

Kort om TIMSS

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) er en internasjonal komparativ studie i matematikk og naturfag på 4. og 8. trinn i grunnskolen. Over 60 land fra samtlige verdensdeler er med i TIMSS 2007, noe som innebærer at denne studien er det mest omfattende komparative forskningsprosjektet innen utdanning. TIMSS ledes av den internasjonale organisasjonen IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), som ble etablert i 1959.

Målene for TIMSS kan kort oppsummeres slik:

- å undersøke elevenes kunnskaper i matematikk og naturfag på 4. og 8. trinn i grunnskolen
- å studere hvordan elevenes prestasjoner henger sammen med ulike faktorer som kjønn, faglig selvtilit og holdninger
- å undersøke lærernes bakgrunn og tilretteleggingen av undervisningen
- å gjøre sammenlikninger mellom land
- å studere utvikling over tid (trendstudier)
- å prøve å finne fram til faktorer, nasjonalt og internasjonalt, som fremmer god læring og en positiv utvikling innen matematikk og naturfag i skolen

TIMSS er altså designet slik at det er mulig å måle utvikling over tid. Norge har deltatt i TIMSS i 1995, 2003 og 2007, hvilket innebærer at det kan utføres trendanalyser av mange typer data. Særlig er det interessant å foreta trendanalyser av de norske elevenes prestasjoner i matematikk og naturfag.

For å kunne gjøre studier som viser utvikling over tid, trenger man en fast skala å relatere resultatene til. I TIMSS beholdes mange oppgaver uendret fra undersøkelse til undersøkelse, slik at det er mulig å lage en slik fast skala. For å utvikle en slik skala har man i TIMSS valgt å ta utgangspunkt i det internasjonale gjennomsnittet og spredningen for TIMSS 1995-studien, hvor skalert gjennomsnitt ble satt til 500 med et standardavvik på 100. Alle senere studier bruker denne skalaen for å beregne landenes gjennomsnittlige skår.

Prestasjoner i matematikk

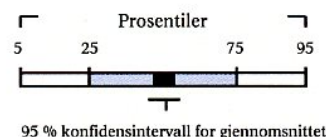
Figur 1.1 viser hovedresultatene i matematikk på 8. trinn for alle deltakerlandene i TIMSS 2007. Kolonnene i figuren viser elevenes gjennomsnittsalder, antall år på skolen og gjennomsnittlige elevprestasjoner angitt i poeng for hvert land. I den høyre kolonnen illustreres spredningen for hvert enkelt land. Alle hovedresultater presenteres på denne måten (figurene 1.1, 1.2, 1.8 og 1.9).

Resultatene som kommer til uttrykk i figur 1.1, samsvarer på mange punkter godt med det vi har sett i tidligere studier. I likhet med det som framkom i TIMSS 1995 og TIMSS 2003, er det en tydelig dominans av land i Øst-Asia på toppen av lista. Vi ser videre at Norge fortsatt skårer signifikant lavere enn det internasjonale skalerte gjennomsnittet på 500 poeng.

Figur 1.1 Hovedresultater i matematikk for alle landene på 8. trinn

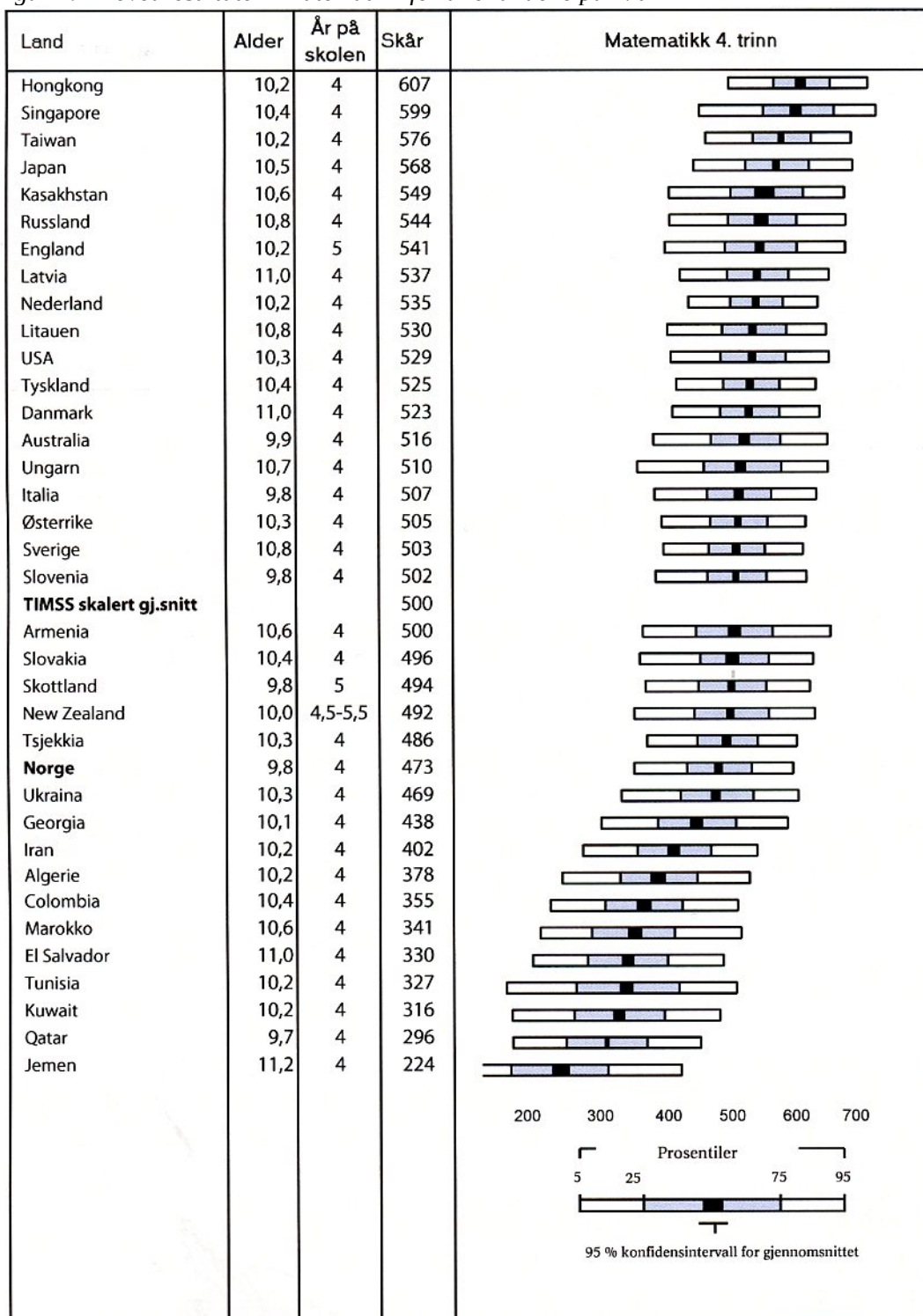
Land	Alder	År på skolen	Skår	Matematikk 8. trinn
Taiwan	14,2	8	598	
Sør-Korea	14,3	8	597	
Singapore	14,4	8	593	
Hongkong	14,4	8	572	
Japan	14,5	8	570	
Ungarn	14,6	8	517	
England	14,2	9	513	
Russland	14,6	7 el. 8	512	
USA	14,3	8	508	
Litauen	14,9	8	506	
Tsjekkia	14,4	8	504	
Slovenia	13,8	7 el. 8	501	
TIMSS skalert gj.snitt			500	
Armenia	14,9	8	499	
Australia	13,9	8	496	
Sverige	14,8	8	491	
Malta	14,0	9	488	
Skottland	13,7	9	487	
Serbia	14,9	8	486	
Italia	13,9	8	480	
Malaysia	14,3	8	474	
Norge	13,8	8	469	
Kypros	13,8	8	465	
Bulgaria	14,9	8	464	
Israel	14,0	8	463	
Ukraina	14,2	8	462	
Romania	15,0	8	461	
Bosnia-Hercegovina	14,7	8 el. 9	456	
Libanon	14,4	8	449	
Thailand	14,3	8	441	
Tyrkia	14,0	8	432	
Jordan	14,0	8	427	
Tunisia	14,5	8	420	
Georgia	14,2	8	410	
Iran	14,2	8	403	
Bahrain	14,1	8	398	
Indonesia	14,3	8	397	
Syria	13,9	8	395	
Egypt	14,1	8	391	
Algerie	14,5	8	387	
Colombia	14,5	8	380	
Oman	14,3	8	372	
Palestina	14,0	8	367	
Botswana	14,9	8	364	
Kuwait	14,4	8	354	
El Salvador	15,0	8	340	
Saudi-Arabia	14,4	8	329	
Ghana	15,8	8	309	
Qatar	13,9	8	307	

200 300 400 500 600 700



Figur 1.2 viser hovedresultatene i matematikk på 4. trinn for alle deltakerlandene i TIMSS 2007. Figuren inneholder de samme opplysningene som for 8. trinn. Elevprestasjonene på 4. trinn har på nasjonsnivå mange likhetstrekk med 8. trinn. Igjen er det de østasiatiske landene som dominerer på den øverste delen av lista, mens norske elever også på dette trinnet presterer signifikant lavere enn det internasjonale skalerte gjennomsnittet.

Figur 1.2 Hovedresultater i matematikk for alle landene på 4. trinn



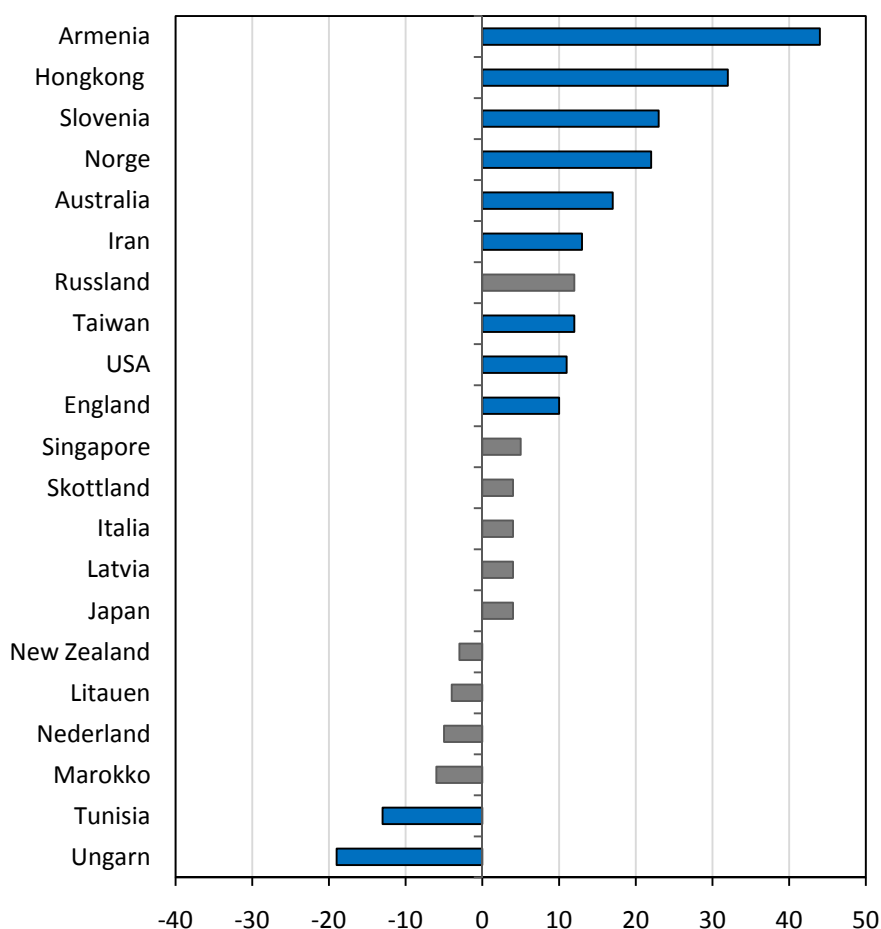
Det har i TIMSS blitt lagt vekt på at elevene som deltar i studien, skal ha *samme antall år på skolen* i alle land, hvilket har medført at den gjennomsnittlige alderen til elevene varierer en del. Norske elever er blant de yngste i TIMSS 2007 på både 4. og 8. trinn. Selv om norske elever er blant de yngste, viser figurene 1.1 og 1.2 at de presterer svakere enn like gamle elever i mange andre land, for eksempel Slovenia, Australia, Skottland og Italia. Tre av disse er valgt som referanseland i denne rapporten.

Utvikling i matematikprestasjoner 2003–2007

Figur 1.3 viser endringene i elevprestasjoner i matematikk på 4. trinn for alle land som har deltatt i både TIMSS 2003 og TIMSS 2007. Endringene er beregnet som differansen i gjennomsnittsskår mellom disse to undersøkelsene. Landene er sortert etter hvor stor endringen har vært i positiv retning. Søyler mot høyre angir framgang i prestasjoner fra 2003 til 2007, mens søyler mot venstre angir tilbakegang i dette tidsrommet.

Som figur 1.3 viser, har norske elever hatt en framgang i prestasjoner i matematikk fra 2003 til 2007. Endringen er på 22 poeng og statistisk signifikant. Dette er første gang data fra en stor internasjonal komparativ studie kan peke på en framgang i prestasjoner i matematikk for norske elever.

