingselevne” får dominere klasserommet, kan det være vanskelig for læreren å være autoritet. En lærer som abdiserer fra sin rolle som autoritet, står i fare for å overlate elevene til det som er blitt kalt ”gruppas tyranni”. Ut fra våre data er det grunn til å tro at elevene riktignok ønsker elevmedvirkning, men i strukturerte former hvor lærer setter klare grenser og er tydelige på hva som kreves for å lære. (...) En restaurering av lærerautoriteten ser ut til å være en formidabel utfordring for norsk skole. (...) Vi tolker dataene våre slik at elevene faktisk ønsker lærere som våger å framstå med en leders autoritet som gir seg tydelig til kjenne både i pedagogisk og sosial sammenheng. Det dreier seg ikke om autoritære holdninger, men om en naturlig autoritet bygget på faglig tyngde og gode lederegenskaper for å støtte elevene i deres læringsarbeid og sosiale utvikling.” (Kjærnsli mfl. 2004, s. 258–259)

Den samstemmige beskrivelsen fra elever og rektorer om mye bråk og uro kan i TIMSS utfylles med data også fra lærerne (se kapitlene 8 og 9). I begge populasjonene ble lærerne spurt om faktorer som hindrer undervisningen. Og bildet lærerne gir, er helt i tråd med beskrivelsen ovenfor. Undervisningssituasjonen i norske klasserom framstår som preget av usedvanlig forstyrrende og også umotiverte elever.

Det er ikke vanskelig å se sammenhengen mellom mye forstyrrelser i læringsarbeidet og svak lærerautoritet. I noen sammenhenger kan uro være tegn på skapende aktivitet, men her er det uttrykkelig snakk om *forstyrrende* uro. Utvilsomt er realfagene fag som i stor grad krever konsentrasjon og fordypning, noe som igjen forutsetter ro og motivasjon. Fagene, og særlig matematikk, har i stor grad en hierarkisk struktur, og det betyr at god forståelse av et nytt begrep ofte avhenger av at elevene på forhånd er fortrolige med andre mer grunnleggende begreper, noe som uten tvil krever ro og konsentrasjon.

11.5.6 Innsats og krav

TIMSS-undersøkelsen inneholdt ikke spørsmål som direkte belyser elevenes og lærernes ”driv” i undervisningen. Dette var imidlertid viktige temaer i PISA, og vi tar med litt om funnene derfra:

”Med økt elevmedvirkning følger naturlig nok at elevenes syn på hva som er gøy, for ikke å si ”kult”, spiller en større rolle. Unge mennesker i dag lever i en underholdningspreget tid, særlig har TV-mediet bidratt til at til og med informasjon først og fremst skal fungere som underholdning. ”Infotainment” er det engelske uttrykket for dette fenomenet. Skolen står i fare for å følge etter hvis den

ikke bevisst våger å stå fram som en motpol til denne tendensen i tida, for det går ingen "kul" snarvei til kunnskap. Hemmeligheten bak god faglig framgang ligger i målbevisst arbeid mot definerte mål. (...) Vi konstaterer at mye tyder på at norsk skole preges av nokså slappe krav til innsats sett i forhold til andre land. Igjen er det lett å se et sterkt behov for en tydeligere lærerautoritet som våger å sette krav. (...) Å overlate arbeidsmetodene til elevenes valg innebærer altså en systematisk fare for nedprioritering av systematisk arbeidsinnsats. Å la elevenes "interesser" være styrende for arbeidsmåter og stoffutvalg kan gi god motivasjon, men ikke nødvendigvis god læring på områder som er viktige." (Kjærnsli mfl. 2004, s. 259–260)

Vi tror at det særlig i realfagene er nødvendig å "brette opp ermene". Som det blir pekt på i siste del av sitatet, krever mange av de faglige utfordringene at elevene kan følge og selv engasjere seg i analytiske resonnementer. Slik mental aktivitet er krevende, men blir ytterligere forvansket hvis ikke de elementære ferdighetene er automatisert ved omfattende ferdighetstrening. I neste del skal vi gå nærmere inn på betydningen av dette i matematikk.

Resultatene fra TIMSS viser at norske elever er blant dem som har høyest selvoppfatning i matematikk og naturfag, noe som står i kontrast til det faktiske faglige nivået. Evalueringen av Reform 97 pekte på at mye av den tilbakemeldingen som blir gitt til elevene i norsk skole, særlig på lavere trinn, er ensidig positiv, mer eller mindre uavhengig av kvaliteten på elevens arbeid. Dette kan igjen ses i sammenheng med de lave faglige kravene som avdekkes i PISA-dataene. Det er tvilsomt hvorvidt det å skape en urealistisk høy selvoppfatning hos elever er et gunstig utgangspunkt for videre læring. Snarere er det grunn til å peke på behovet for presise tilbakemeldinger som kan danne utgangspunkt for videre utvikling.

11.5.7 "Selv om du glemmer at en og en er to ..."

Det er mange mål for norsk skole, og som det heter videre i sangen: "snille må ingen glemme å være." Alle de gode formålene er viktige nok, men slik skolehverdagen er blitt, er det ikke lett å få til en situasjon som tillater konsentrasjon og fordypning i realfagene. Spesielt matematikk er et fag som i sitt vesen består av abstraksjoner, og som derfor krever konsentrasjon og systematisk arbeid. Og ikke minst kreves det at noen ferdigheter automatiseres for at de ikke skal kreve all oppmerksomhet når matematikk skal anvendes på et konkret problem. Ferdighetstrening, ofte kalt "drill" eller "pugg" i litt nedsettende betydning, er av avgjørende viktighet i matematikk, men det synes det å være lite forståelse for i dagens skole. Om elevene ikke ennå har glemt "en og en", så har tydeligvis de fleste "glemt" 9 ganger 15 (se kapittel 4). Og det spørs om de er blitt særlig snillere av det.

I den internasjonale TIMSS-rapporten pekes det på hvor viktig grunnleggende ferdigheter synes å være for å lykkes med å bruke matematikk til problemløsende aktivitet:

“The TIMSS 2003 results support the premise that successful problem solving is grounded in mastery of more fundamental knowledge and skills.” (Mullis mfl. 2004)

”Matematikk for alle” er et sentralt utgangspunkt for matematikken i hele grunnskolen og også i deler av den videregående skolen, noe vi redegjorde for i kapittel 3. Matematikk er i stor grad begrunnet med og relatert til det å fungere som en aktiv deltaker i et demokratisk samfunn, samtidig som betydningen av kunnskaper i ren matematikk er tonet ned. Argumentet med at et levende demokrati forutsetter kompetente samfunnsborgere, har hatt gjennomslagskraft i alle de skandinaviske land. At det bør være en nær forbindelse mellom matematikk i dagliglivet og opplæringen i skolen, blir framhevet allerede i innledningen til matematikkplanen:

- *Læreplanen legger vekt på å knytte en nær forbindelse mellom matematikken på skolen og matematikken i verden utenfor skolen. Fra dagliglivets erfaringer, lek og eksperimentering bygges det opp og videreutvikles begreper og fagspråk. (L97, s. 153)*
- *Kunnskaper og ferdigheter i matematikk er et viktig grunnlag for aktiv deltakelse i arbeid og fritid og for å kunne forstå og øve innflytelse på prosesser i samfunnet. Matematikk kan være et hjelpemiddel til å mestre utfordringer for den enkelte. (L97, s. 154)*

Det kommer også til uttrykk ved at ”Matematikk i dagliglivet” er det første av fagets fem målområder, og det skal være gjennomgående tema for å gi ”faget en sosial og kulturell forankring og skal særlig ivareta det brukerorienterte aspektet” (L97, s. 156). Men et åpent spørsmål er om ”realistisk matematikk” i tilknytningen til dagliglivet representerer en måte å gjøre matematikk lettere tilgjengelig for alle på. Uansett må det en del hardt arbeid til for å tilegne seg matematikk, og i det bildet er det å høre på en kvalifisert lærer og det å trene inn fakta og ferdigheter viktige grunnsteiner. Dataene tyder på at norske elever generelt sett har påfallende svake forutsetninger når det gjelder elementære ferdigheter i tallregning. I PISA framstår grunnleggende ferdighetstrening ikke bare som en svært lite brukt læringsstrategi, men også som noe som i særlig stor grad kjennetegner skoler som presterer høyt i matematikk i 10. klasse.