*Figur 1.3 Endring i matematikkskår på 4. trinn 2003–2007.
Blå farge viser at endringen er signifikant*

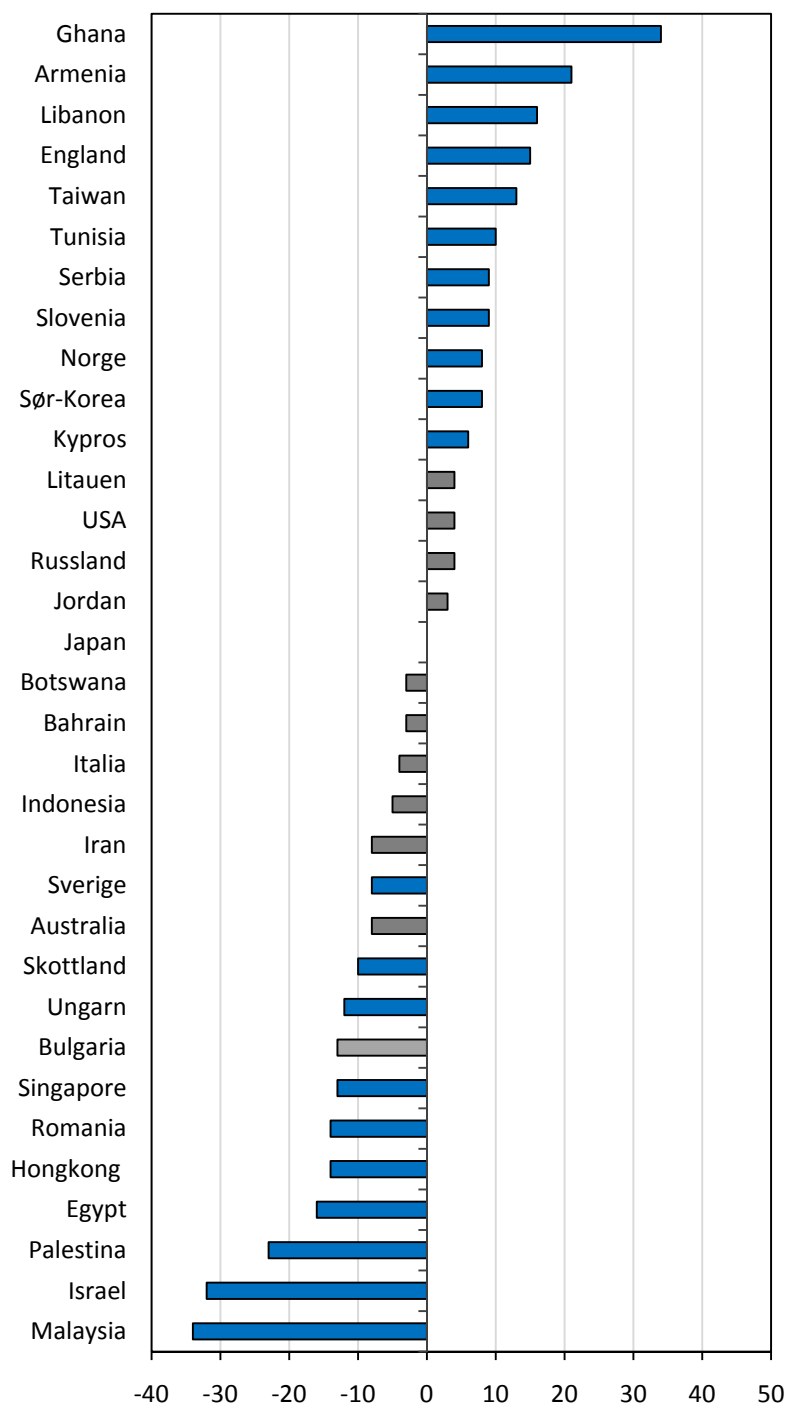


Figur 1.4 viser endringene i elevprestasjoner i matematikk på 8. trinn fra 2003 til 2007. Landene er også her sortert etter hvor stor endringen har vært i positiv retning, søyler mot

høyre angir framgang i prestasjoner, søyler mot venstre tilbakegang. Av figur 1.4 ser man at det også på 8. trinn har vært framgang i norske elevers prestasjoner i matematikk fra 2003 til 2007. Framgangen er på 8 poeng. Selv om Norge fortsatt presterer lavere enn mange land det synes naturlig å sammenlikne med, er det ubetinget positivt at det for første gang er dokumentert en klar og signifikant framgang i matematikk for elever på begge trinn i TIMSS.

Figur 1.4 Endring i matematikkskår på 8. trinn 2003–2007.

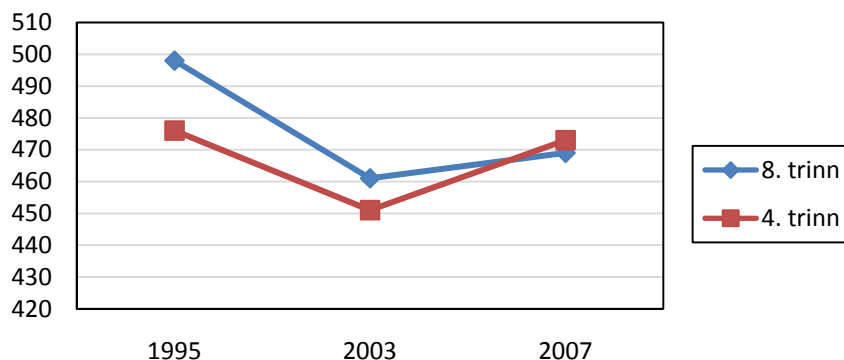
Blå farge viser at endringen er signifikant



Utvikling i matematikkprestasjoner 1995–2007

Det er også interessant å se på hvordan utviklingen i prestasjoner for norske elever har vært i matematikk for perioden fra 1995 til 2007. Figur 1.5 viser TIMSS-resultatene i matematikk for Norge i denne perioden for både 4. og 8. trinn.

Figur 1.5 Norske elevers matematikkprestasjoner 1995–2007



Figur 1.5 viser at norske elever på 4. trinn i 2007 presterte på tilnærmet samme nivå som de gjorde i 1995. På tross av den påviste framgangen på 8. trinn fra 2003 til 2007, ser vi at det fortsatt er et stykke igjen før norske 14-åringer presterer på samme nivå som i 1995. Vi vil likevel igjen poengtere at det er ubetinget positivt at den tilbakegangen som har blitt dokumentert tidligere i både TIMSS og PISA, nå synes å ha stoppet opp. TIMSS 2007 peker på at det er tegn til bedring i elevprestasjoner i matematikk i Norge på både 4. og 8. trinn. Det bør også tas med i betraktning at denne forbedringen har funnet sted i løpet av en relativt kort periode. Fire år må anses som kort tid for å måle endringer i prestasjoner.

Mulige årsaker til framgangen i matematikkprestasjoner fra 2003 til 2007

Sannsynligvis er det flere grunner til at vi gjennom TIMSS 2007 nå kan dokumentere en forbedring i norske elevers prestasjoner i matematikk på 4. og 8. trinn. Her vil vi trekke fram noen av disse. I TIMSS 2003 var det i motsetning til i TIMSS 2007 visse restriksjoner på bruk av kalkulator på 8. trinn. Dette kan ha innvirket noe på resultatene for dette trinnet. På 4. trinn var kalkulator ikke tillatt verken i 2003 eller 2007. Det kan også synes rimelig å anta at noe av framgangen på 8. trinn skyldes at norske elever i denne populasjonen i 2007 hadde ett år mer formell skolegang enn elevene som ble testet i 2003 hadde. I den forbindelse er det grunn til å påpeke at det er på 4. trinn man ser den mest markerte norske framgangen i matematikk i det angjeldende tidsrom. Elevene på dette trinnet har samme antall år med formell skolegang bak seg i TIMSS 2003 og TIMSS 2007. Det er derfor rimelig å anta at andre faktorer enn et år lengre formell skolegang har bidratt til den positive utviklingen man ser fra 2003 til 2007. Vi vil derfor trekke fram enkelte skolepolitiske og undervisningsrelaterte faktorer.

Skolepolitiske faktorer:

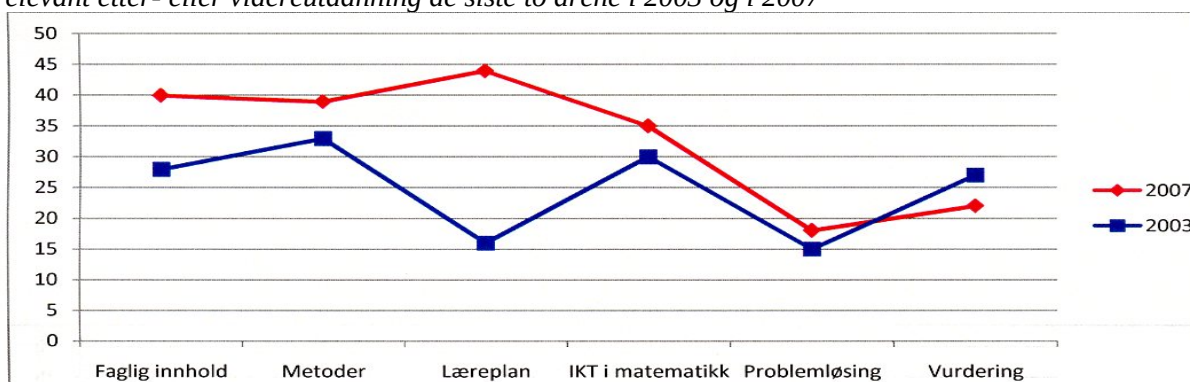
Det ble mye oppmerksomhet rundt offentliggjøringen av de svake norske resultatene etter PISA 2000 (Lie et al. 2001) og senere etter TIMSS 2003 (Grønmo et al. 2004) og PISA 2003 (Kjærnsli et al. 2004). Disse resultatene, og ikke minst den markerte tilbakegangen i prestasjoner i matematikk i TIMSS fra 1995 til 2003, førte til mange diskusjoner i media, i skolepolitiske organer og blant utdanningsforskere. Særlig sto spørsmål knyttet til

betydningen av fagkunnskap i matematikk og naturfag sentralt i debatten. Kvalitetsutvalget, eller ”Utvalget for kvalitet i grunnopplæringen”, ble nedsatt av Stortinget allerede ultimo 2001. Mandatet dette utvalget fikk, var å ”vurdere innhold, kvalitet og organisering av grunnopplæringen”. Utvalget foreslo gjennom sin hovedinnstilling blant annet en forsterket tilpasset opplæring og at satsingen på realfag burde styrkes (NOU 2002: 10; NOU 2003: 16). Videre ble det foreslått at ”basiskompetanse” burde være et gjennomgående begrep i alle læreplaner på alle trinn. Det ble også foreslått at man utviklet et nasjonalt vurderingssystem – nasjonale prøver. Komiteens arbeid la grunnlag for innføringen av Kunnskapsløftet (K06). Grunnleggende ferdigheter i sentrale skolefag, blant annet matematikk, blir her løftet fram som et prioritert satsingsområde. I forbindelse med innføringen av K06 ble matematikkfaget dessuten styrket med 85 ekstra undervisningstimer på barnetrinnet. Kunnskapsdepartementet har i tillegg utviklet en strategiplan, ”Et felles løft for realfagene 2006–2009”, hvor forskning på undervisning og læring i realfagene utvides. Det ble i den forbindelse opprettet nasjonale sentre for å styrke opplæring i og rekruttering til matematikk og naturfag. Denne økte satsingen på realfag har det hersket stor politisk enighet om. Den skolepolitiske debatten har således de senere år særlig vært relatert til ønsket om å legge forholdene til rette for at norske elevers kompetanse i både matematikk og naturfag skulle bli styrket.

Undervisningsrelaterte faktorer:

I TIMSS 2003-rapporten ble det dokumentert at norske matematikklærere i et internasjonalt perspektiv i liten grad deltok i faglig relevant etter- og videreutdanning. Den foreliggende rapporten fra TIMSS 2007 viser at Norge fremdeles ligger lavt på dette feltet, men at det har skjedd en endring i positiv retning. Figur 1.6 viser prosentandelen av norske matematikklærere på 8. trinn som i 2003 og 2007 oppga at de hadde deltatt på slike kurs i løpet av de siste to årene. Av figuren ser man at det er en klar økning fra 2003 til 2007 i andelen norske matematikklærere som har deltatt i faglig relevant etter- eller videreutdanning. Den samme utviklingen kan dokumenteres for matematikklærere på 4. trinn.

Figur 1.6 Prosentandelen av norske matematikklærere på 8. trinn som oppgir å ha deltatt i faglig relevant etter- eller videreutdanning de siste to årene i 2003 og i 2007

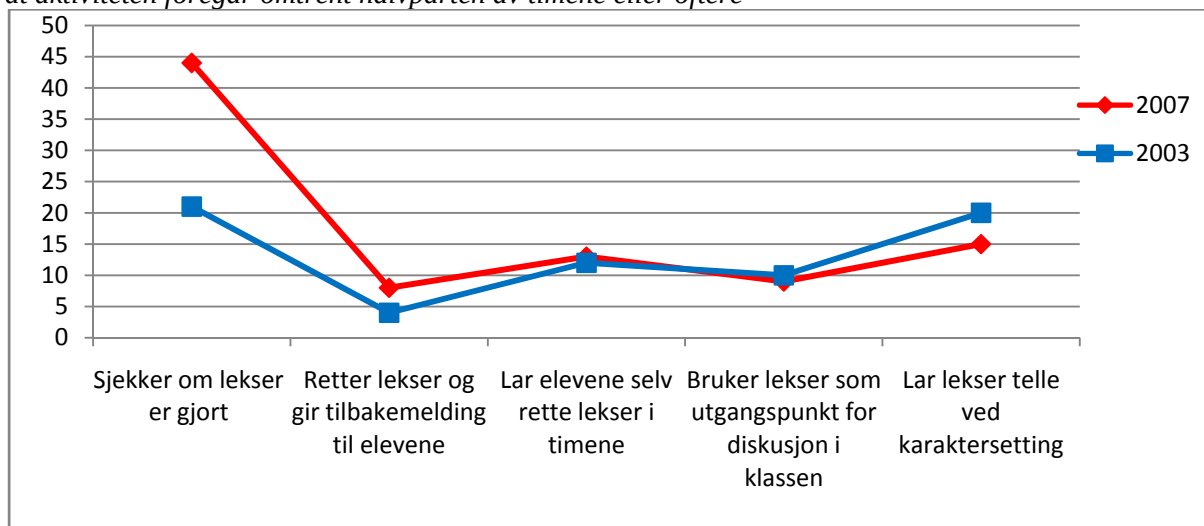


I TIMSS kartlegges også matematikklærernes faglige kompetanse. Selv om få norske matematikklærere på 4. og 8. trinn i et internasjonalt perspektiv har minst ett års fordypning i matematikk eller matematikdidaktikk, kan vi i TIMSS 2007 også dokumentere en liten forbedring på dette feltet. At lærernes faglige kunnskaper har betydning for elevenes læring, er forskningsmessig dokumentert (Falch & Naper 2008). Stortingsmelding 31 (2007–2008) peker også på betydningen av lærernes faglige

kompetanse for elevenes utvikling av kunnskap. Økningen i lærernes deltagelse i fagrelevante kurs, sammen med en viss økning i andelen matematikklærere med minst ett års fordypning i matematikk eller matematikdidaktikk, kan derfor antas å ha bidratt til at norske elever har forbedret sine prestasjoner i matematikk fra TIMSS 2003 til TIMSS 2007.

Vi vil også trekke fram et annet funn fra TIMSS 2007. I TIMSS 2003-rapporten ble det dokumentert at norske matematikklærere på 8. trinn ga lekser i like stor grad som det ble gjort i andre land, men at leksene her i landet i langt mindre grad ble fulgt opp med ulike typer kontroll og tilbakemeldinger til elevene. Nå kan det påvises en klar endring på dette feltet. Figur 1.7 viser prosentandelen av matematikklærerne på 8. trinn som oppgir at lekser brukes på ulike måter. Av figur 1.7 framgår det at det har vært en markert økning i lærere som nå svarer at de følger opp lekser ved å sjekke at de er gjort, og også en moderat økning i prosentandelen lærere som oppgir at de retter leksene og gir elevene tilbakemelding. Det kan på denne bakgrunn synes som om de signalene som kom om svak oppfølging av lekser i TIMSS 2003-rapporten, har blitt tatt på alvor.