Og kanskje enda viktigere: Vekt på problemløsning og matematikk i dagliglivet kan være en dårlig strategi hvis det står som *alternativ* til grunnleggende ferdighetstrening. I kapittel 3 diskuterte vi forholdet mellom ren og anvendt matematikk. Med manglende grunnleggende tallforståelse blir naturlig nok veien til anvendelse i dagliglivet og inn i algebraens mysterier ekstra tung for elevene.

Vi våger en påstand om at det må være noe helt fundamentalt galt når resultatene i TIMSS kan være så katastrofale som de er. Norske elever presterer svakt og svakere enn før på alle områder. Det gjelder i algebra, som er nedtonet i L97. Det gjelder også i tall og tallregning, som utgjør basis for anvendelser i en realistisk kontekst. Og endelig gjelder det hvor godt elevene løser oppgaver i en slik kontekst. I tillegg er det grunn til å minne om at elevene i 10. klasse

skåret særlig svakt når det gjaldt det som i PISA ble kalt tverrfaglig ”problem-løsning”, og som i hovedsak dreide seg om evne til analytisk resonnering.

11.5.8 Avslutning

Noen vil kanskje hevde at det ikke er så farlig at elevene ikke lærer noe særlig i matematikk og naturfag i grunnskolen, noe som selvsagt er et ærlig standpunkt. Men for alle som er opptatt av å styrke realfagene i norsk skole, tvinger etter vår mening PISA- og TIMSS-resultatene fram en helt grunnleggende debatt om en nødvendig kursendring. Mange har lenge advart mot en systematisk utvikling i retning av svekkede kunnskaper med L97. Gjennom de to undersøkelsene PISA og TIMSS har disse advarslene nå blitt kraftig styrket. Selvfølgelig kan ikke de to undersøkelsene måle alt av kunnskaper og ferdigheter som er viktig. Men med de veldokumenterte kvalitetskravene i alle ledd og med de faglige perspektivene som stemmer såpass godt overens med L97, forekommer det oss lite hensiktsmessig å diskutere hva som eventuelt må være galt med undersøkelsene som kan gi slike resultater. Faktum er at de to datasettene i stor grad både bekrefter og utfyller hverandre og derved gir et konsistent bilde av en problematisk situasjon for realfagene i vårt land.

Det ringer noen bjeller, og vi håper at de blir hørt!

REFERANSER

Aikenhead, G. (1994): *The Social Contract of Science: Implications for Teaching*. I Solomon, J. & Aikenhead, G. (red.): *STS Education- international perspectives on reform, part 1: Rationales and Challenges*. Teacher College Press.

Aikenhead, G. (1996): *Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science*. *Studies in Science Education*, 27, s. 1-52.

Almendingen, S.F., Klepaker, T. & Tveita, J. (2003): *Tenke det, ønske det, ville det med, men gjøre det....? En evaluering av natur- og miljøfag etter Reform 97*. Høgskolen i Nesnas skriftserie, nr. 52, Høgskolen i Nesna.

Alseth, B., Breiteig, T. & Brekke, G. (2003): *Evaluering av Reform 97*. Telemarksforskning-Notodden.

Angell, C. (1996): *Elevers fysikkforståelse. En studie basert på utvalgte fysikkoppgaver i TIMSS*. Dr. scient-avhandling, Universitetet i Oslo.

Bakken, A. (2004): *Økt sosial ulikhet i skolen? Tidsskrift for ungdomsforskning*, 4 (1), s. 83-91.

Becker, G.M. (1965): *Human Capital. With Special Reference to Education*. University of Chicago Press.

Bjørkquist, O. (2001): *Matematisk problemløsning*. I Grevholm, B. (red.): *Matematikk for skolen*. Fagbokforlaget.