Figur 1.7 Anvendelser av lekser i matematikk på 8. trinn. Prosentandelen av lærerne som oppgir at aktiviteten foregår omtrent halvparten av timene eller oftere

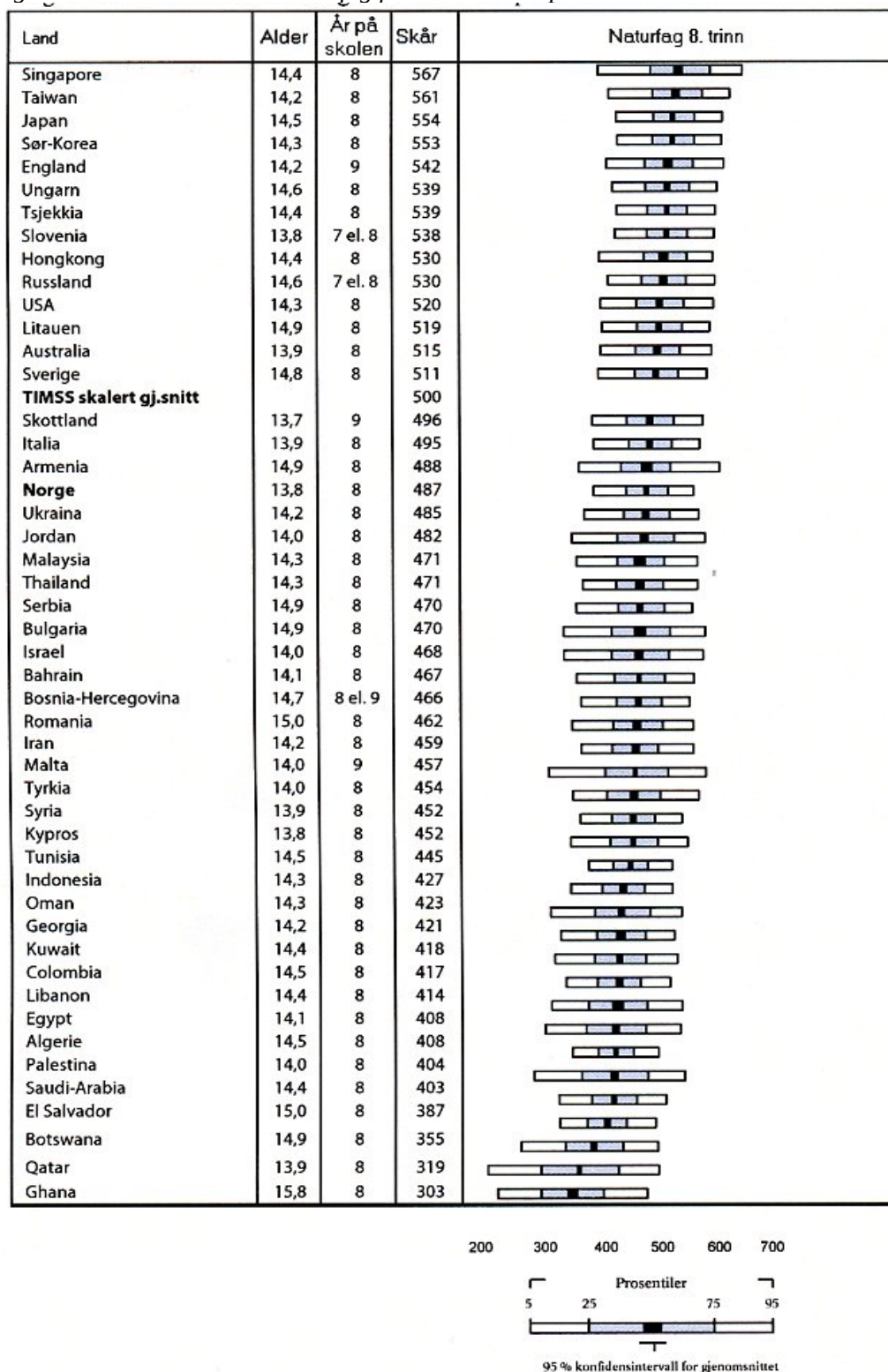


Innføringen av nasjonale prøver må kunne antas å generelt ha ført til mer oppmerksomhet på nytten av vurdering, og til at vurdering i større grad har blitt tematisert og debattert på den enkelte skole. Dersom den økte oppfølgingen av lekser ses i sammenheng med en større vektlegging av vurdering på skole- og klasseromsnivå, kan man hevde at det systematiske læringsarbeidet har blitt bedre. Systematikk i læringsarbeidet blir av utdanningsforskere trukket fram som svært viktig i forhold til elevenes utvikling av kunnskap (Klette 2004). De momentene som her er nevnt, må derfor kunne anses å ha innvirket positivt på elevenes faglige prestasjoner.

Prestasjoner i naturfag

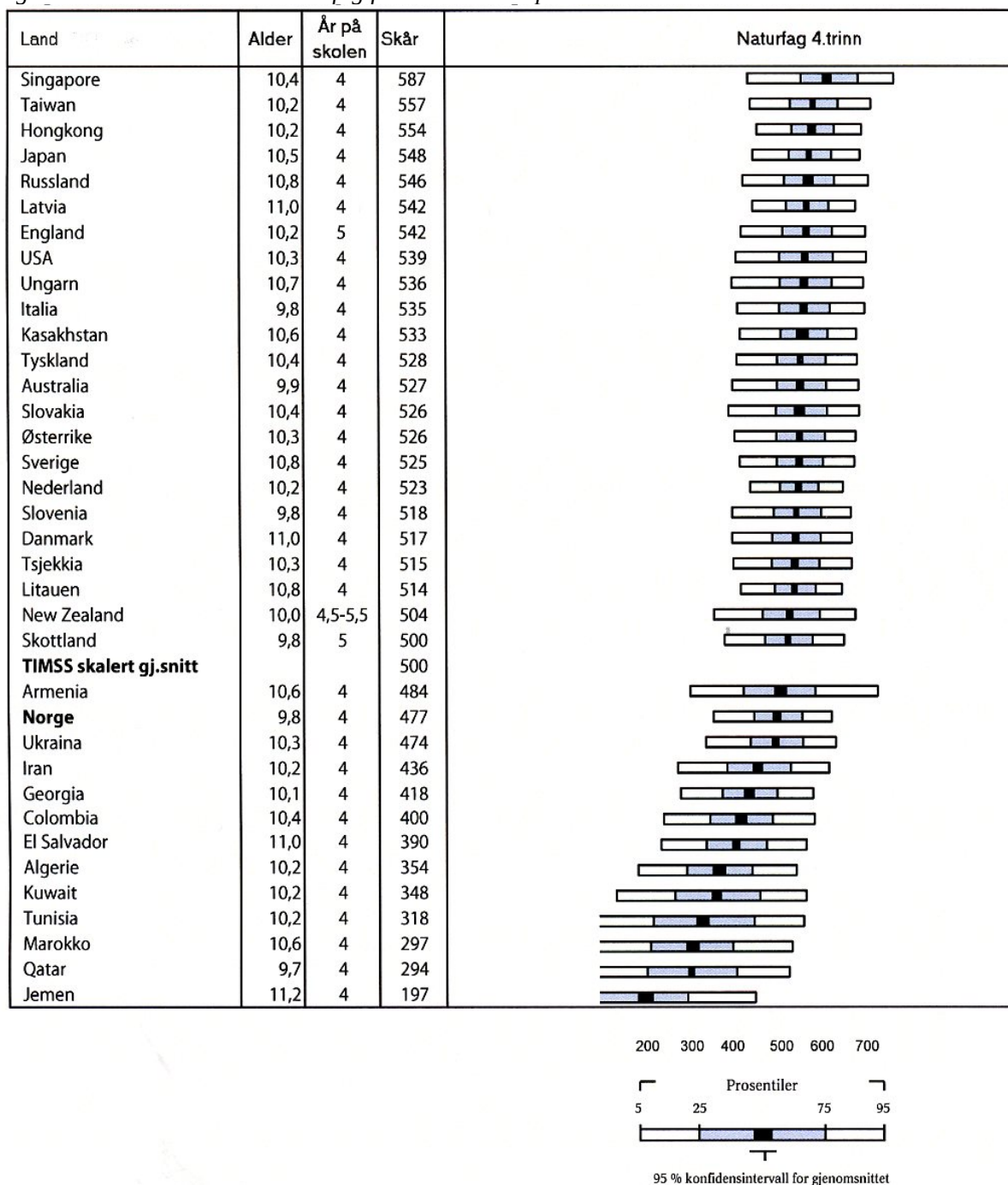
Naturfagprestasjonene på 8. trinn for alle deltakerlandene i TIMSS 2007 er vist i figur 1.8. Norske elever skårer signifikant lavere enn det internasjonale skalerte gjennomsnittet på 500 poeng.

Figur 1.8 Hovedresultater i naturfag for alle landene på 8. trinn



Naturfagprestasjonene på 4. trinn for alle deltakerlandene i TIMSS 2007 er vist i figur 1.9. Også på dette trinnet skårer norske elever signifikant lavere enn det internasjonalt skalerte gjennomsnittet på 500 poeng. Både på 8. og 4. trinn er det, som man ser, en klar dominans av østasiatiske og deretter europeiske land blant landene som skårer best. Dette samsvarer godt med resultatene fra TIMSS 2003.

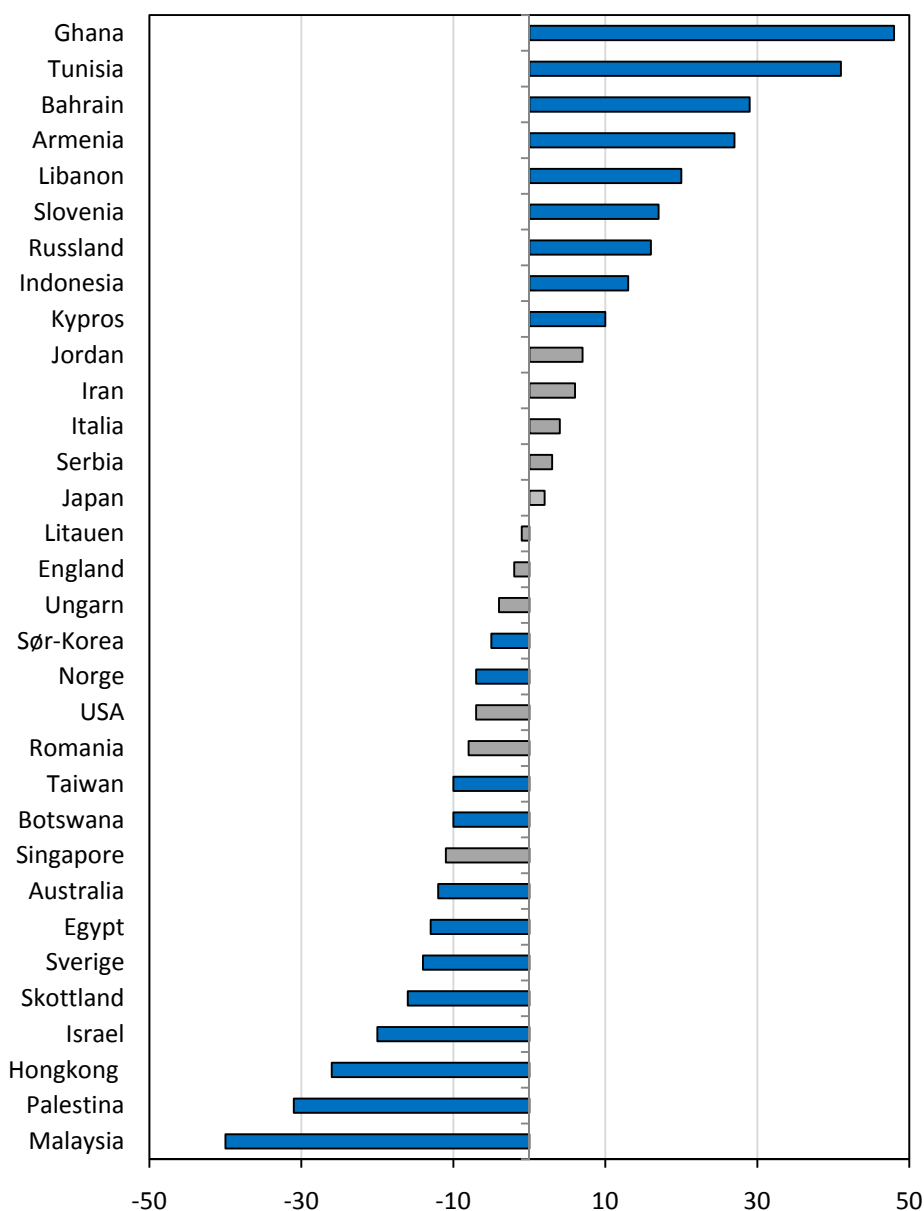
Figur 1.9 Hovedresultater i naturfag for alle landene på 4. trinn



Utvikling i naturfagprestasjoner 1995–2007

Som det tidligere er blitt påpekt, gir internasjonale komparative studier som TIMSS gode data for å kunne analysere utvikling i prestasjoner over tid. Figur 1.10 viser endringene i elevprestasjoner i naturfag på 8. trinn for alle land som har deltatt i både TIMSS 2003 og TIMSS 2007. Norge har en liten, men signifikant tilbakegang på 7 poeng i naturfagsprestasjoner fra 2003 til 2007.

Figur 1.10 Endring i naturfagskår på 8. trinn 2003–2007. Blå farge viser at endringen er signifikant

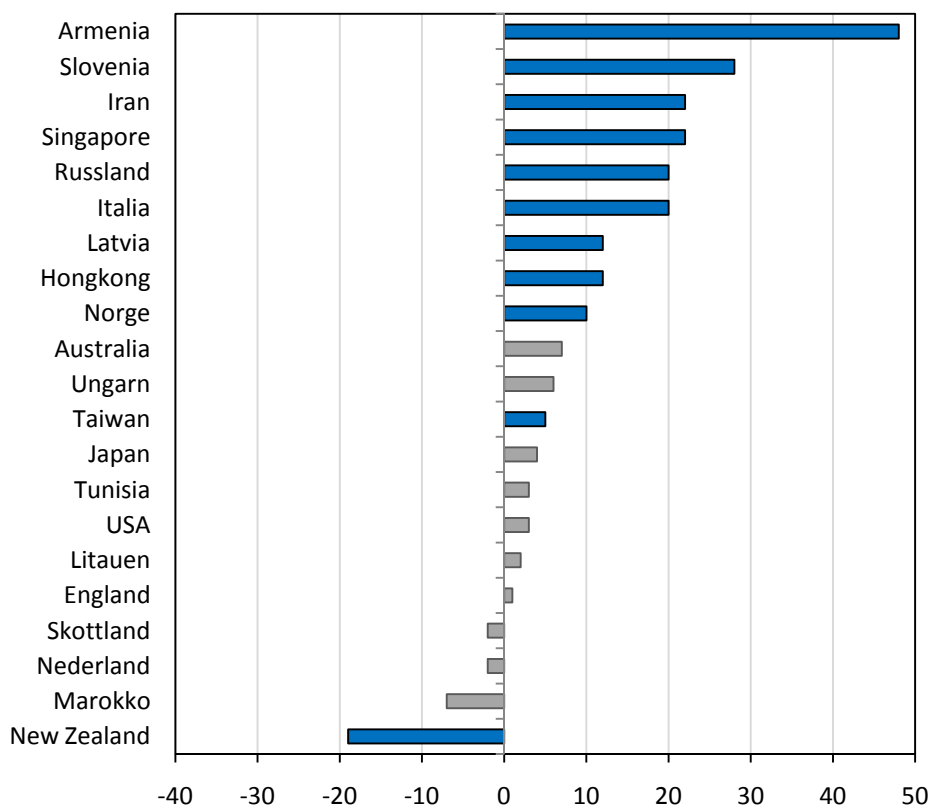


Figur 1.11 viser endringene i elevprestasjoner i naturfag på 4. trinn for alle land som har deltatt i både TIMSS 2003 og TIMSS 2007. Vi ser at Norge har en signifikant framgang i naturfagprestasjoner på dette trinnet fra 2003 til 2007. Framgangen er på 10 poeng.

Med innføringen av Kunnskapsløftet fikk skolen en ekstra timeressurs til naturfag på barnetrinnet, men ikke på ungdomstrinnet. Dette kan muligens ha bidratt til at resultatene fra TIMSS 2007 viser en framgang i norske elevers prestasjoner i naturfag på 4. trinn fra 2003 til 2007, men en tilbakegang på 8. trinn. Utviklingen i naturfag er dermed ikke like entydig positiv som i matematikk, der det i denne perioden var en framgang på begge trinn. Et interessant poeng er at tilbakegangen i naturfag på 8. trinn synes å være kjønnsrelatert. Dersom det skilles mellom jenter og gutter på dette trinnet, ser vi at mens jentene skårer to poeng lavere i 2007 enn i 2003, har guttene gått 12 poeng tilbake i

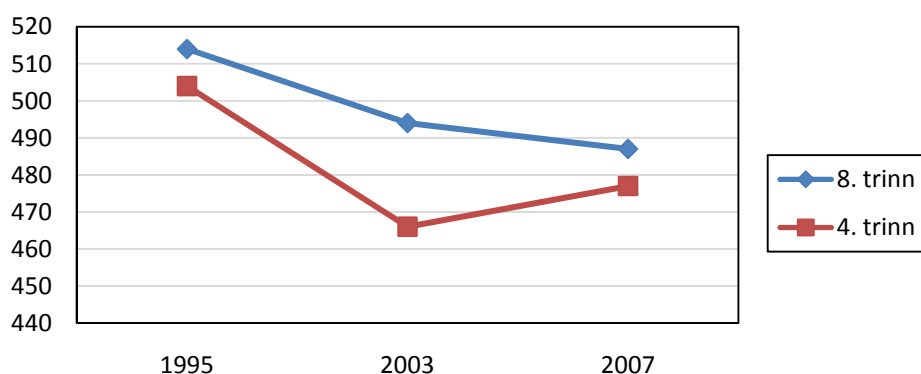
samme periode. Det er altså særlig svakere prestasjoner i naturfag blant guttene som gir seg utslag i en signifikant tilbakegang for denne populasjonen som helhet.

Figur 1.11 Endring i naturfagskår på 4. trinn 2003–2007. Blå farge viser at endringen er signifikant



Utviklingen i naturfagsprestasjoner for norske elever på 8. og 4. trinn i perioden 1995 til 2007 er vist i figur 1.12. Selv om vi altså fortsatt har tilbakegang på 8. trinn, vil vi påpeke at framgangen på 4. trinn er et klart brudd med en trend der flere internasjonale studier har vist nedgang i norske naturfagprestasjoner

Figur 1.12 Utvikling av naturfagprestasjoner 1995–2007



Det har vært et gjennomgående trekk i TIMSS at norske elever, relativt til internasjonale gjennomsnitt, presterer noe bedre i naturfag enn i matematikk (Lie et al. 1997; Grønmo et al. 2004). I TIMSS 2007 har vi altså dokumentert en signifikant framgang i matematikk på 8. trinn for norske elever, og en tilsvarende tilbakegang i naturfag. Likevel er det

fremdeles slik at de norske resultatene i naturfag på 8. trinn, sett i et internasjonalt perspektiv, er noe bedre enn i matematikk. I relasjon til det internasjonale gjennomsnittet, er det på 4. trinn nå små forskjeller på norske elevers prestasjoner i de to realfagene.

Vi vil også trekke fram ytterligere et poeng. Dersom et land har hatt framgang i matematikk på 8. trinn i perioden 2003 til 2007, har samme land som regel også hatt framgang i naturfag (figurene 1.4 og 1.10). Tilsvarende gjelder for resultatmessig tilbakegang. Sverige har for eksempel hatt tilbakegang i begge fag på dette trinnet og dermed fortsatt den svake utviklingen de hadde fra 1995 til 2003. Norge skiller seg derfor ut fra dette bildet ved at vi har hatt framgang i matematikk, men tilbakegang i naturfag. Mulige årsaker til dette skisseres nedenfor.

Mulige årsaker til ulik utvikling i matematikk og naturfag

Bildet i naturfag er altså noe mer sammensatt og ikke like positivt som i matematikk. Det kan være flere grunner til denne forskjellen mellom matematikk og naturfag. Som et av skolens kjernefag, har matematikk generelt fått mer oppmerksomhet enn naturfag de siste årene. Grunnleggende ferdigheter i matematikk – ikke i naturfag – ble framhevet og vektlagt i det nye læreplanverket Kunnskapsløftet. Satsingen på mer kunnskap i skolen har gitt opphav til nasjonale prøver i regning, lesing og engelsk – ikke i naturfag. Videre har tidligere TIMSS-studier pekt på at norske elever generelt presterer svakere i matematikk enn i naturfag, og det er kanskje særlig de skuffende resultatene i matematikk som har vakt oppmerksomhet. Alt i alt kan derfor mange faktorer ha bidratt til den noe ulike utviklingen for de to fagene.

Gjennom TIMSS 2007 kan man altså ikke påvise like klare forbedringer i norske elevers prestasjoner i naturfag som i matematikk. Den positive utviklingen vi ser i naturfag for 4. trinn, har imidlertid kommet i løpet av relativt kort tid og det blir derfor svært spennende å se resultatene for denne populasjonen ved neste korsvei, TIMSS 2011.

Oppgaveeksempler i matematikk og naturfag fra TIMSS 2007

Vi vil nå presentere og drøfte enkelte oppgaver i matematikk og naturfag fra TIMSS 2007. Oppgavene er valgt ut for å illustrere noen av de typiske trekkene ved norske elevers prestasjoner i de to fagene. For alle oppgavene opplyses det om prosentandelen elever i Australia, Italia, Japan, Slovenia og Norge som svarte riktig. Dessuten oppgis det internasjonale gjennomsnittet for hver oppgave. Landene som er valgt ut, har elever med om lag samme alder som Norge. Ytterligere begrunnelser for valg av disse referanselandene finnes i vår hovedrapport. Der drøftes også langt flere oppgaver. Alle frigitte oppgaver vil bli lagt ut på vårt nettsted *timss.no* i nær framtid. – I TIMSS opererer man med fire *kompetansenivåer* for elevprestasjoner, avansert nivå, høyt nivå, middels nivå og lavt nivå. Kriteriene for disse nivåene forklares senere i denne kortrapporten, men det refereres til dem i drøftingen av enkeltoppgavene.

Matematikk, Algebra for 8. trinn, oppgaveeksempel 1.

Dette er en åpen oppgave i emneområdet Algebra som i den internasjonale rapporten blir brukt som eksempel på hva en elev på det høyeste kompetansenivået på 8. trinn, avansert nivå, kan. Det som særlig gjør oppgaven vanskelig, er at den krever at man utfører to regneoperasjoner. Først må man finne prisen på penn og blyant ut fra de første opplysningene i oppgaven, dernest må man beregne hvor mye 1 penn og 2 blyanter koster. Oppgaven kan løses ved at man setter opp en likning hvor prisen på en blyant

settes til x , og prisen på en penn settes til $x+1$. Ved hjelp av likningen $2(x + 1) + 3x = 17$, finner man at en blyant koster 3 zed og en penn koster 4 zed. Riktig svar på spørsmålet i oppgaven blir da 10 zed.

Selv om oppgaven er kategorisert under likninger, og bruk av likning er en grei måte å løse den på, er det imidlertid viktig å merke seg at den ikke *krever* formell kompetanse i likningsløsning eller annen algebra. Det er fullt mulig å resonnerer seg fram til en løsning uten bruk av formell algebra, for eksempel gjennom prøving og feiling hvor man gjetter på en pris og dernest prøver ut om det gir riktig svar.

Algebra er ikke et prioritert emneområde i våre læreplaner, men målformuleringer i både L97 og K06 som er relaterte til algebra, gjør at denne oppgaven av den norske TIMSS-gruppa ble vurdert til å ligge innenfor den norske læreplanen. Det ble da særlig vektlagt at oppgaven ikke krever formell algebraisk kompetanse, men også kan løses ved å resonnerer seg fram på andre måter, for eksempel som beskrevet i forrige avsnitt, gjennom prøving og feiling. Av resultatene ser vi at norske elever presterer likt med det internasjonale gjennomsnittet, men svakere enn alle referanselandene, bortsett fra Italia som ligger på samme nivå.

Figur 1.13 Oppgave i Algebra med resultater for 8. trinn

20

Jan vet at en penn koster 1 zed mer enn en blyant.
 Vennen hans kjøpte 2 penner og 3 blyanter for 17 zed.
 Hvor mange zed trenger Jan for å kjøpe 1 penn og 2 blyanter?

Vis hvordan du kom fram til svaret.

Australia	36
Italia	19
Japan	42
Norge	18
Slovenia	30
Int. gj.snitt	18

For å få poeng på denne oppgaven, måtte man vise hvordan man var kommet fram til svaret. I vurderingen skilte en mellom elever som løste oppgaven ved å anvende formell algebra, som det å sette opp en likning, og de som løste den ved ulike typer resonnement, herunder prøving og feiling. Ikke overraskende var det under 2 prosent av de norske elevene som brukte algebra, mens nesten 17 prosent brukte en form for resonnement uten bruk av algebra. I tillegg hadde 5 prosent av de norske elevene funnet fram til det riktige svaret, men ikke vist hvordan de hadde kommet fram til det.

I den neste oppgaven som drøftes innenfor dette emneområdet, og som krever algebraisk kunnskap, vil vi se at norske elevers manglende kompetanse i algebra kommer enda tydeligere fram.

Matematikk, Algebra for 8. trinn, oppgaveeksempel 2.

Dette er en flervalgsoppgave i Algebra som brukes som eksempel på hva elever på det nest høyeste kompetansenivået, høyt nivå, kan. Riktig svar er alternativ D). For å løse denne oppgaven kreves det, i motsetning til for den foregående oppgaven, noe formell algebraisk kunnskap om likninger. Her kan man ikke uten videre resonnerer seg fram til svaret ved hjelp av andre typer løsningsstrategier. Internasjonalt faller denne oppgaven ut som enklere enn den foregående, det internasjonale gjennomsnittet er nær dobbelt så høyt, men vi ser at norske elever her presterer relativt mye svakere. Norge ligger langt under både det internasjonale gjennomsnittet og våre referanseland. Av de sistnevnte skårer særlig Japan svært høyt.

Fig. 1.14 Oppgave i Algebra med resultater for 8. trinn

21

I Zedland brukes likningen $y = 4x + 30$ til å beregne prisen for å sende en vare. x står for vekten i gram og y for prisen i zed. Hvor mange gram kan du sende hvis du har 150 zed?

(A)

630

(B)

150

(C)

120

(D)

30

Australia	26
Italia	24
Japan	65
Norge	10
Slovenia	37
Int. gj.snitt	34

En viktig grunn til at norske elever presterer svakere på denne oppgaven enn den forrige, er trolig at denne oppgaven krever formell algebraisk kompetanse. Som følge av at algebra er nedprioritert i våre læreplaner, og at målformuleringene om dette emnet på 8. trinn er heller vage, har TIMSS-gruppa i Norge klassifisert denne oppgaven som ikke å være dekket av norsk læreplan på dette trinnet. De norske resultatene synes også å avspeile dette.

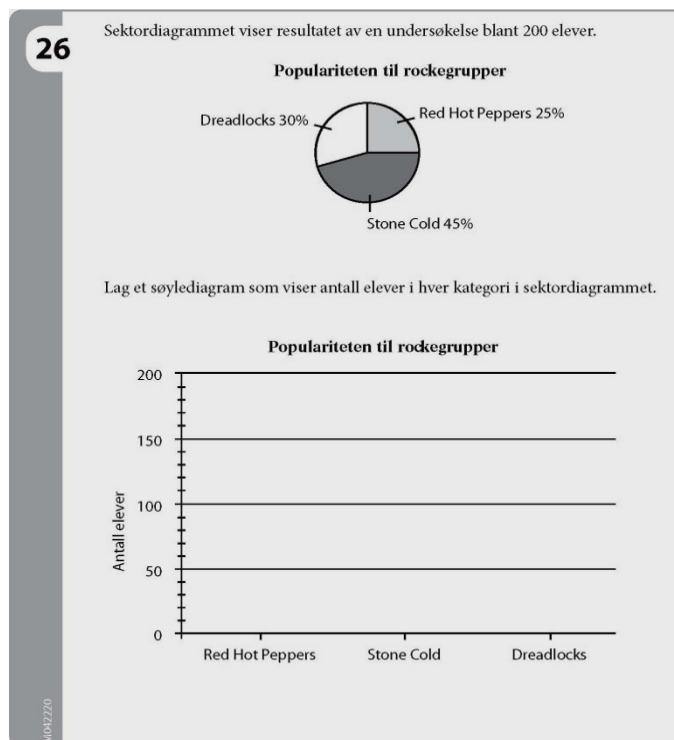
Generelt kunne man kanskje tro at siden dette er en flervalgsoppgave, og det er mulig å gjette seg til riktig svar, ville dette bidra til å øke prosentandelen av norske elever som svarer riktig. I det perspektivet er det verdt å merke seg at prosentandelen av norske elever som svarer riktig, ligger langt under gjettefaktoren på 25 prosent. De norske elevene fordelte seg relativt jevnt på de andre svaralternativene, men med en viss overvekt på 31 prosent for alternativ C). En måte å få det svaret på, er å velge å se bort fra bokstavene og kun forholde seg til de tallene som er oppgitt, og subtrahere 30 fra 150. Har man lite eller ingen algebraisk kunnskap, er det kanskje ikke så rart at man velger et slikt alternativ?