Bourdieu, P. (1984): *Distinction: A Social Critique of The Judgement of Taste*. Harvard University Press.

Brecko, B. (2004): *How family background influences student achievement*. I Papanastasiou, C. (red.): *Proceedings of the IEA International Research Conference 2004. TIMSS. Volume 1*. Cyprus University Press.

Brekke, G., Grønmo, L.S. & Rosén, B. (2000): *KIM (Kvalitet i matematikkundervisningen): Veiledning til algebra*. Nasjonalt læremiddelsenter.

Brekke, G., Kobberstad, T. Lie, S. & Turmo, A. (1998): *Hva i all verden kan elevene i matematikk? Oppgaver med resultater og kommentarer*. Universitetsforlaget.

- Brekke, B. (1995): *KIM (Kvalitet i matematikkundervisningen): Introduksjon til diagnostisk undervisning i matematikk*. Nasjonalt læremiddelsenter.
- Buchmann, C. (2002): Measuring Family Background in International Studies of Education: Conceptual Issues and Methodological Challenges. I Porter, A. & Gamoran, A. (red.): *Methodological Advances in Cross-National Surveys of Educational Achievement*. National Academy Press.
- Burstein, L. (red.) (1992): *The IEA study of mathematics III: Classroom processes in mathematics*. Pergamon Press.
- Cobern, W.W. (1996): Worldview theory and Conceptual Change in Science Education. *Science Education*, 80 (5), s. 579-610.
- Coleman, J.S., Campell, E.Q., Hobson, C.J., McPartland, J., Mood, A.M., Weinfeld, F.D. & York, R.L. (1966): *Equality of Educational Opportunity*. US Department of Health, Education & Welfare. Office of Education.
- Coleman, J.S. (1990): *Foundations of a social theory*. Harvard University Press.
- Comber, L.C. & Keeves, J.P. (1973): *Science Education in Nineteen Countries*. John Wiley.
- Crocker, L. & Algina, J. (1986): *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- D'Ambrosio, U. (1985): Mathematics Education in a Cultural Setting. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 16 (4), s. 469-477.
- Devlin, K. (1994): *Mathematics, the Science of Patterns*. Scientific American Library.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994): Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23 (7), s. 5-12.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996): *Young people's images of science*. Open University Press.
- Ernest, P. (1991): *The philosophy of mathematics education*. Falmer Press.
- Ernest, P. (2000): Why teach mathematics? I White, J. & Bramall, S. (red.): *Why Learn Maths?* London University Institute of Education.
- Fourez, G. (1988): Ideologies and Science Teaching. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 8 (3), s. 269-277.

- Freudenthal, H. (1983): *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. D. Reidel.
- Ganzeboom, H.B.G. & Marks, G. (2001): *Social Background Report. Preliminary version*. Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- Gardiner, A. (2004): *What is mathematical literacy?* Foredrag ved konferansen ICME-10, København, Danmark, juli 2004.
- Gjone, G. & Nortvedt, G.A. (2001): *KIM (Kvalitet i matematikkundervisningen): Veiledning til geometri*. Nasjonalt læremiddelsenter.
- Grønmo, L.S., Kjærnsli, M. & Lie, S. (2004): Looking for cultural and geographical factors in patterns of responses to TIMSS items. I Papanastasiou, C. (red.): *Proceedings of the IEA International Research Conference IRC-2004*. Cyprus University Press.
- Hansen, K.Y., Rosen, M. & Gustafsson, J.E. (2004): Effects of socio-economic status on reading achievement at collective and individual levels in Sweden in 1991 and 2001. I Papanastasiou, C. (red.): *Proceedings of the IEA International Research Conference 2004. PIRLS. Volume 3*. Cyprus University Press.
- Hansen, M.N. (1999): Utdanningspolitikk og ulikhet. Rekruttering til høyere utdanning 1985-1996. *Tidsskrift for samfunnsforskning*, 40 (2), s. 173-203.
- Harlen, W. (2001): The Assessment of Scientific Literacy in the OECD/PISA Project. *Studies in Science Education*, 36, s. 79-104.
- Haug, P. (2004): Sentrale resultat frå evalueringa av Reform 97. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 88 (4), s. 248-263.
- Hiebert, J. mfl. (2003): *Teaching Mathematics in Seven Countries. Results From the TIMSS 1999 Video Study*. National Center for Education Statistics, U.S. Department of Education.
- Humboldt (2004): *Albert Einstein Home Page*. www.humboldt1.com, besøkt 19.11.04.
- Husén, T. (1967): *International Study of Achievement in Mathematics*. Almqvist og Wiley & sons.
- Hægeland, T., Kirkebøen, L.J., Raaum, O. & Salvanes, K.G. (2004): *Marks across lower secondary schools in Norway. What can be explained by the composition of pupils and school resources?* Reports 2004/11. Statistics Norway.

- IEA (1988): *Science Achievement in Seventeen Countries. A preliminary report*. Pergamon Press.
- Jenkins, E.W. (1994): Public Understanding of Science and Science Education for Action. *Journal of Curriculum Studies*, 26 (6), s. 601-611.
- Jenkins, E.W. (1996): The "nature of science" as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 28 (2), s. 137-150.
- Kaiser-Messmer, G. & Blum, W. (1993): Einige Ergebnisse von vergleichenden Untersuchungen in England and Deutschland zum Lehren und Lernen von Mathematik in Realitätsbezügen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 3/4.
- Kind, P.M., Kjærnsli, M., Lie, S. & Turmo, A. (1999): *Hva i all verden gjør elevene i realfag?* Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Kind, P.M. (1996): *Exploring Performance Assessment in Science*. Doktorgradsavhandling, Universitetet i Oslo.
- Kjærnsli, M., Angell, C. & Lie, S. (2002): Exploring population 2 students' ideas about science. I Robitaille, D. F. & Beaton, A. (red.): *Secondary Analysis of the TIMSS Data*. Kluwer Academic Publishers.
- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R.V., Roe, A. & Turmo, A. (2004): *Rett spor eller ville veier? Norske elevers prestasjoner i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2003*. Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M., Lie, S., Stokke, K.H. & Turmo, A. (1999): *Hva i all verden kan elevene i naturfag? Oppgaver med resultater og kommentarer*. Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M. & Lie, S. (2000): Kjønnforskjeller i realfag: Hva kan TIMSS fortelle? I Imsen, G. (red.): *Kjønn og likestilling i grunnskolen*. Gyldendal Akademisk.
- Klette, K. (red.) (2003): *Klasserommets praksisformer etter Reform 97*. Pedagogisk forskningsinstitutt.
- Knain, E. (1999): *Naturfagets tause stemme*. Doktoravhandling, Universitetet i Oslo. Unipub Forlag.
- Kobberstad, J.T, Lie, S., Brekke, G. & Kjærnsli, M. (1994): *Codes for Population 1 and 2 Free response Items*. TIMSS-rapport nr.13, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.