På bakgrunn av hvordan norske elever fordeler seg på de ulike kompetansenivåene i matematikk i TIMSS 2007, blir spørsmålet om hva som gis til de dyktige elevene, reist senere i denne kortrapporten. Dette spørsmålet synes å bli aktualisert når man ser på norske elevers prestasjoner på ulike oppgavetyper i algebra. En del norske elever på 8. trinn greier å resonnerer seg fram til løsninger på enkelte av oppgavene i algebra, til og med de som det internasjonalt har vært antatt er relativt kompliserte, men så snart det kreves formelle algebraiske kunnskaper, faller norske elever igjennom.

Matematikk, Statistikk for 8. trinn, oppgaveeksempel 3.

Dette er en åpen oppgave på det som benevnes som høyt kompetansenivå. Elevene blir bedt om å lage et søylediagram ut fra den informasjonen som er gitt dem gjennom et sektordiagram. Slik skal elevene vise både at de evner å tolke informasjonen i sektordiagrammet og at de selv kan framstille et søylediagram. I vurderingen av denne oppgaven skiller en mellom de som evner å tegne inn alle tre søylene riktig, de som kun har to riktige søyler, og de som har mindre enn to riktige søyler. Elever som har alle søylene riktig får 2 poeng, de som har to søyler riktig får 1 poeng, mens andre svar gir 0 poeng. For å få full skår må søylen for Red Hot Peppers gå til 50, den til Stone Cold til 90 (alt mellom 80 og 100 aksepteres), mens søylen for Dreadlocks må gå til 60 (alt mellom 50 og 70 aksepteres).

Figur 1.15 Oppgave i Statistikk med resultater for 8. trinn



	Riktig
Australia	38
Italia	27
Japan	68
Norge	41
Slovenia	44
Int. gj.snitt	27
	Delvis riktig
Australia	6
Italia	3
Japan	4
Norge	8
Slovenia	7
Int. gj.snitt	5

Både i L97 og i K06 blir det lagt vekt på at elevene i matematikkundervisningen skal arbeide med den type problemer som eksemplifiseres i denne oppgaven. I L97 uttrykkes et av målene for elever på 8. trinn slik: *"I opplæringen skal elevene øve seg i å lage grafer som beskriver situasjoner og sammenhenger i dagliglivet, og tolke resultater."* I K06 formuleres et av kompetansemålene for elevene etter 7. trinn på denne måten: *"Mål for opplæringa er at eleven skal kunne representere data i tabellar og diagram som er framstilte digitalt og manuelt, og lese, tolke og vurdere kor nyttige dei er."* Ut fra disse sitatene må vi derfor kunne konkludere med at denne oppgaven kan sies å måle ferdigheter som spesifikt vektlegges i norske læreplaner.

Av resultatene ser vi at norske elever skårer klart over det internasjonale gjennomsnittet. Japan er det eneste av referanselandene som ligger betydelig over Norge. Ettersom dette er en oppgave på høyt nivå, altså vurdert for å være en krevende oppgave å løse, viser norske elever derfor at de er relativt dyktige til både å tolke sektordiagrammer og til selv å tegne og framstille søylediagrammer.

Matematikk, Tall for 8. trinn, oppgaveeksempel 4.

Dette er en flervalgsoppgave innenfor området Tall. I oppgaven blir elevene bedt om å beregne 30 prosent av et oppgitt beløp, 60 zed. Riktig svar er alternativ A), 18 zed.

Å gjøre enkle utregninger med prosent er i K06 et av kompetansemålene etter 7. trinn. I L97 er et av målene for 8. klasse at elevene skal kunne regne med prosent og promille. Denne oppgaven er derfor vurdert til å være klart i samsvar med norsk læreplan. Som tabellen viser, presterer norske elever over det internasjonale gjennomsnittet og vel så godt som referanselandene, inklusive Japan. Dette er oppmuntrende av flere grunner, kanskje spesielt fordi prosentregning er særlig viktig å beherske ettersom det er noe alle

må antas å få bruk for i hverdagslivet. Forståelse og beregning av prosent er svært nyttig å kunne, uansett videre karrierevalg.

Figur 1.16 Oppgave i Tall med resultater for 8. trinn

17

En jakke koster vanligvis 60 zed. Da Atle kjøpte jakka, var prisen satt ned med 30%. Hvor mye sparte Atle?

- (A) 18 zed
- (B) 24 zed
- (C) 30 zed
- (D) 42 zed

M0412039

Australia	49
Italia	47
Japan	50
Norge	54
Slovenia	53
Int. gj.snitt	43

Matematikk, Tall for 4. trinn, oppgaveeksempel 5.

Dette er en åpen oppgave i området Tall på 4. trinn hvor elevene blir bedt om å multiplisere to tosifrede tall. Riktig svar er 1378.

Figur 1.17 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn

14

Gang ut:

$53 \cdot 26$

Svar:.....

M041278

Australia	9
Italia	64
Japan	67
Norge	2
Slovenia	12
Int. gj.snitt	41

I L97 er et av læringsmålene på 4. trinn at elevene skal: ”...multiplisere og dividere i hodet eller på papiret når det også inngår tosifrede tall”. I K06 understrekes det at elevene skal utvikle grunnleggende ferdigheter i matematikkfaget og et av kompetansemålene for 4. trinn uttrykker at elevene skal kunne: ”bruke den vesle multiplikasjonstabellen og gjennomføre multiplikasjon og divisjon i praktiske situasjoner.” Selv om ikke denne oppgaven er relatert til en praktisk situasjon, har TIMSS-gruppa vurdert oppgaven til å være i samsvar med norsk læreplan. Hvorvidt norske elever på 4. trinn har erfaring og trening i å utføre denne type multiplikasjon uten bruk av kalkulator, kan synes mer usikkert. Det svake resultatet for Norge viser at dette er en i overkant vanskelig oppgave for norske elever. Vi ligger svært langt under det internasjonale gjennomsnittet og også godt under alle referanselandene, selv om det er store forskjeller også mellom disse.

Etter TIMSS- og PISA-studiene i 2003 ble det skrevet flere artikler som diskuterte sammenhengen mellom ren og anvendt matematikk, med spesielt fokus på situasjonen i norsk skole. Noen av de viktigste konklusjonene som der ble trukket, var at det å anvende matematikk forutsetter gode kunnskaper i ren matematikk, da særlig innenfor området tall

og tallregning. Videre ble det pekt på at den mest sannsynlige forklaringen på at norske elever presterte svakere enn land vi vanligvis sammenlikner oss med, både i PISA og TIMSS, var at våre elever ikke hadde grunnleggende tallferdigheter i matematikk (Grønmo 2005; Grønmo & Olsen 2006).

Noen vil nok hevde at i dagens samfunn, med kalkulatorer lett tilgjengelig, er det å manuelt kunne utføre en multiplikasjon med tosifrede tall ikke lenger en viktig kompetanse. Likevel kan det argumenteres for at man gjennom trening og automatisering av slike ferdigheter utvikler en verdifull forståelse for tallsystemet og for mer avanserte matematiske operasjoner som man ellers vil kunne gå glipp av. På 4. trinn utmerker norske elever seg ved å prestere spesielt svakt på oppgaver som tester denne typen ferdigheter. Dette er i samsvar med hva man har sett i tidligere undersøkelser. Uten kalkulator virker elevene relativt hjelpeløse når de skal løse en elementær multiplikasjonsoppgave. Det synes derfor på sin plass å spørre om man ikke risikerer at elevene også generelt får en redusert forståelse av tall og operasjoner i matematikk dersom slike ferdigheter ikke trenes inn.

Matematikk, Tall for 4. trinn, oppgaveeksempel 6.

Figur 1.18 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn

1

På en parkeringsplass var 762 biler parkert i 6 like rader. Hvor mange biler var det i hver rad?

Svar: _____

Australia	12
Italia	51
Japan	72
Norge	5
Slovenia	45
Int. gj.snitt	39

Dette er en åpen oppgave innenfor emneområdet Tall som tester elevenes ferdigheter i divisjon. Dersom elevene behersker algoritmen for divisjon, er oppgaven relativt enkel. Riktig svar er $762 : 6 = 127$. Norske elever presterer langt under det internasjonale gjennomsnittet på denne oppgaven, og langt under alle referanselandene. En nærmere undersøkelse viser at norske elever på denne oppgaven skårer lavest av alle land som deltar i TIMSS 2007 på 4. trinn!

Målformuleringene i våre læreplaner, L97 og K06, presiserer i liten grad hvilke spesifikke ferdigheter i multiplikasjon og divisjon elevene skal utvikle. Hvorvidt denne oppgaven faller innenfor det som norske elever ifølge disse læreplanene er forventet å kunne, kan derfor diskuteres. Resultatene fra denne oppgaven gir uansett grunn til å spørre om vi ikke i norsk skole i for stor grad nedvurderer de formelle og grunnleggende ferdighetene i matematikkfaget.

Studier som TIMSS 2007 er velegnet til å gi gode data på hvordan norske elever presterer i et internasjonalt perspektiv, og vise utvikling i prestasjoner over tid. Siktemålet med våre læreplaner er selvsagt ikke å prestere godt i slike undersøkelser, men resultatene som presenteres er likevel velegnet til å reise viktige problemstillinger om norsk skole og hva

som bør være målet for undervisningen i ulike fag. I matematikk kan det synes som om tiden nå er moden for en diskusjon omkring når og hvordan formelle ferdigheter og kunnskaper bør trenes inn. Er det rimelig at norske elever skal lære seg en formell algoritme for divisjon senere enn det ser ut til å være tilfelle i andre land? I tilfelle ja, hva er begrunnelsen for et slikt valg? I TIMSS-rapporten fra 2003 ble en liknende problemstilling reist i forhold til multiplikasjon. Det kan se ut som om det er en generell tendens i norsk skole til å nedvurdere nødvendigheten av å lære grunnleggende algoritmer for de fire regningsartene.

Matematikk, Tall for 4. trinn, oppgaveeksempel 7.

Figur 1.19 Oppgave i Tall med resultater for 4. trinn

8 Arne ønsket å finne ut hvor mye katten hans veide. Han veide seg selv og så at vekta viste 57 kg. Så gikk han på vekta mens han holdt katten, og nå viste vekta 62 kg.

Hvor mange kg veide katten?

Svar: _____ kg

Australia	61
Italia	69
Japan	83
Norge	67
Slovenia	69
Int. gj.snitt	60

Dette er en oppgave i emneområdet Tall som er brukt til å vise hva elever som ligger på et middels kompetansenivå kan. I oppgaven får elevene opplyst hvor mye Arne veier, og hvor mye Arne og katta hans veier til sammen, og de skal ut fra dette finne kattas vekt. Den løsningsmetoden som synes å peke seg ut er en enkel subtraksjon, $62 \text{ kg} - 57 \text{ kg} = 5 \text{ kg}$. Oppgaven kan imidlertid også løses uten at man behersker algoritmen for subtraksjon. Man kan for eksempel telle seg fram fra 57 til 62, og se hvor mange ganger man må legge til én. Et kriterium for å kunne løse oppgaven er dessuten at man kan lese og tolke en slik type matematisk tekst.

Både i L97 og K06 finnes målformuleringer knyttet til enkel subtraksjon som gjør at oppgaven klart må sies å falle inn under disse læreplanene. Av resultatene ser vi at Norge ligger litt over det internasjonale gjennomsnittet og fullt på høyde med alle referanselandene, bortsett fra Japan. Vi ser altså at norske elever presterer bra på en oppgave som setter små krav til formelle regneferdigheter i matematikk.

Naturfag, Fysikk for 8. trinn, oppgaveeksempel 8.

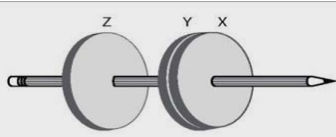
Dette oppgaveeksempelen er hentet fra fysikk, som er et område hvor norske elever generelt gjør det dårligere enn i biologi, kjemi og geofag. Norge setter av mindre tid til fysikk enn hva som er vanlig internasjonalt, og vi har få lærere med fordypning i fysikk på dette trinnet.

På denne oppgaven får elevene helt riktig (to poeng) dersom de gir et svar som refererer til både ulike og like poler på en magnet, og delvis riktig (ett poeng) dersom de kun nevner like eller ulike poler, eller nevner tiltrekning og frastøtning uten å forklare hvorfor. Norske elever presterer noe lavere enn det internasjonale gjennomsnittet, og lavere enn de fleste referanselandene. I læreplanverket L97 er egenskaper ved magneter et av hovedmomentene på 5. trinn. I Kunnskapsløftet er det et mål ved utgangen av 7. trinn

at elevene skal kunne gjøre forsøk med magnetisme og forklare resultatene. De norske elevene burde dermed ha lært om magneter på skolen.

Figur 1.20 Oppgave i Fysikk med resultater for 8. trinn

51



Tegningen viser hva som skjedde med tre magneter som ble plassert nær hverandre på en blyant.

Magnet X og Y flyttet seg inntil hverandre, mens magnet Y og Z forble atskilt.

1. Forklar hvorfor magnet X og Y flyttet seg inntil hverandre.

2. Forklar hvorfor magnet Y og Z forble atskilt.

Helt riktig:

Australia	23
Italia	36
Japan	71
Norge	14
Slovenia	10
Int.gj.snitt	23

Delvis riktig:

Australia	9
Italia	20
Japan	12
Norge	6
Slovenia	38
Int.gj.snitt	15

Naturfag, Geofag for 8. trinn, oppgaveeksempel 9.

Oppgaveeksempel 9 er hentet fra geofag, som er det fagområdet i naturfag der norske elever gjør det relativt best. Dette kan henge sammen med at Norge setter av mer tid til geofag enn hva som er vanlig internasjonalt.

Over halvparten av de norske elevene velger det riktige alternativet bensin, dette er litt over gjennomsnittet internasjonalt. I L97 er fornybare og ikke fornybare ressurser først nevnt på 10. trinn. I K06 er det et mål at elevene ved utgangen av 7. trinn skal kunne "gjøre greie for bruk av noen energikilder før og nå og beskrive konsekvenser for miljøet lokalt og globalt". Her kan fornybare og ikke fornybare ressurser naturlig komme inn, og det bør være naturlig å ta med bensin.