- Leach, J.T. & Scott, P. (2000): *A perspective on teaching and learning science: drawing on individual and sociocultural views*. Upublisert manuskript.
- Lemke, J.L. (1990): *Talking science: Language, learning and values*. Ablex Publishing Corporation.
- Li, M., Ruiz-Primo, M.A. & Shavelson, R.J. (2004): *Towards a Science Achievement Framework: The Case of TIMSS-R Study*. Upublisert manuskript.
- Lie, S., Kjærnsli, M. & Brekke, G. (1997a): *Hva i all verden skjer i realfagene? Internasjonalt lys på trettenåringers kunnskaper, holdninger og undervisning i norsk skole*. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Lie, S., Kjærnsli, M. & Brekke, G. (1997b): *9-åringers kunnskaper og holdninger i realfag i et internasjonalt perspektiv*. TIMSS-rapport nr. 25. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Lie, S., Kjærnsli, M., Roe, A. & Turmo, A. (2001): *Godt rustet for framtida? Norske 15-åringers kompetanse i lesing og realfag i et internasjonalt perspektiv*. Acta Didactica 4/2001. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Lie, S. & Roe, A. (2003): Exploring Unity and Diversity of Nordic Reading Literacy Profiles. I Lie, S., Linnakylä, P. & Roe, A. (red.): *Northern Lights on PISA. Unity and diversity in the Nordic countries in PISA 2000*. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Lie, S., Taylor, A. & Harmon, M. (1996): Scoring Techniques and Criteria. I Martin, M.O. & Kelly, D. (red.): *Third International Mathematics and Science Study Technical Report, Volume 1: Design and Development*. Center for the study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
- Marín, N., Bennarroch, A. & Gómez, E.J. (2000): What is the relationship between social constructivism and Piagetian constructivism? An analysis of the characteristics of the ideas within both theories. *International Journal of Science Education*, 22 (3), s. 225-238.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Gonzalez, E.J., & Chrostowski, S.J. (2004): *TIMSS 2003 International Science Report: Findings From IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- McComas, W.F., Clough, M.P. & Almazroa, H. (1998): The role and character of the nature of science in science education. I McComas, W.F. (red.): *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Kluwer Academic Publishers.

- Mellin-Olsen, S. (1987): *The politics of Mathematics Education*. D. Reidel.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Gonzalez, E.J. & Chrostowski, S.J. (2004): *TIMSS 2003 International Mathematics Report: Findings From IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Smith, T.A., Garden, R.A., Gregory, K.D., Gonzales, E.J., Chrostowski, S.J. & O'Connor, K.M. (2003): *TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003*. International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) (1989): *Curriculum and Evaluation Standards*. NCTM.
- Nergård, T. (1994): *Hvor er det blitt av naturfagene på barnetrinnet? En undersøkelse av o-fag i 4.-6. klasse*. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo.
- Niss, M. (1983): Mathematics Education for the 'Automatic Society'. I Schaper, R. (red.): *Hochschuldidaktik der Mathematik (Proceedings of a conference held at Kassel 4-6 October 1983)*. Leuchtturm-Verlag.
- Niss, M. (1994): Mathematics in Society. I Biehler, R., Scholz, R. W., Straesser, R. & Winkelmann, B. (red.) (1994): *The Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*. Kluwer.
- Niss, M. mfl. (2002): *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til utvikling af matematikundervisning i Danmark*. Utdannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18-2002. Undervisningsministeriet.
- Niss, M. (2003): Mål for matematikundervisningen. I Grevholm, B. (red.): *Matematikk for skolen*. Fagbokforlaget.
- NOU (2003): *I første rekke. Forsterket kvalitet i en grunnopplæring for alle*. NOU 2003:16.
- OECD (2001): *Knowledge and Skills for Life: First Results from PISA 2000*. Organization for Economic Co-Operation and Development.
- OECD (2003): *The PISA 2003 Assessment Framework*. Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- Olsen, R.V., Turmo, A. & Lie, S. (2001): Learning about students' knowledge and thinking in science through large-scale quantitative studies. *European Journal of Psychology of Education*, 16 (3), s. 401-418.

Opheim, V. (2004): *Like muligheter, men ulikt utbytte? Betydningen av sosial bakgrunn for overgangen fra utdanning til arbeid blant nyutdannede kandidater i perioden 1987-2001*. Rapport 1/2004. Norsk institutt for studier av forskning og utdanning.

Paulsen, L.M. (2004): På terskelen til læreryrket. *Utdanning*, nr. 25.

Porter, A.C. & Gamoran, A. (2002): Progress and Challenges for Large-Scale Studies. I Porter, A. & Gamoran, A. (red.): *Methodological Advances in Cross-National Surveys of Educational Achievement*. National Academy Press.

Postlethwaite, T.N. & Wiley, D.E. (1992): *The IEA Study of Science II: Science Achievement in Twenty-Three Countries*. Pergamon Press.

Robitaille D.F. & Garden R.A. (1989): *The IEA study of Mathematics II: Contexts and outcomes of school mathematics*. Pergamon Press.