Figur 1.21 Oppgave i Geofag med resultater for 8. trinn

57

Hvilken ressurs er ikke fornybar?

(A) bensin

(B) sand

(C) treverk

(D) oksygen

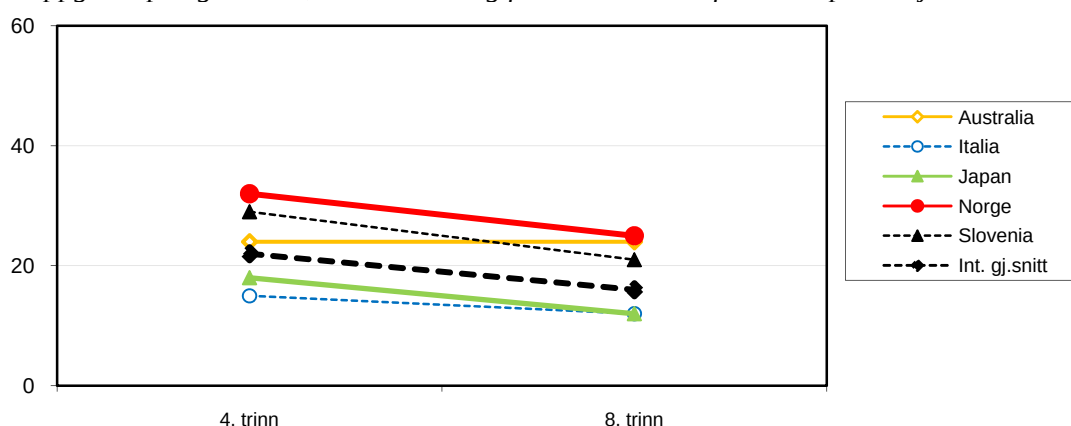
Australia	55
Italia	68
Japan	49
Norge	55
Slovenia	63
Int. gj.snitt	49

Av plassårsaker vil det ikke presenteres naturfagoppgaver for 4. trinn. For interesserte henvises det til hovedrapporten og til våre nettsider (timss.no) hvor alle frigitte oppgaver vil bli lagt ut.

Undervisning i matematikk

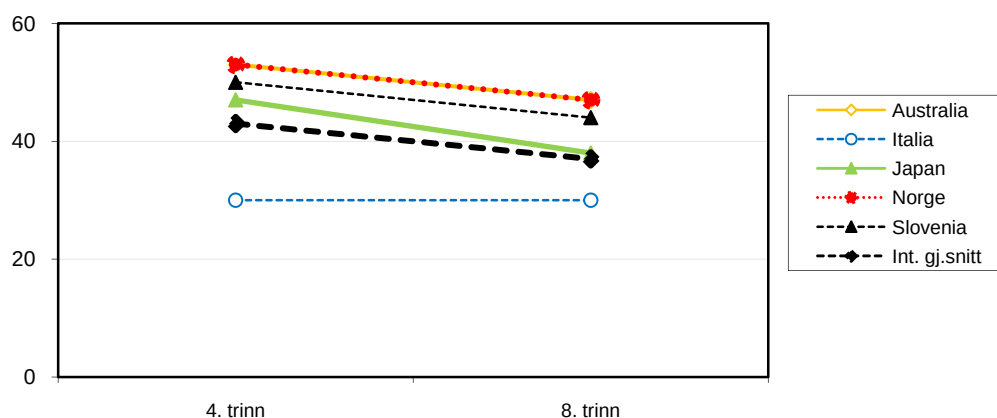
Vi vil også presentere og drøfte noen utvalgte data relatert til undervisning. Lærere på både 4. og 8. trinn ble bedt om å anslå hvor stor prosent av tiden elevene bruker på ulike aktiviteter, heri inkludert individuelt arbeid med og uten støtte fra lærer. Figur 1.22 viser hvor stor prosentandel av undervisningstiden på 4. og 8. trinn som blir brukt til at elevene arbeider på egen hånd, uten veiledning fra lærer.

Figur 1.22 Hvor stor prosent av matematikktimene elevene på 4. og 8. trinn bruker på å arbeide med oppgaver på egen hånd, uten veiledning fra lærer. Hentet fra lærerspørreskjemaet



Lærerne ble også bedt om å angi hvor stor prosent av tiden elevene bruker til individuelt arbeid *med* veiledning fra lærer. Dersom prosentandelen individuelt arbeid med og uten veiledning adderes, finner vi hvor stor del av undervisningstiden i matematikk som totalt brukes til individuelt arbeid. Figur 1.23 viser nettopp dette, altså hvor stor prosent av matematikktimene elevene bruker på å arbeide med oppgaver på egen hånd, uten eller med veiledning fra lærer, på henholdsvis 4. og 8. trinn.

Figur 1.23 Hvor stor prosent av matematikktimene elevene bruker på å arbeide med oppgaver på egen hånd, uten eller med veiledning fra lærer. Hentet fra lærerspørreskjemaet



Figur 1.23 viser at det brukes mye tid til individuelt arbeid i matematikk i norsk skole på både 4. og 8. trinn. Norge ligger klart over det internasjonale gjennomsnittet og også over alle referanselandene, om enn bare marginalt høyere enn Australia. En nøyere gjennomgang av TIMSS-dataene viser at det kun er Sverige som prosentvis bruker mer tid til individuelt arbeid i matematikk på begge trinnene. I Sverige anvender man i grunnskolen en arbeidsmåte som kalles "eget arbete" (Carlgren 1988; Österlind 1998; 2005; Eriksson 2007), som har mange fellestrekk med arbeidsplanmetodikken som etter hvert er blitt utbredt i Norge. "Eget arbete" bygger på de samme prinsippene, men én forskjell er at svenske elever i større grad enn norske elever selv er med på å lage den planen de arbeider etter. I Norge er det hovedsakelig lærerne som utformer elevenes arbeidsplan (Bergem 2008). Bruken av arbeidsplan/"eget arbete" begrunnes særlig i læreplanenes krav om tilpasset opplæring, og i ønsket om å styrke elevmedvirkningen i skolen (Carlgren et al 2006; Klette 2007). For matematikkfaget kan det synes som om denne metodikken imidlertid fører til en prioritering av individuelt arbeid, på bekostning av kollektive arbeidsformer som for eksempel klasesamtaler og gruppearbeid. I relasjon til moderne læringsteorier hvor "deltakelse" og "kommunikasjon" er nøkkelbegreper, kan dette synes problematisk. Innenfor sosiokulturell læringsteori defineres læring ofte som det å utvide sitt diskursive repertoar, altså til det å utvikle sin evne til å delta i faglige samtaler (Sfard & Kieran 2001; Cobb 2007). For elevers læring i matematikk innebærer dette at økt begrepsforståelse blir betraktet som svært viktig. Muntlige aktiviteter som gruppearbeid og kollektive klasseromssamtaler anses som velegnede arbeidsmåter for å stimulere elevers aktive anvendelse av matematiske begreper (Cobb 1995; Van Oers 2000; Sfard 2006). Alexander (2000, s. 355) uttrykker dette slik: "...it is upon talk, more than any other of the activities we have discussed, that pupils' conceptual discourse understanding depends".

Fordeling av elever på kompetansenivåer

TIMSS 2007 har utviklet et system med sikte på å kunne gi en beskrivelse av hvilken type kompetanse elever som oppnår et visst antall poeng har (Mullis et al. 2008). De kritiske poengnivåene er 625, 550, 475 og 400 og benevnes som henholdsvis avansert nivå (625), høyt nivå (550), middels nivå (475) og lavt nivå (400). Innenfor hvert slikt kompetansenivå har man også valgt ut bestemte oppgaver for å eksemplifisere hva denne kompetansen består i.

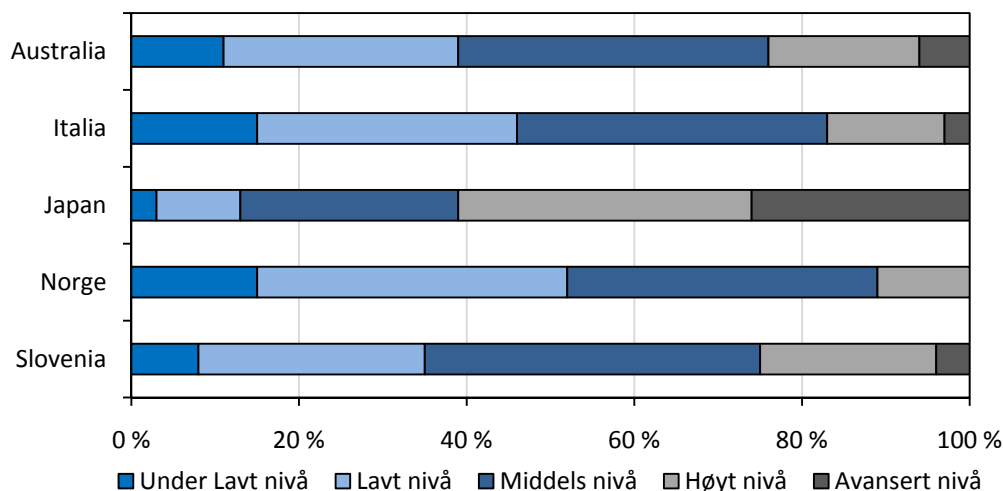
For matematikk er det generelt slik at elever på lavt kompetansenivå kun har noe kjennskap til tall og enkle regneoperasjoner. Elever på høyere kompetansenivåer kan i økende grad demonstrere forståelse, anvende og resonnere i matematikk. Elever som har den kompetansen som kjennetegner et nivå, vil i tillegg ha de kompetansene som definerer de laveliggende nivåene.

Figur 1.24 viser fordelingen på kompetansenivåer i matematikk på 8. trinn i Norge og fire andre land. Det er ingen (under 0,5 prosent) norske elever på avansert nivå, og det er en relativt stor gruppe av de norske elevene som ligger under det lavest definerte nivået. Elevene i referanselandene gjør det gjennomgående bedre enn de norske, og Japan har spesielt mange elever på de to høyeste nivåene. Ettersom Japan generelt er et høyt presterende land, er dette selvsagt ikke overraskende. Selv om man tar i betraktning at de japanske elevene er vel et halvt år eldre enn elevene i de andre landene, så er deres prestasjoner likevel bemerkelsesverdig mye bedre.

Som det går fram av figur 1.24, har alle referanselandene, men altså ikke Norge, elever som når *avansert nivå* i matematisk kompetanse. Dette er tankevekkende, spesielt siden både Slovenia, Australia og Italia alle har elever med samme alder og like mange år på skolen som Norge. Det er også tankevekkende at i 1995 nådde 4 prosent av de norske

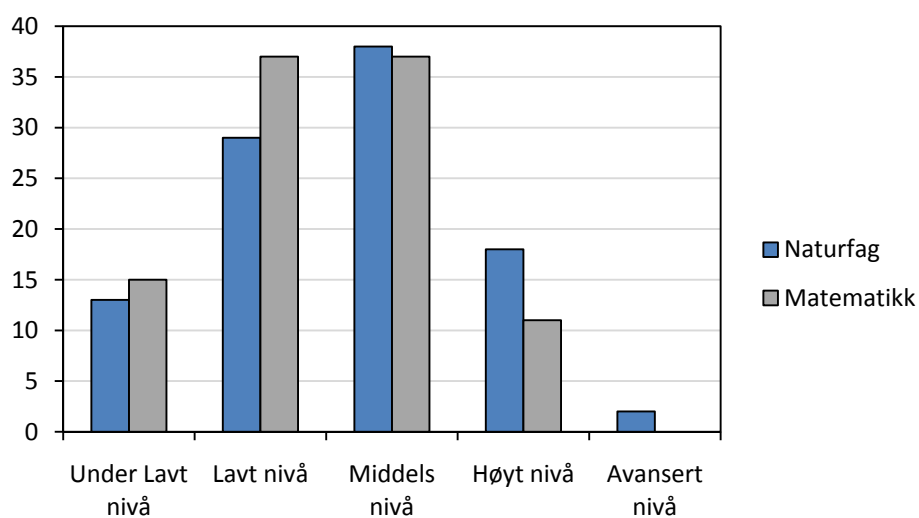
elevene avansert nivå i matematisk kompetanse. Det synes urimelig at flinke norske elever ikke skal oppnå å komme opp på det samme nivået som det flinke elever i andre land gjør, og som også norske elever gjorde i 1995 med ett år mindre skolegang enn i 2007. I rapporten fra TIMSS 1995 ble det påpekt at norske elever presterte lavere enn man kunne forvente når man sammenliknet med andre land (Lie et al. 1997). Dette kommer også fram i dataene fra TIMSS 2007.

Figur 1.24 Fordeling av elever på kompetansenivåer i matematikk på 8. trinn



Figur 1.25 viser fordelingen av norske elever på de ulike kompetansenivåene i matematikk og naturfag for 8. trinn i TIMSS 2007. For matematikk ser vi at *ingen* (under 0,5 %) norske elever på 8. trinn når det høyeste kompetansenivået, avansert nivå, og at over halvparten av norske elever befinner seg på lavt nivå eller under. I naturfag har vi en liten andel elever på avansert nivå, men også her er det svært mange på lavt nivå og under.

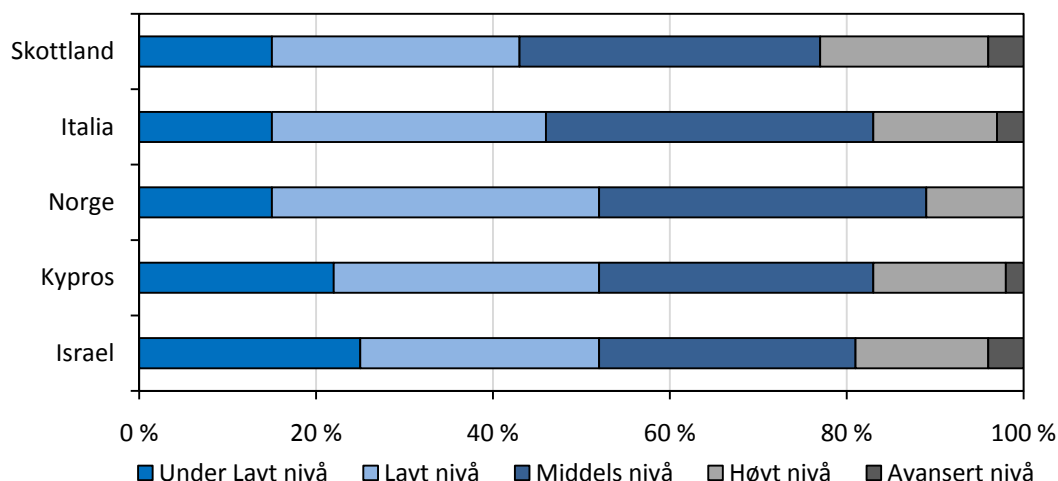
Figur 1.25 Prosentvis fordeling av norske elever på de ulike kompetansenivåene i matematikk og naturfag på 8. trinn



Et land som skårer klart under det internasjonale gjennomsnittet, vil naturlig ha sine elever skjevt fordelt i forhold til gjennomsnittet, det vil si flere elever på de lavere

kompetansenivåene og færre på de høyere. Tidligere ble det vist at alle våre referanseland, men altså ikke Norge, har elever på avansert kompetansenivå i matematikk på 8. trinn. Dette kan ha sammenheng med at disse landene har et noe høyere nasjonalt gjennomsnitt på prestasjonene. Vi har derfor valgt å vise elevfordelingen på de ulike kompetansenivåene for land som ligger like over og like under Norge i nasjonalt gjennomsnitt i matematikk for 8. trinn. Figur 1.26 viser at alle disse landene likevel har en viss andel elever på avansert nivå. Hvordan man skal lykkes med å gi alle elevene en tilpasset opplæring, synes å være en stor utfordring i norsk skole.

Figur 1.26 Fordeling av elever på kompetansenivåene i matematikk på 8. trinn i land som presterer nesten likt som Norge i gjennomsnitt



Resultatene som er vist i figurene 1.25 og 1.26 gjør det nærliggende å stille følgende to spørsmål:

1. Hvorfor har Norge ingen eller nesten ingen elever på avansert nivå?
2. Hvorfor har Norge så mange elever på lavt nivå og under?

Disse spørsmålene finner vi det interessant å drøfte i relasjon til pedagogiske og fagdidaktiske temaer. Som tidligere påpekt, er det overordnede målet for norsk skole selvsagt ikke å gjøre det bra på internasjonale undersøkelser som TIMSS. En viktig grunn til å delta i denne typen studier, er imidlertid at det gir anledning til å speile norsk skole og utdanning opp mot andre lands utdanningssystemer, for slik å kunne bli oppmerksom på egne styrker og svakheter. Vi vil avslutningsvis – på bakgrunn av resultatene i TIMSS 2007 og da særlig det som kommer til uttrykk i figurene 1.25 og 1.26 – løfte fram det vi anser for å være noen av de største utfordringene for norsk skole i årene som kommer.

Spørsmål 1: *Hvorfor har Norge ingen eller nesten ingen elever på avansert nivå i matematikk og naturfag i TIMSS 2007?*

Vi har ingen tradisjon for oppfølging av de mest begavede elevene i Norge (Imsen 2003). Leter vi i pedagogisk litteratur, er det lite å finne om flinke elever. Det er imidlertid et ofte uttalt mål at alle elever skal få utfordringer og noe å strekke seg etter. I St.m. 16 (2006–2007, s. 76) uttrykkes dette slik: *”Alle elever skal i arbeidet med fagene møte realistiske utfordringer og krav de kan strekke seg mot.”* For lite progresjon gir dårlig læring. En elev som bruker tiden til å forholde seg til unødvendig hjelp eller løse for lette

oppgaver, får ikke utfordringer og lærer lite eller ingenting (Schnotz & Kürschner 2007). Våre analyser av norske elevers prestasjoner på enkeltoppgaver i matematikk og naturfag viser at norske elever synes å prestere best på oppgaver som setter små krav til formell faglig kunnskap. Dette er neppe noen tilfeldighet. Som vi tidligere har påpekt, er for eksempel algebra et område innen matematikk som er nedtonet og lavt prioritert i norske læreplaner (Grønmo et al. 2004; Grønmo & Olsen 2006). Innenfor naturfag synes på samme måte Norge å ha nedtonet betydningen av fysikk (Grønmo et al. 2004). Ettersom algebra og fysikk blir ansett for å være særlig krevende realfaglige emneområder, vil denne nedprioriteringen kunne medføre at særlig flinke norske elever blir fratatt muligheten til å utvikle en høy realfaglig kompetanse. Kompetanse i krevende områder, som algebra i matematikk og fysikk i naturfag, utvikles over tid. Det kan synes som om man i norsk skole, ved å underprioritere krevende emner og temaer i realfag, kun innretter undervisningen mot et slags gjennomsnitt i klassen (Skagen 2002). I den siste stortingsmeldingen om utdanning, St.m. 31 (2007–2008, s. 9), pekes det eksplisitt på dette problemet: *”Det er også for mange elever med spesielt gode ferdigheter eller evner som ikke får tilstrekkelige utfordringer i skolen.”* Mange flinke elever får altså ikke den tilpassede opplæringen de ifølge norsk læreplan har krav på.

Norge har i lengre tid opplevd en sviktende rekruttering til utdanninger som setter krav til realfaglig kompetanse (Sjøberg 2004, OECD 2008). Forskningsrapporter har også vist at studenter som velger realfaglige studier, sliter med å gjennomføre denne typen utdanning på grunn av manglende kunnskaper i matematikk (NOKUT 2008). Nedprioriteringen av krevende, men betydningsfulle emneområder i realfag i grunnskolen, får altså konsekvenser for samfunnet som sådant. Få elever med solide kunnskaper i realfag medfører at det ut fra samfunnsmessige behov utdannes for få spesialister i realfag. Problemet med å skaffe lektorer med realfaglig kompetanse til videregående skole kan her tjene som eksempel.

Spørsmål 2: *Hvorfor har Norge så mange elever på lavt nivå og under i matematikk og naturfag i TIMSS 2007?*

I TIMSS 2007 er et av definisjonskriteriene for ”lavt kompetansenivå” i matematikk på 8. trinn at eleven har ”noe kunnskap om hele tall og desimaltall, og om grunnleggende regneoperasjoner”. For 4. trinn beskrives dette nivået blant annet ved at elevene har ”noe grunnleggende matematisk kunnskap. De viser forståelse av addisjon og subtraksjon med hele tall.” Norge har mange elever på lavt kompetansenivå og under på begge trinn. Den relativt høye prosenten som faller under ”lavt nivå” mangler altså ”noe kunnskap om grunnleggende regneoperasjoner” (8. trinn) eller ”noe grunnleggende matematisk kunnskap” (4. trinn). Dette må betraktes som en svært lite ønskelig situasjon, og det er en stor utfordring for norsk skole å forsøke å løfte denne elevgruppen. En noe større vektlegging av formell matematikk, som algoritmer for de fire regningsartene, ville kunne gi disse elevene den grunnleggende matematiske kunnskapen mange av dem synes å mangle. I tillegg vil det kunne bidra til å gi elever som sliter med matematikkfaget, en mestringsfølelse og et bedre fundament for å utvikle en viss matematisk kompetanse.

Vi har tidligere dokumentert at i matematikk bruker ingen land, bortsett fra Sverige, mer tid enn Norge på individuelt arbeid med eller uten veiledning fra lærer. Også i naturfag brukes det i et internasjonalt perspektiv mye tid på individuelt arbeid i Norge sammenliknet med andre land. (Mye av argumentasjonen videre vil relatere seg til matematikk, men den vil i store trekk også ha gyldighet for naturfag.) Dette funnet

samsvarer godt med det som har kommet fram i nasjonale, kvalitative klasseromsstudier; i norsk skole brukes mye tid til individuelt arbeid i matematikk (Alseth et al. 2003; Klette 2003, 2004 ; Klette et al. 2008; Skorpen 2006). Flere utdanningsforskere hevder at den utstrakte bruken av arbeidsplaner og studietimer synes å føre til at individuelt arbeid får en uforholdsmessig stor plass i skolen, og at dette er problematisk i forhold til læringsteorier som vektlegger deltakelse og kommunikasjon som viktige faktorer for elevenes utvikling av kunnskap (Klette 2007; Bergem 2008). En liknende argumentasjon finner vi igjen blant svenske forskere i relasjon til deres vurdering av bruken av "eget arbeid" i svenske klasserom, en organisering av elevers læringsarbeid som ligger tett opp til våre arbeidsplaner (Österlind 2005; Carlgren et al 2006; Eriksson 2007). I drøftingen av den massive bruken av individuelt arbeid i Norge og Sverige argumenteres det fra forskerhold med at denne arbeidsmåten ofte setter store krav til elevers selvinnsett og evne til å strukturere eget arbeid, noe som særlig kan være problematisk for svake elever. Mye individuelt arbeid kan altså medvirke til at læringsutbyttet for disse elevene blir redusert (Carlgren 2005; Haug 2007; Klette 2007; Bergem 2008) . Både Klette (2007) og Österlind (2005) påpeker at individualiserte arbeidsmåter dermed, i strid med intensjonene, kan bidra til å forsterke og sementere forskjeller mellom elever snarere enn å utjevne dem.

Vi har tidligere vist at norske lærere i 2007 ga uttrykk for at de i langt større grad enn i 2003 sjekket elevenes lekser og ga tilbakemelding. Sammen med et antatt økt fokus på vurdering på skole- og klasseromsnivå som en følge av innføringen av nasjonale prøver, har dette blitt tolket som en forbedring av det systematiske læringsarbeidet i norsk skole. Dette ble også ansett som en mulig medvirkende årsak til framgangen i norske elevers prestasjoner i matematikk i TIMSS 2007. Det er imidlertid grunn til å peke på at norske lærere – i et internasjonalt perspektiv – fremdeles i liten grad systematisk følger opp elevenes lekser. Oppfølging av elevenes arbeid er antatt å være svært viktig for læringsutbyttet, kanskje særlig for svake elever som er avhengige av tett oppfølging og konkrete tilbakemeldinger for å kunne utvikle sin faglige kompetanse (Klette et al. 2008).

Vi vil peke på ytterligere en faktor som kan bidra til å forklare hvorfor Norge i matematikk har så mange elever på lavt nivå og under. Grønmo (2005) har, på basis av resultatene i TIMSS og PISA i 2003, argumentert for at grunnleggende ferdigheter i tall og tallbehandling er viktig for elevers utvikling av matematisk kompetanse. Hun hevder at en viss grad av automatisering av ferdigheter er nødvendig for at elevene skal utvikle denne kompetansen. For lite vekt på algoritmer og ferdigheter, som trening i multiplikasjonstabellen, vil kunne føre til at elevene ikke får opparbeidet det grunnlaget de trenger for å videreutvikle sine matematiske kunnskaper og ferdigheter. Dette vil ramme alle elever, men kanskje særlig svake elever som trenger ekstra støtte og tid for å utvikle basisferdigheter i faget. Resultatene i TIMSS 2003 og 2007 har vist at norske elever har store problemer på relativt enkle oppgaver som forutsetter formelle ferdigheter. For eksempel skåret norske elever svakest av alle deltakerlandene på 4. trinn i TIMSS 2003 på oppgaven: 15×9 . Kun 30 prosent av norske elever ga riktig svar, mot et internasjonalt gjennomsnitt på 72 prosent (Grønmo et al. 2004, s. 65). Tilsvarende greide kun 2 prosent av norske elever på 4. trinn i TIMSS 2007 å finne svaret på oppgaven: 53×26 , mot et internasjonalt gjennomsnitt på 41 prosent. Også på sistnevnte oppgave hadde Norge lavest skår av samtlige deltakerland.

Vi vil nå forsøke å relatere argumentasjonen som er benyttet for å belyse de to spørsmålene som ble reist i forbindelse med figurene 1.25 og 1.26, opp mot elevenes rett til tilpasset opplæring.

Tilpasset opplæring

Å gi tilpasset opplæring er ikke noe nytt, men det har vært ulike tilnærminger til dette gjennom skolehistorien. Generelt kan man si at det de siste tiårene har vært en dreining fra å gi spesiell undervisning i atskilte grupper og klasser, til å gi tilpasset undervisning hovedsaklig innenfor heterogene klasser (Engelsen 2002; Imsen 2003). I norsk pedagogisk faglitteratur skilles det mellom en *vid* og en *smal* forståelse av begrepet tilpasset opplæring (Engen 2004; Haug 2007). Den smale forståelsen, med vekt på konkrete tiltak og bestemte måter å organisere undervisningen på, fører ofte til tiltak rettet mot enkeltelever. Den vide forståelsen av tilpasset opplæring er mer å oppfatte som et overordnet prinsipp, som skal prege alle sider av skolens virksomhet gjennom hele utdanningsløpet (Haug 2004).

Både i L97 og i K06 har differensiering og tilpasset opplæring en framtrædende plass. I L97, som var første gang begrepet tilpasset opplæring ble formulert i en læreplan (Bachman & Haug 2006), framheves det at tilpasset opplæring skal være et overordnet prinsipp i opplæringen. Dette følges opp i K06, hvor det i *Prinsipp for opplæringa i Kunnskapsløftet* understrekes at tilpasset opplæring innenfor fellesskapet er et grunnleggende element som gjelder for alle fag og på alle nivåer. Dette er altså eksempler på den vide bruken av begrepet tilpasset opplæring. I den siste stortingsmeldingen om utdanning, St.m. 31 (2007–2008, s. 9), pekes det eksplisitt på to grupper som får for lite tilrettelagt undervisning i skolehverdagen:

Likevel er det for mange barn som fortsatt ikke får nok støtte til å tilegne seg de grunnleggende ferdighetene. Det er også for mange elever med spesielt gode ferdigheter eller evner som ikke får tilstrekkelige utfordringer i skolen.

Hvordan forsøker man så å innfri kravet om tilpasset opplæring i norske klasserom? Arbeidsplaner og individuell tilrettelegging er tiltak som er tenkt å bidra til økt tilpasset opplæring (Klette 2007). Resultatene i TIMSS 2007 viser at individuelt arbeid med oppgaver er mye brukt i norske klasserom. Det kan tyde på at kravet om tilpasset opplæring operasjonaliseres på en bestemt måte i norsk skole, nemlig i form av økt bruk av individuelt arbeid, altså i den smale forståelsen av tilpasset opplæring. Imsen (2003) stiller seg tvilende til den sterke fokuseringen på individualisering i undervisningen og peker på at det kan synes å være begrunnet i "... en primitiv avvisning av fellesskapslæring som forkastelig formidlingspedagogikk". Både Imsen (2003) og Klette (2003) hevder at det er en utvikling i skolen bort fra fellesskapsorientert undervisning mot det mer individualiserte.