Robitaille, D.F. (red.) (1993): *Curriculum Frameworks for Mathematics and Science. The Third International Mathematics and Science Study*. TIMSS Monograph No. 1. Pacific Educational Press, Vancouver Canada.

Rosier, M.J. & Keeves J.P. (1991): *The IEA Study of Science I: Science Education and Curricula in Twenty-Three Countries*. International Studies in Educational Achievement, vol.8. Pergamon Press.

Rowan, B. (2002): Large-Scale, Cross-National Surveys of Educational Achievement: Promises, Pitfalls, and Possibilities. I Porter, A. & Gamoran, A. (red.): *Methodological Advances in Cross-National Surveys of Educational Achievement*. National Academy Press.

Schoenfeld, A.H. (1992): Learning to Think Mathematically: Problem solving, Metacognition, and Sense making in Mathematics. I Grouws, D.A. (red.): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. MacMillan.

Sjøberg, S. (1986): *Elever og lærere sier sin mening*. Rapport nr. 1 fra SISS-prosjektet. Universitetsforlaget/Imtec.

Sjøberg, S. (1996): Naturfagenes didaktikk. *Pedagogisk Uppslagsbok*. Informasjonsforlaget.

Sjøberg, S. (2004): *Naturfag som allmenndannelse*. Gyldendal Akademisk.

Skovsmose, O. & Nielsen, L. (1996): Critical Mathematics Education. I Bishop, A.J., Clements, K., Keitel, C., Kilpatrick, J. & Loberde, C. (red.): *International Handbook of Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers.

- Skovsmose, O. (1994): *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*. Kluwer.
- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (1996): *Selvoppfatning, motivasjon og læringsmiljø*. Tano.
- Smith, M.S. (2002): Drawing Inferences for National Policy from Large-Scale Cross-National Education Surveys. I Porter, A. C. & Gamoran, A. (red.): *Methodological Advances in Cross-National Surveys of Educational Achievement*. National Academy Press.
- Steen, L.A. (red.) (1990): *On the Shoulders of Giants: New Approaches to Numeracy*. National Academy Press.
- Stigler, J.W. & Hiebert, J. (1999): *The Teaching Gap. Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. The Free Press.
- TIMSS (2003): *Gjennomføring av TIMSS-undersøkelsen 2003*. TIMSS rapportserie, nr. 38. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Travers, K.J. & Westbury, I. (red.) (1989): *The IEA Study of Mathematics I: Analysis of Mathematics Curricula*. Pergamon Press.
- Turmo, A. (2004a): Scientific Literacy and Socio-economic Background among 15-years old – a Nordic perspective. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 48 (3), s. 287-305.
- Turmo, A. (2004b): Hva vil internasjonalisering og globalisering medføre for læreplaner i naturfagene? *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 88 (5), s. 369-381.
- UFD (2002): *Realfag, naturligvis – strategi for styrking av realfagene 2002-2007*. Utdannings- og forskningsdepartementet.
- UFD (2004a): *Kultur for læring. Stortingsmelding nr. 30 (2003-2004)*. Utdannings- og forskningsdepartementet.
- UFD (2004b): *Realfag naturligvis – strategi for styrking av realfagene 2002-2007*. Utdannings- og forskningsdepartementet.
- UNDP (2004): *Human Development Report 2004*. UN Development Programme.
- Vygotsky, L. (1986): *Thought and language*. MIT Press.
- Yang, Y. (2003): Dimensions of Socio-economic Status and their Relationship to Mathematics and Science Achievement at Individual and Collective Levels. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47 (1), s. 21-41.

Østman, L. (1995): *Socialisation och NO-utbildning som politiskt och miljømoraliskt problem*. Uppsala Studies in Education 61.

Aamodt, P.O. & Stølen, N.M. (2003): Vekst i utdanningssystemet. I Raabe, M. (red.): *Utdanning 2003- ressurser, rekruttering og resultater*. Statistisk sentralbyrå.

Aamodt, P.O. (1982): *Utdanning og sosial bakgrunn*. Samfunnsøkonomiske studier nr. 51, Statistisk sentralbyrå.