Samtidig med økningen av individuelt arbeid, har klasserommet som felles arena for læring blitt bygget ned (Klette 2007). Klette (2007) argumenterer for at denne tolkningen av kravet om tilpasset undervisning blant annet fører til en vekt på skriftlig arbeid i mange fag, for eksempel matematikk. Dette er ikke uproblematisk. Å lære gjennom samhandling med andre, for eksempel læreren eller en medelev som kan mer om et emne, er ansett for å være det sentrale elementet i Vygotskys innflytelsesrike teori om den nærmeste utviklingssonen (Dysthe 2007). I sosiokulturell læringsteori, som har sitt utgangspunkt i Vygotskys teorier, legges det videre stor vekt på det muntlige, på dialog, på mening som skapes i interaksjon med andre (Säljö 2006). Særlig antas dette å være viktig for elevenes

begrepslæring. Vygotskys teorier har hatt stor innflytelse på forskning i matematikdidaktikk, ikke minst når det gjelder teorier om begrepsutvikling i faget (Waschescio 1998; Sfard 2006; Cobb 2007). Viktigheten av sosialt samspill kommer også til uttrykk i Stortingsmelding 16 (2006–2007, s. 76–77), som vektlegger positiv samhandling mellom elever som viktig for motivasjon, aktivitet og utholdenhet. Videre sies det:

Kompetanseutviklingen hos den enkelte skjer i et sosialt arbeidsfellesskap. Det er det sosiale fellesskapet som hever kvaliteten på den enkeltes læringsarbeid.

Det er altså grunn til å sette en rekke spørsmålstegn ved om økt grad av individualisering og vektlegging av det skriftlige på bekostning av det kollektive og muntlige, er en god måte å gi tilpasset opplæring for store grupper av elever. En økt vektlegging av enkelte undervisningsformer medfører videre en fare for ensidighet, med manglende motivasjon som en mulig følge. Teori om læring i matematikk og naturfag og pedagogisk teori vektlegger alle gjennomgående variasjon i undervisningsformer. Dette sies også eksplisitt i St.m. 16 (2006–2007, s. 76):

Tilpasset opplæring kjennetegnes ved variasjon i bruk av arbeidsoppgaver, lærestoff, arbeidsmåter, læremidler og variasjon i organisering av og intensitet i opplæringen.

Flere skoleforskere advarer altså mot at tilpasset opplæring i skolen forstås som økt vektlegging av individuelle arbeidsmåter og hvor felles læringsarenaer som klassen nedtones. Det betyr ikke at ansvaret for denne utviklingen bare skal legges på lærerne i skolen eller skolelederne. Bakgrunnen for at kravene om tilpasset undervisning i skolen synes å ha blitt implementert gjennom individualisert undervisning, kan i stor grad synes å ha sitt utspring i hva mange pedagogiske forskere tidligere har lagt vekt på. Bachmann & Haug (2006, s. 48) uttrykker det slik:

Det kan derfor spørres om også forskningen litt ensidig har etterspurt tilpasset opplæring som individualisering i form av individuelt arbeid, individuell veiledning og elevens valg, og med fravær av såkalt kateter- eller fellesskapsundervisning.

Faglig framgang, men fortsatt store utfordringer for norsk skole

TIMSS 2007 er den første internasjonale undersøkelsen som dokumenterer en signifikant framgang i norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag. Som en forklaring på denne gledelige nyheten, har vi særlig løftet fram tre poeng:

1. Større fokus på kunnskap – noe som blant annet gjenspeiles i Kunnskapsløftets kompetansemål og vektlegging av grunnleggende ferdigheter, og i utvidelsen av timetallet i matematikk og naturfag på barnetrinnet.
2. Mer systematikk i læringsarbeidet i norsk skole – tettere oppfølging av elevenes lekser og større vekt på vurdering som en følge av innføringen av et nasjonalt vurderingssystem (nasjonale prøver).
3. Flere lærere har deltatt på fagrelevante etterutdanningskurs.

Dette viser at det nytter å gjøre noe!

Ut fra analyser av resultatene fra TIMSS 2007 har vi pekt på flere faktorer som synes å ha bidratt til at norsk skole er på rett spor i forhold til å øke elevenes faglige kompetanse i matematikk og naturfag. En utfordring for norsk skole blir derfor å bygge videre på det fundamentet som de siste årene er blitt lagt, formulert i punktene 1–3 over.

Fordelingen av norske elever på kompetansenivåene i TIMSS 2007 – med mange på lavt nivå og under, og ingen eller nesten ingen på avansert nivå – er fra et nasjonalt synspunkt lite tilfredsstillende, og vi har relatert disse funnene til spørsmål om operasjonaliseringen av prinsippene for tilpasset opplæring i skolen. I tilknytning til dette har vi pekt på at nedprioriteringen av faglig krevende emner, som algebra og fysikk, bidrar til at flinke elever ikke får de faglige utfordringene de har krav på. På bakgrunn av de framlagte empiriske resultatene i TIMSS 2007, har vi videre reist spørsmålet om en viktig årsak til fordelingen av norske elever på de ulike kompetansenivåene kan relateres til at vi i liten grad har lyktes med å gjennomføre læreplanenes ambisiøse målsetting om tilpasset opplæring. Vi har, med støtte i egne funn og uttalelser fra andre utdanningsforskere, antydning at tilpasset opplæring i norsk skole synes å ha blitt tolket i retning av en prioritering av individuelle arbeidsmåter, det vil si i den smale forståelsen av begrepet tilpasset opplæring. Dette harmonerer i liten grad med grunnprinsipper i læringsteorier utviklet innen både fagdidaktisk og pedagogisk forskning. Den kanskje største utfordringen for norsk skole synes derfor nettopp å være knyttet til faglig innhold og til hvordan undervisningen bør gjennomføres for å nå læreplanens intensjoner om tilpasset opplæring. Her finnes ingen enkle fasitsvar, men Dysthe (2006, s. 225) peker på noe vi anser for å være et viktig poeng i forbindelse med dette:

Ei av dei største utfordringane for lærarane er å balansere fellesskapsbaserte og individuelle arbeidsformer og ikkje minst legge til rette for at elevane kan vere ressursar for kvarandre.

Sett på bakgrunn av en rekke undersøkelser som har gitt et negativt bilde av utviklingen i norsk skole, gir resultatene fra TIMSS 2007 et betraktelig mer positivt bilde. Dette gir et godt utgangspunkt for videre satsing på matematikk og naturfag i grunnskolen. For å heve nivået på norsk skole ytterligere, kreves innsats fra alle involverte parter. Vi ønsker alle som arbeider med skole og utdanning lykke til videre i arbeidet med å styrke det *systematiske læringsarbeidet*, slik at elevenes kunnskaper i matematikk og naturfag videreutvikles!

Referanser

Alexander, R. (2000). *Culture & Pedagogy – International Comparisons in Primary Education*. Cornwall, Blackwell Publishing.

Alseth, B., Brekke, G. & Breiteig, T. (2003). *Evaluerer av Reform 97. Endringer og utvikling ved L97 som bakgrunn for videre planlegging og justering – matematikkfaget som kasus*. Notodden, Telemarksforskning-Notodden.

Bachmann, K. & Haug, P. (2006). *Forskning om tilpasset opplæring*, Forskningsrapport nr.62, Høgskulen i Volda.

Bergem, O. K. (2008). *Individuelle versus kollektive arbeidsformer. En drøfting av aktuelle utfordringer i matematikkundervisningen i grunnskolen*, Upublisert PhD-avhandling. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo

Carlgren, I. (1988). Utvärdering av Åsensskolan I. Beskrivning av intentioner och verksamhet. *Högskolan i Karlstad, arbetsrapport 1988:9*.

Carlgren, I. (2005). *Konsten att sätta sig själv i arbete*. I Österlind, E.(red.), *Eget Arbete – en kameleont i klassrummet. Perspektiv på et arbeidssätt från förskola til gymnasium*. Lund, Studentlitteratur.

Carlgren, I., Klette, K., Myrdal, S., Schnack, K. & Simola, H. (2006). "Changes in Nordic Teaching Practices: From individualised teaching to the teaching of individuals." *Scandinavian Journal of Educational Research* 50(3): s. 301–326.

Cobb, P. (1995). *Mathematical Learning and Small-Group Interaction: Four Case Studies*. I Cobb, P. & Bauersfeld, H. (red.), *The Emergence of Mathematical Meaning*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.

Cobb, P. (2007). *Putting Philosophy to Work: Coping with Multiple Theoretical Perspectives*. I Lester Jr. F.K. (red.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Charlotte, NC, Council of Teachers of Mathematics, Information Age Publishing.

Dysthe, O. (2007). *Læring og læringsreformer i Kunnskapsløftet*. I Hølleland, H. (red.). *På vei mot kunnskapsløftet. Begrunnelser, løsninger og utfordringer*. Oslo, Cappelen Akademisk Forlag.

Engelsen, B. U. (2002). *Kan læring planlegges? Arbeid med læreplaner – hva, hvordan, hvorfor?* Oslo, Gyldendal Akademisk.

Engen, T. O. (2004). *Tilpasset opplæring for majoritets-og minoritetsbarn*. I Solstad, K.J. & Engen, T.O. (red.). *En likeverdig skole for alle? Om enhet og mangfold i grunnskolen*. Oslo, Universitetsforlaget.

Eriksson, I. (2007). *Decentralized Teaching: A New Division of Labour Between Teachers and Students*. Paper presented at the fourth Nordic Conference on Cultural and Activity Research, June 15–17, 2007, Oslo, Norway.

Falch, T. & Naper, L. R. (2008). *Lærerkompetanse og elevresultater i ungdomsskolen*, SØF-rapport 01/08.

Grønmo, L. S. (2005). "Ferdighetenes plass i matematikkundervisningen." *Nämnaren* 32(4): s. 38–44.

Grønmo, L. S., Bergem, O. K., Kjærnsli, M., Lie, S. & Turmo, A. (2004). *Hva i all verden har skjedd i realfagene? Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2003*. Oslo, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo

Grønmo, L. S. & Olsen, R. V. (2006). *TIMSS versus PISA: The Case of Pure and Applied Mathematics*. Foredrag ved 2nd IEA International Research Conference, Washington DC.

Haug, P. (2004). *65 år med tilpassa opplæring i grunnskulen*. I Hamre, P., Langlo, O., Monsson, O. & Osdal, H. (red.), *Fag og fagnad: festskrift til Kjell-Arild Madssen i høve 60-årsdagen 28.oktober 2004*. Volda, Høgskulen i Volda.

Haug, P. (2007). *Begynnaropplæring og tilpassa undervisning – kva skjer i klasserommet?* Bergen, Caspar Forlag AS.

Imsen, G. (2003). *Elevers verden. Innføring i pedagogisk psykologi*. Oslo, Universitetsforlaget.

KD (2006–2007). *Stortingsmelding nr. 16 ...og ingen sto igjen. Tidlig innsats for livslang læring*, <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/2006-2007/Stmeld-nr-16-2006-2007-.html?epslanguage=NO>, Kunnskapsdepartementet

KD (2007–2008). *Stortingsmelding nr. 31 Kvalitet i skolen*, <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/2007-2008/stmeld-nr-31-2007-2008-.html?id=516853>, Kunnskapsdepartementet

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*. Oslo, Universitetsforlaget.

Klette, K. (2004). *Lærerstyrt kateterundervisning fremdeles dominerende? Aktivitets- og arbeidsformer i norske klasserom etter Reform 97*. I K. Klette (red.), *Fag og arbeidsmåter i endring? Tidsbilder fra norsk grunnskole*. Oslo, Universitetsforlaget.

Klette, K. (2007). "Bruk av arbeidsplaner i skolen – et hovedverktøy for å realisere tilpasset opplæring?" *Norsk Pedagogisk Tidsskrift* 91(4): s. 344–358.

Klette, K., Lie, S., Ødegaard, M., Anmarkrud, Ø., Arnesen, N., Bergem, O. K. & Roe, A. (2008). *PISA+: Lærings- og undervisningsstrategier i skolen*. Oslo, Norges forskningsråd.

Lie, S., Kjærnsli, M. & Brekke, G. (1997). *Hva i all verden skjer i realfagene: internasjonalt lys på trettenåringers kunnskaper, holdninger og undervisning i norsk skole*. Oslo, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.

Lie, S., Roe, A., Kjærnsli, M. & Turmo, A. (2001). *Godt rustet for framtida? Norske 15-åringers kompetanse i lesing og realfag i et internasjonalt perspektiv*. Oslo, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O. & Foy, P. (2008a). TIMSS 2007 International Mathematics Report. *Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eight Grades*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.

NOKUT (2008). *Evaluering av ingeniørutdanningen i Norge 2008. Sammendrag av viktige konklusjoner og anbefalinger*, www.nokut.no.

NOU (2003). *I første rekke. Forsterket kvalitet i en grunnopplæring for alle*, NOU 2003:16

OECD (2008). *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*. Paris, OECD Publications.

Schnotz, W. & Kürschner, C. (2007). "A Reconsideration of Cognitive Load Theory." *Educational Psychology Review* 19(4): s. 469–508.

Sfard, A. (2006). Participationist Discourse on Mathematics Learning. I Maasz, J. & Schloeglmann, W. (red.), *New Mathematics Education Research and Practice*. Rotterdam, Sense Publishers.

Sfard, A. & Kieran, C. (2001). "Cognition as Communication: Rethinking Learning-by-Talking Through Multi-Faceted Analysis of Students' Mathematical Interactions." *Mind, Culture and Activity* 8(1): s. 42–76.

Sjøberg, S. (2004). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk*. Oslo, Gyldendal Akademisk.

Skagen, K. (2002). *Pedagogikkens elendighet. Ukorrekte artikler på randen av litteratur*. Kristiansand, HøyskoleForlaget.

Skorpen, L. B. (2006). Kunnskapstypar og arbeidsformer i matematikk i begynneropplæringa. I Haug, P. (red.), *Begynnaropplæring og tilpassa undervisning – kva skjer i klasserommet?* Bergen, Caspar Forlag AS.

Säljö, R. (2006). *Læring og kulturelle redskaper. Om læreprosesser og den kollektive hukommelsen*. Oslo, Cappelen Akademisk Forlag.

van Oers, B. (2000). The Appropriation of Mathematical Symbols: A Psychosemiotic Approach to Mathematics Learning. I Cobb, P., Yackel, E. & McClain, K. (red.), *Symbolizing and Communicating in Mathematics Classrooms: Perspectives on Discourse, Tools, and Instructional Design*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.

Waschescio, U. (1998). The missing link: Social and cultural aspects in social constructivist theories. I Seeger, F., Voigt, J. & Waschescio, U. (red.), *The Culture of the Mathematics Classroom*. Cambridge, Cambridge University Press.

Österlind, E. (1998). *Disciplinering via frihet. Elevers planering av sitt eget arbete*. Uppsala Studies in Education 75. Uppsala, Acta Universitatis Upsaliensis.

Österlind, E. (2005). *Eget Arbete – en kameleont i klassrummet. Perspektiv på et arbetssätt från förskola till gymnasium*. Lund, Studentlitteratur.